

Capítulo 7

Los perfiles de los profesores

1. La emergencia de los perfiles

Uno de nuestros supuestos de partida era que de acuerdo a cómo el profesor “leyera” la tabla periódica, es decir como la interpretara en su conjunto y en sus partes, guiaría sus preferencias por unos determinados aspectos y por una determinada manera de enseñar la tabla periódica en sus cursos. Para poder conocer esta lectura nos servimos de varios instrumentos y estrategias, como ya comentamos en la metodología. En particular, durante la segunda entrevista les presentamos varios formatos de tabla periódica (Anexo 9) para que nos manifestaran sus opiniones acerca de ellos.

Como afirma Jiménez en su tesis: “*cada quien ve lo que quiere ver*” (Jiménez, 1998, p.21, ya citado). En el caso particular de la tabla periódica, como hemos discutido hasta ahora, parece que pueden hacerse tantas lecturas como lectores haya. Además porque hay muchas formas de leer más allá de lo evidente. No se trata solamente de interpretar correctamente los símbolos químicos encasillados en la tabla periódica, sino de las relaciones que se establecen los entre esta inscripción y quienes la han hecho parte de su cotidianidad.

Así, para algunos como P16, la tabla toma carácter de mediador social: “*La tenemos colgada en la pared, en algún sitio estratégico para poder ir la mirando cuando hablamos con los colegas...*” y para otros, como P1, llega inclusive a convertirse en un objeto de afecto: “*Entonces lo importante de la tabla no es memorizarla, o verla así como tan lejos de uno, es para usarla día a día, y cuanto más conozca más usted la tabla periódica, cuanto más uso le dé, se va a **encariñar** con ella...*”

Estas fueron algunas de las expresiones de los profesores al referirse a la tabla periódica:

“... es un instrumento que le permite a uno entender muchos principios de la química...” (P1)

“... es uno de los pilares de la química moderna...” (P2)

“... es fundamental para entender la química general.” (P3)

“...es el sitio donde, con sólo mirar la ubicación, puede deducir el comportamiento de los diferentes elementos.” (P9)

“...es una sistematización de las propiedades de los elementos relacionados con su configuración electrónica...”

“[...] es un elemento fundamental en la enseñanza de la química.” (P12)

“...resume las relaciones, resume la lógica de la presentación, del orden que hay de la materia...” (P13)

“...la llave de un edificio muy complejo...” (P16)

“...es el eje central de la Química.” (P16)

“...es un arma fundamental para poder hacer esta sistematización.” (P16)

Ahora bien, en cuanto a la lectura objetiva de la tabla periódica, durante la segunda entrevista, cuando se le presentaron a cada profesor los siete formatos diferentes para que expusieran sus impresiones sobre cada uno, lo que notamos es que la mayoría ya daba por conocido lo que estaba allí y dejaba de un lado la observación de los detalles. Por ejemplo, los formatos 1, 2, 3 y 4 utilizan la denominación A para los elementos del bloque principal y B para los metales de transición. Sin embargo, solamente P8, P9, P11 y P16 comentaron que esa nomenclatura ya está desactualizada. De hecho, desde 1984 la IUPAC modificó la numeración de los grupos de la tabla periódica (Loening, 1984).

“... no tiene la nueva nomenclatura.” (P8)

“...tiene la nomenclatura vieja...” (P9)

“Estamos hablando de los de A y B que yo ya no la manejo[...] les coloco del 1 al 18.” (P11)

“No son grupos A y B en este momento.” (P16)

El formato 5, en cambio, presenta la nomenclatura invertida, es decir, A para los primeros ocho grupos y B para los últimos. Únicamente P3 y P6 hicieron algún comentario al respecto.

“En cuanto a los grupos A y B, es distinta...” (P3)

“También, observaba algo que me parece extraño, y es que los grupos A en la tabla tiene una diferenciación entre los elementos que no es la que nosotros manejamos normalmente...” (P6)

De otra parte, los formatos 3 y 4 incluían en cada casilla la fecha de descubrimiento del elemento. Pero tampoco este detalle fue notado por muchos y algunos sólo lo advirtieron a raíz de mis insistentes preguntas durante la entrevista.

“...la tabla 3 [...] tiene el año en que fue descubierto, entonces si voy a hablar algo de historia, algo del descubrimiento de los elementos...” (P1)

La 3 [...] tiene además el año en que fue descubierto, ¿no? Desde un punto de vista histórico es importante, ¿no? (P3)

“...la tabla 3, que da el año del descubrimiento...” (P6)

“Aquí en 3 y 4 aquí hay una información que no está en 1 y 2, aquí por ejemplo aparece el año, dice el año en que se descubrió...” (P7)

“el 3 y el 4, tienen el año en que fue descubierto el elemento...” (P8)

“...el año de descubrimiento...¿será?...” (P12)

“El año del descubrimiento, que en la anterior tampoco está...” (P16)

El formato 6 es un formato caricaturesco que despertó risas y expresiones de asombro y aunque algunos comentaron que podrían utilizarlo a nivel introductorio para motivar al auditorio, el consenso general fue que esa no era un tabla periódica, aunque sí podría verse muy bien como *“...un afiche para la oficina” (P2)*.

Finalmente, el formato siete corresponde al “Sabelotodo de la tabla periódica”, una propuesta didáctica presentada por mí, que será comentada en el capítulo de innovaciones y propuestas. En este formato los elementos están clasificados de acuerdo a la etimología de sus nombres, o por la época de su descubrimiento, e identificados por un color en la tabla. Todas las veces fue preciso explicar este formato ya que no tenía indicaciones sobre el código de colores. Una vez explicado, muchos de los profesores expresaron que este

formato podría ser utilizado para enseñar historia a través de la tabla periódica o para programar un curso para estudiantes de carreras diferentes a la química.

En todo caso, lo que pretendía esta parte de la investigación, más que hacer un estudio desde la semiótica textual, o determinar qué tipo de formato o de colorido es el preferido por los profesores y las profesoras de química, era motivarlos a hablar sobre la tabla periódica y de esta manera acercarnos más a su percepción sobre la tabla periódica y lo que hay en ella.

Así, se pusieron en evidencia dos tipos de lectura de la tabla: una desde la totalidad, como inscripción o representación gráfica de una ley, y otra, desde sus partes, es decir, la de su contenido, qué representan cada uno de los símbolos que hay en ella. Por un lado, las impresiones de la tabla considerada como un todo se reflejan en las razones expuestas para incluir el estudio de la tabla periódica en los primeros cursos de química. Estas razones, como ya lo vimos en la sección II del capítulo 6, sugirieron tres funciones, a saber: didáctica, organizativa y macro, tal como lo muestra la tabla 1.

Funciones:

| Didáctica | | | | | | Organizativa | | | | Macro | | | |
|-----------|----|----|----|----|------|--------------|----|----|------|-------|------|------|------|
| P1 | P2 | P3 | P6 | 10 | P 12 | P7 | P8 | P9 | P 13 | P4 | P 11 | P 15 | P 16 |

Tabla 1

Por otra parte, de la interpretación de lo que representan sus símbolos y de las definiciones dadas por los docentes para los conceptos elemento, átomo y sustancia simple emergieron las cinco visiones distintas del concepto elemento: como sustancia, como átomo, como símbolo, como especie e indefinido, como lo indica la tabla 2.

Visiones:

| Sustancia | | | | | Atomo | Símbolo | | | Especie | Indefinida | | | |
|-----------|----|----|------|------|-------|---------|----|----|---------|------------|------|------|------|
| P2 | P3 | P6 | P 10 | P 12 | P7 | P1 | P8 | P9 | P 15 | P4 | P 11 | P 13 | P 16 |

El análisis de las respuestas de los profesores a la luz de estas dos lecturas y la correlación de estas dos taxonomías originó la tabla 3 que nos condujo a identificar las características de los tres perfiles encontrados en este trabajo.

Un perfil está caracterizado entonces por la función que el profesor asigna a la tabla periódica en sus cursos y por su visión de lo que es un elemento químico. Estos perfiles, además, muestran cómo el conocimiento profesional del profesor determinan los delineamientos y el énfasis en los temas a enseñar, la preferencia por un camino para abordar el estudio de la tabla periódica, los recursos materiales y didácticos elegidos para la transposición y la forma de evaluar los resultados del curso. (Zohar, 2004).

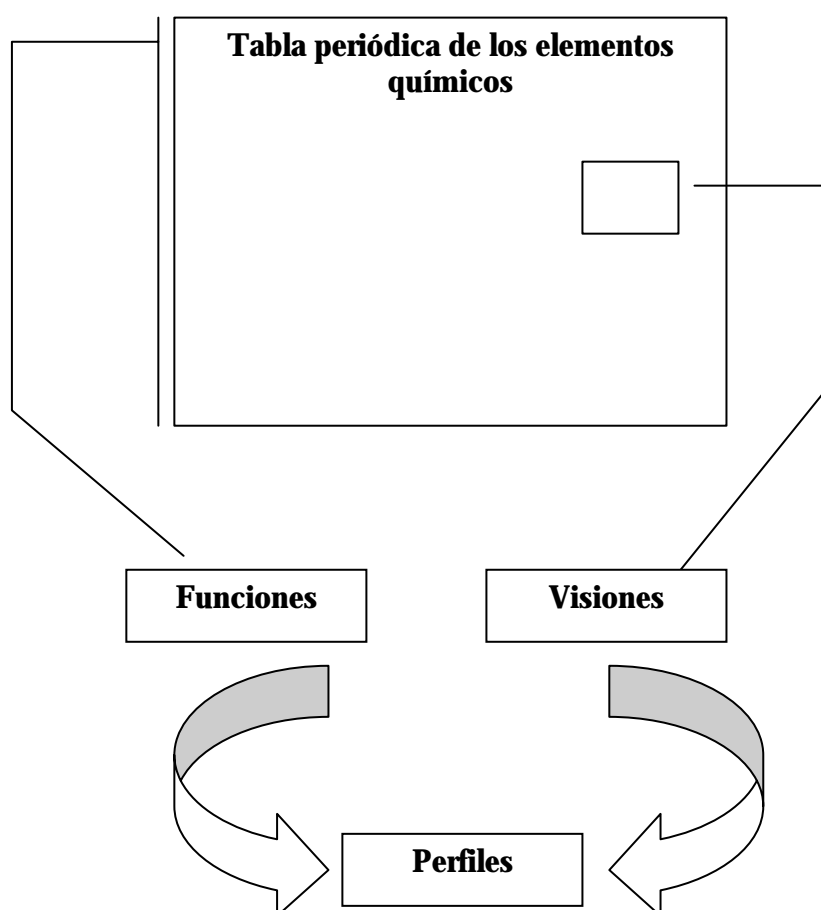


Figura 1

| Función | Visiones | DIDÁCTICA | | | | | ORGANIZATIVA | | | | MACRO | | | |
|---------|----------|-----------|----|----|-----|-----|--------------|----|----|----|-------|-----|----|-----|
| | | P2 | P3 | P6 | P10 | P12 | P1 | P8 | P9 | P7 | P13 | P15 | P4 | P11 |
| SUS | P2 | X | | | | | | | | | | | | |
| TAN | P3 | | X | | | | | | | | | | | |
| CIA | P6 | | | X | | | | | | | | | | |
| | P10 | | | | X | | | | | | | | | |
| | P12 | | | | | X | | | | | | | | |
| SIM | P1 | | | | | | X | | | | | | | |
| BO | P8 | | | | | | | X | | | | | | |
| LO | P9 | | | | | | | | X | | | | | |
| ATOMO | P7 | | | | | | | | | X | | | | |
| ESPECIE | P15 | | | | | | | | | | X | | | |
| IN | P4 | | | | | | | | | | | X | | |
| DE | P11 | | | | | | | | | | | | X | |
| FINI | P13 | | | | | | | | | X | | | | |
| DA | P16 | | | | | | | | | | | | | X |

Tabla 3

2. Caracterización de los perfiles

Como puede observarse en la tabla 3, excepto P1, todos los profesores que consideran que la importancia de la tabla periódica estriba en su valor didáctico, tienen una visión de sustancia del concepto elemento.

Por su parte, aquellos que enfatizan su poder organizativo, tienen una visión de símbolo del concepto elemento o consideran que está estrechamente ligado al de átomo. Mientras que para quienes manifiestan que el estudio de la tabla periódica permite comprender mejor las sustancias simples y compuestas, el concepto de elemento no está claramente definido, excepto para P15.

De esta manera resultan tres perfiles de profesores de acuerdo a la función primordial que cada uno asigna a la enseñanza de la tabla periódica y a la visión particular que tiene del concepto elemento. Ahora bien, lo expresado por los docentes pone de manifiesto que lo que cada uno considera que se debe enseñar y los recursos que dice utilizar para ello, están

determinados más por la función que le confieren a la tabla periódica que por la visión que tiene del concepto elemento. Por esta razón se ha tomado como primer indicador de la clasificación por perfiles la función y como segundo, la visión.

1. Perfil con función didáctica y visión de elemento como sustancia (excepto P1).
2. Perfil con función organizativa y visión de elemento como símbolo o como átomo (excepto P13).
3. Perfil con función macro y visión de elemento indefinida (excepto P15).

La caracterización de cada perfil, como se verá en la discusión, se refuerza con algunas de las respuestas dadas por los docentes en la segunda entrevista, como por ejemplo, de qué le hablaría sobre tabla periódica a alguien que sabe poca química y con el tipo de pregunta que plantea. Hay que aclarar que, a pesar de haber insistido varias veces para que los docentes nos suministraran al menos una pregunta de examen sobre tabla periódica, no todos lo hicieron. Las preguntas de examen se encuentran en el Anexo 8.

2.1. PERFIL: Función: DIDÁCTICA Visión: SUSTANCIA

Los docentes P1, P2, P3, P6, P10 y P12 presentan un perfil D/S (función: didáctica, página 287; visión: sustancia, página 373) que se caracteriza porque consideran que la razón primordial por la cual la tabla periódica debe incluirse en los cursos generales de química, es porque *“es un instrumento que le permite a uno entender muchos principios de la química”*(P1).

Como ya se ha mencionado varias veces en este trabajo, fue precisamente un objetivo didáctico el que llevó a Mendeleiev a la búsqueda de una ley general que explicara ciertas regularidades observadas en las sustancias simples y compuestas. Tal periodicidad se concretó en una tabla que, con algunas modificaciones y actualizaciones, aún perdura en nuestros días. Según Kolodkine (1963), el mismo Mendeleiev vaticinaría en 1905: *“Según todas las apariencias, el porvenir no amenaza con destruir la ley periódica, tan sólo promete añadir superestructuras y desarrollos...”*

Esta función didáctica de la tabla periódica ha sido reconocido desde que fue colocada en las paredes de las aulas y laboratorios de química. En 1929, Graves describía detalladamente en el Journal of Chemical Society una tabla periódica de 32 por 24 pulgadas para ser colocada en el salón de clase y explicaba que tal tabla: *“ahorra tiempo de estar pasando páginas en los libros buscando pesos atómicos, valencias, gravedades específicas u otras informaciones”*. A lo largo del siglo XX y hasta la fecha se han hecho muchas propuestas de formato buscando mejorar esta función (Sears, 1929; Graves, 1929; French, 1937; Foster, 1939; Hazlehurst y Fornoff 1943; Luder, 1943; Campbell, 1946; Sanderson, 1964; Fernelius, 1986; Bouma, 1989; Editorial, 2003).

Puesto que el interés principal de este grupo es utilizar la tabla periódica como mediador en la enseñanza de la química, todos excepto P2 opinaron en el cuestionario que se debe incluir estructura atómica antes que tabla periódica. Y, como puede observarse en la tabla 4, las razones expuestas para ello estaban todas enfocadas en esa misma dirección:

| | P1 | P2 | P3 | P6 | P10 | P12 |
|---|----|----|----|----|-----|-----|
| EA antes de TP | | | | | | |
| Sí | x | | x | x | x | x |
| Por su relación con las propiedades periódicas. | x | | x | | | |
| Explicar más racionalmente la tabla. | | | | | x | |
| Tener una visión más amplia. | | | | | | x |
| Porque hay conceptos que se necesitan en tabla periódica. | | | | x | | |
| No | | x | | | | |
| La tabla periódica es empírica. | | x | | | | |

Tabla 4

Dentro de este grupo de docentes se encuentran quienes defienden vehemente y de manera coherente la visión de elemento como sustancia (Menschutkin, 1937; IUPAC, 1990, citado por Thibault, 1994).

“Un elemento es una sustancia simple.” (P3)

“... elemento es sustancia pura constituida por una sola clase de átomos. Y la sustancia simple sería igual a elemento...” (P10).

“Pues un elemento, creo yo, sí es una sustancia simple...” (P12).

Cuando a P2 se le solicitó en la segunda entrevista que definiera lo que para él era un elemento respondió: “*Cuando yo pienso en elemento, yo pienso en la sustancia simple. O sea, elemento y sustancia simple sería lo mismo para mí.*” Y en otro momento de la misma entrevista, dentro de la pregunta acerca de lo que hablaría sobre tabla periódica a alguien que sabe poca química, ratificó su posición contestando:

*“A ver, pues yo, comenzaría por el hidrógeno. Le diría, mira **hay una sustancia que uno no la puede descomponer.** Es decir, hágale lo que le haga, usted no va a poder obtener nada de allí, nada más... nada más... ningún componente de esa sustancia. **Eso es lo que uno llama un elemento.**”*

De todos, el más enfático en esta posición fue P10, cuya larga entrevista puso sobre el tapete varios puntos de interés que ya se han sido discutido en este trabajo como, por ejemplo, la confusión generada por el uso de un mismo símbolo para representar tanto al átomo como al elemento: “*El problema está en que el símbolo del elemento usualmente es el símbolo del átomo asociado con el elemento, entonces se ha confundido la palabra elemento con la palabra átomo. Pero elemento y átomo no es lo mismo. Átomo es un concepto microscópico, elemento es un concepto macroscópico*” (Thibault et al. 1994; Pacault, 1994), la cantidad de sustancia mínima requerida para poder hablar de “elemento”: “*¿cuántos átomos hará falta para que haya elemento? Realmente, no se sabe, pero con seguridad uno solo no es... no se sabe a partir de cuántos usted dice que ya tiene un elemento, no se sabe... sí, nadie sabe...*” (Ben-Zvi et al. 1986) o el cuestionamiento de la conveniencia o no de incluir los temas de estructura atómica y tabla periódica en un curso de química general: “*Más aún, incluir estructura a nivel de química general puede no ser muy bueno, ¿por qué? Porque se trata de explicar conceptos para los cuales los estudiantes no están capacitados.*” (Urey, 1929; Wisswesser, 1945; Sisler, 1948; Tamres y Bailar Jr. 1952; Whitman, 1984; Waldron et al., 2001). P10 además resaltó en el cuestionario la importancia de incluir algo de química descriptiva en los cursos generales ya que: “*Es la mejor forma (y quizás la única) de entender las propiedades de las sustancias.*”

P6, por su parte, fue el único que, al final de la entrevista y a raíz de la discusión sobre los isótopos del carbono, puso en duda la certeza de su visión. Así, al principio de la entrevista P6 afirmaba que: “*Un elemento es una sustancia que se encuentra en la naturaleza o que puede ser preparada artificialmente pero que no está combinada absolutamente con nada.*” Mientras que, al final

de la misma, en una reflexión metacognitiva sobre sus propias concepciones, terminó diciendo que: “...entonces no podríamos definir sustancia como igual que un elemento”.

Finalmente P1, como ya se observó en la tabla 3 (funciones y visiones) es el único docente de este grupo que tiene una visión de elemento diferente a todos los demás. Para P1, “*el elemento sería como el símbolo, el elemento tiende a confundirse con el átomo, ¿no? el elemento ya es el nombre de la sustancia*” y “*sustancia simple sí es muy diferente de átomo y elemento...*”

Acceso a la enseñanza de la tabla periódica

El acceso a la enseñanza de la tabla periódica desde la historia es otra de las características de este grupo. En general consideran que este camino ayuda a los estudiantes a entender mejor la construcción del conocimiento químico (relación entre ontogenia y filogenia) (Horne, 1958; Ben-zvi et al. 1986; Furió y Domínguez, 2001; Solbes y Traver, 2001). Tanto en el cuestionario como en las entrevistas, realizadas en momentos diferentes, estos docentes fueron coherentes en sus respuestas.

“Concientiza al estudiante de la importancia química de la tabla periódica.” (P1, cuestionario)

“La parte histórica es importante para ver el uso del método científico y el desarrollo (avance) de la Química.” (P3, cuestionario)

“Uno puede enseñar la tabla periódica desde el punto de vista histórico, de cómo se llegó a conformar este modelo de tabla periódica ¿no? Por ejemplo, asociando las tríadas de Döbereiner, la ley de las octavas, hasta llegar a Mendeleiev. Bueno, llegando hasta ese punto moderno.” (P3)

“La tabla número 3 (que tiene las fechas del descubrimiento de los elementos), eso me gusta mucho, ¿no? Inclusive siempre, antes de que empiece tabla periódica les hablo a los estudiantes de cómo fueron ubicándose los elementos en la medida en que se fueron conociéndose, como fueron quedando huecos, porque no se encontraba un elemento que podía comportarse de una determinada forma, el trabajo de Mendeleiev, que fue excelente, siempre hago eso. Y sí a eso vamos, pues la tabla 3, que da el año del descubrimiento, o sea de cómo antes de que ese elemento estuviera descubierto ya estaban pronosticadas sus características, que tenía que tener...” (P6)

“...yo no veo como uno puede hablar de la mecánica cuántica sin hablar de un desarrollo histórico de los modelos atómicos, entonces la mecánica cuántica es un resultado de todo un proceso en donde se pasó por varios modelos atómicos, entonces yo antepondría esto del desarrollo histórico antes de la mecánica cuántica.” (P12)

No obstante, aquí hay que distinguir que una cosa es “contar la historia” de cómo se fueron desarrollando las ideas, como proponen P3 o P12, o de cómo se fue completando

históricamente la tabla periódica como comentaba P6, y otra es llevar a los estudiantes por el mismo camino histórico para que ellos, a su vez, vayan llegando a sus propias conclusiones. (Albaladejo et al. 1982; Schrader, 1985; Brincones y García, 1987; Ciparick, 1988; Bensaude-Vincent, 1994a). Como afirman Guillespie et al., (1990) en su libro de texto:

“La gran diversidad de comportamientos que se observan entre los elementos y sus compuestos debió constituir un auténtico quebradero de cabeza para los primeros químicos, como debe parecerse en ocasiones a los estudiantes que comienzan un curso de química”.

En este último sentido, P2, al ser interrogado respecto a las distintas alternativas utilizadas para acceder a la enseñanza de la tabla periódica, manifestó:

“A uno le llamo el orden histórico y al otro le llamo el orden lógico. [...] (Compte, citado por Kragh, 1986). Y el orden histórico, pues como su nombre lo indica... pero yo creo que ninguno de los dos, por sí solo, es el orden más pedagógico. Es decir, yo creo que debe ser alguna combinación de esos dos. Porque el orden histórico le hace sufrir a los estudiantes algunos traumas que sufrieron los científicos, que para ellos no es necesario infringírselos. Pero el orden lógico es demasiado... doctrinario [...] Por lo menos el orden histórico muestra cómo se han ido desarrollando las ideas. El ideal es tener una combinación de esos dos.”

Lo mismo había contestado en el cuestionario: *“He intentado ambas, dependiendo de si el enfoque es histórico o lógico.”*

Recursos preferidos

En cuanto al tipo de recursos materiales preferidos, la mayoría coincidió en el uso de la tabla grande y algunos también mencionaron los vídeos. P10 fue el único profesor, de todos los consultados, que mencionó los modelos de poliestireno: *“La tabla periódica... yo enseñaba... [...] utilizando modelos, sí utilizando modelos... y para esto pues utilizaba esferas para mostrar los tamaños y eso...”* (Campbell, 1946; Sanderson, 1960; Records, 1982; Smith, 1989).

P2, por su parte, propuso la idea de hacer una tabla periódica enrollada que represente mejor la periodicidad:

“En primer lugar, en una tabla bidimensional, realmente uno no ve la periodicidad de una manera tan evidente, porque la periodicidad implica también una continuidad. Realmente, si uno quiere ver la periodicidad... [...] o por lo menos la podemos analogar a lo más periódico que conocemos, es que son las ondas. Entonces, cuando un ciclo se cumple, pues la onda vuelve al punto inicial. Entonces, aunque aquí

en la tabla bidimensional uno no ve tan evidentemente la periodicidad, si uno la enrolla, de manera apropiada, entonces ve como uno salta de un elemento del lado derecho a un elemento del lado izquierdo y así es como se mantiene la periodicidad. Entonces, esta es como una hélice desenrollada y de esa... o sea, si enrollamos la tabla periódica, la podemos analogar a una hélice. Eso es lo que me viene a la mente ahora, para exhibir, realmente la periodicidad.”

Manifestaciones como la de P2, que replantean formatos propuestos en más de una ocasión y con muchos años de diferencia (Courtines, 1925, He y Li, 1997), ponen en evidencia el deseo siempre presente de los profesores de optimizar la función didáctica de la tabla periódica.

Dentro de los recursos didácticos utilizados fueron citados los ejemplos, los problemas y talleres, las demostraciones en clase y las analogías.

En nuestra investigación anterior (Linares, 2002) sobre el uso de las analogías en el Departamento de química de la Universidad del Valle, P1, perteneciente a este grupo, fue el profesor que aportó el mayor número de analogías (25 de un total de 99). Por esta razón, fue clasificado dentro de los profesores “entusiastas” respecto al uso de esta herramienta como facilitadora del proceso de transposición didáctica. Sin embargo, no es posible generalizar esta correlación con todos los profesores que participaron en la investigación sobre la enseñanza de la tabla periódica porque, como ya se explicó, no todos hicieron parte de la investigación sobre el uso de las analogías y viceversa.

En el capítulo anterior ya se hizo la discusión de las analogías propuestas por los profesores referentes al tema de tabla periódica y propiedades periódicas.

Preguntas de examen

El tipo de preguntas formuladas por estos profesores, tanto para un examen como para dejar de tarea, van en el sentido de “hacer pensar” a los estudiantes. Ejemplo de ellas son las presentadas por P2 (ver Anexo 8) y las razones que expone para elegir esas precisamente:

“Estas preguntas que yo te he hecho no son fáciles, creo que no sería el tipo de preguntas que yo haría en un examen, porque me parece que requieren de una reflexión cuidadosa, pero sí es el tipo de preguntas que yo dejaría de tarea para el estudiante. Yo creo que en este caso lo importante no es si el estudiante llega a la respuesta correcta, sino todo el ejercicio que ha hecho para buscar una respuesta.”

P2 y P7 fueron los dos únicos docentes que se refirieron a los procesos de modelización en el aula y que manifestaron su inquietud por la mezcla de modelos y teorías en la enseñanza de la tabla periódica (Izquierdo, 2003a).

Por su parte, P10 también entregó las preguntas (Anexo 8) con sus respectivas justificaciones:

“Y realmente en esa primera y en la segunda pregunta, a pesar de que está ahí la tabla periódica, lo que se necesita es ver si la persona tiene como un desarrollo lógico, si sabe hacer las cosas en forma lógica, porque la tabla periódica está acá. En la pregunta segunda realmente lo que se debe saber es si el estudiante entiende el concepto de enlace iónico y enlace covalente. En la tercera pregunta, se necesita saber la simbología en cada uno de elemento, si saben que es realmente el número de protones, cual es el número de electrones, si sabe cuando una especie es positiva y cuando es negativa,, eso es...”

P12 también resalta la importancia de entender el por qué de una variación en una tendencia en la tabla periódica, más que memorizar como varían las propiedades periódicas en ella.

Segundo, lo de la carga nuclear efectiva. Tratar de explicar en un periodo las variaciones de una propiedad con base en la carga nuclear efectiva.

E.- ¿por qué le parecen importantes esas preguntas?

Porque hay una tendencia a simplificar y decir: “crece de.” izquierda a derecha, o crece de abajo hacia arriba, pero a veces al hacer esa generalización se deja por fuera ese concepto del efecto de apantallamiento que explica esas variaciones. Entonces, yo creo que es una simplificación el afirmar esas tendencias generales sin tener en cuenta el concepto de apantallamiento.

Otro matiz que aparece en las preguntas propuestas por algunos docentes de este perfil, es el de buscar explicaciones para algunos hechos históricos, o comparar unos modelos con otros, señalando sus semejanzas y diferencias, como se observa en las preguntas y entregadas por P12:

“La primera es la diferencia entre... por qué a Mendeleiev se le dio más crédito que a Meyer. Y la razón tiene que ver con que Mendeleiev fue un poco más allá, al predecir los elementos y predecir sus propiedades, que entiendo, pues, que Meyer no lo hizo.

Finalmente...

Se puede observar que, a pesar de tener, en general, una visión de elemento como sustancia, al ser consultados sobre los temas que incluyen en la unidad de tabla periódica, lo que sobresale es el estudio de las propiedades atómicas, como ocurre en los libros de textos comúnmente utilizados como referencia y en las analogías suministradas en la investigación anterior (Linares, 2002), e incluyen poca química descriptiva (que atañe directamente a las sustancias). Así mismo, las preguntas referentes a propiedades periódicas tienen que ver más con propiedades de los átomos que de las sustancias.

Más aún, el mismo P2, que asevera en más de una ocasión que, para él, un elemento es una sustancia que no puede descomponerse en otras, al opinar acerca de los diferentes formatos de tabla periódica puestos a su consideración respondió:

“Todos me sugieren lo mismo. [...] la misma imagen que yo siempre tengo en la mente de la tabla periódica. Yo pienso en átomos con electrones distribuidos alrededor de ellos y esos electrones, pues debido a que yo soy teórico, entonces, pues la imagen mental que te acabo de escribir pues obviamente es una imagen pictórica, pero siempre me viene a la mente el modelo de Hartree – Fock, que es el modelo que le permite a uno visualizar los electrones como partículas independientes pero a la vez interaccionando entre ellos, pero con un potencial promedio, y eso es lo que permite explicar, pues, por lo menos de la manera más sencilla, la tabla periódica. Es un modelo matemático que me viene a la mente también, no solamente un modelo pictórico”.

Respuestas de este tipo ratifican que la tabla periódica puede ser leída de muchas maneras diferentes, y que el microlenguaje y el macrolenguaje de los que habla Pacault (1994) se entremezclan constantemente en el discurso cotidiano de los profesores de química.

En conclusión, para los docentes de este perfil, como dice P1: *“Si usted conoce bien la tabla periódica, la información que contiene y sabe usarla, usted sabe bastante química.”*

2.2. PERFIL: Función: ORGANIZATIVA Visión: SÍMBOLO

El perfil O/Sm (función: organizativa, página 287; visión: símbolo, página 373) destaca prioritariamente el poder sistematizador de la tabla periódica. Para P7, P8, P9 y P13, igual que para Ferneliuss (1986, p.263), *“la tabla periódica ayuda a disminuir la entropía del conocimiento”.*

A pesar de que en este grupo hay tres visiones distintas de elemento (como símbolo, P8 y P9, como átomo, P7, e indefinida, P13), los cuatro destacan la importancia de la tabla como inscripción que recoge una gran información resumida en unos símbolos que hay que aprender a leer.

“... yo creo que el objetivo fundamental de mostrar tabla periódica es eso, poder hacer una relación entre estructura y propiedades. Mostrar que química es una ciencia en tanto que el comportamiento de las cosas tiene un cierto orden que podemos estudiar, podemos entender, y que a partir de esa regularidad en el comportamiento podemos predecir comportamientos y podemos manipular comportamientos. Desde ese punto de vista creo que es fundamental la enseñanza de la tabla periódica.” (P7)

“Cualquier estudio que se haga de la química, sin antes haber al menos entendido las características principales de la información contenida en la tabla periódica, pues está incompleto.[...] empezando por el principio es lo que es símbolos que hay en la tabla periódica...” (P8)

... (la tabla periódica) es como el sitio donde uno puede deducir, con sólo mirar la ubicación, el comportamiento de los diferentes elementos.” (P9)

“La tabla periódica resume las propiedades, resume las relaciones, resume la lógica de la presentación, del orden que hay de la materia... Hace falta una base, y la base es esto. El objetivo principal de la química general con la ayuda de la tabla periódica de los elementos es principalmente mostrarle a los estudiantes ese orden que tiene la naturaleza, esa relación entre diferentes elementos, esa diferencia también que tienen entre ellos, y cuando uno tiene planteada la piedra fundamental, lo demás se hace muy sencillamente.” (P13)

Previamente, en el cuestionario, estos profesores ya habían aludido la importancia de conocer esta organización. En particular, sobre la pregunta acerca de enseñar estructura atómica antes que tabla periódica, P8 y P9 respondieron afirmativamente y anotaron que:

“Da una comprensión más profunda y mejor de cómo y por qué la tabla está organizada como está.” (P8)

“Hay que definir primero el átomo para luego organizarlo.” (P9)

No obstante, dentro de este perfil, las opiniones respecto al orden en que deben enseñarse estos dos temas, estuvieron divididas. Para P7 y P13 la tabla fue fruto de las observaciones en el comportamiento de las sustancias macroscópicas y en ese sentido manifestaron que:

“Hablar de estructura atómica significa hablar de mecánica cuántica y la tabla periódica fue concebida para discutir propiedades sin necesidad de conocer estructuras.” (P7)

“Es valioso realizar la metodología que pudo haber desarrollado el mismo Mendeleev y encontrar los vacíos y fortalezas de ese tema en esa época. Después se puede abordar la estructura atómica.” (P13)

Existe un sentir generalizado de que la tabla periódica es una de las inscripciones químicas más utilizadas tanto por profesores como por profesionales de la química (Hazlehurst y Fornoff 1943; Szabo y Lakatos 1957; Nagel, 1981; Fernelius y Powell, 1982). Como expresa Izquierdo (2002), *“con ellas (las inscripciones), se hacen visibles regularidades muy abstractas y difíciles de mostrar de cualquier otra manera a los lectores”*. Al ser consultados sobre los temas que se deben incluir en lo referente a tabla periódica en los cursos de química general, sobresale nuevamente la necesidad de que los estudiantes aprendan a interpretar la información contenida en la tabla y su gran poder organizador (Luder, 1939; Sanderson, 1964; Singman, 1984).

“... cuando tú haces tabla periódica, tú estás mostrando en últimas, metodología científica. [...] es metodología científica llegar allí, hasta clasificar elementos, ya sea en tríadas, en octavas, o en la forma que tú quieras, implica un método científico y me parece a mí que esa es una contribución importante, un ejemplo importante...” (P7)

“Cómo se lee la tabla periódica, superimportante entender ese tipo de cosas... [...] cómo la información está organizada en la tabla periódica, ya que no solamente es lo que está escrito, sino también cómo está organizado... el organigrama de la tabla periódica, que también te dice sobre determinadas propiedades de los elementos que allí están... [...] toda la información de por qué la tabla periódica está construida como está construida, es muy importante.” (P8)

“...la distribución de la tabla periódica, o sea que está organizada de acuerdo al número atómico, Z, la distribución, los grupos, hacer énfasis en cuáles son sus similitudes y por qué, que hay detrás de todo eso...” (P9)

“Esencialmente tiene que verse el orden cómo están colocados los elementos. [...] Pero hay obligatoriamente que enseñarla, porque al mostrar ese orden y esa afinidad entre ellos aparecen inmediatamente los grupos, y aparecen los periodos, parece como arte de magia, pero se va repitiendo.” (P13)

Cuando en la segunda entrevista, realizada un año después que la primera, se les consultó sobre lo que hablarían a alguien que supiera poca química, sus respuestas siguieron siendo coherentes con su perfil.

“Buscar correlaciones entre la ubicación de los elementos de la tabla periódica y las propiedades macroscópicas de las sustancias derivadas de ese elemento y de los compuestos que resultan, que incluyen a ese elemento”. (P7)

“¿Sobre qué le hablaría a las personas? Sí, pienso yo que primero trataría de relacionar [...] introducir el hecho de que cada uno de esos elementos en esa tabla periódica, cada uno de esos símbolos, que representa un elemento en esa tabla periódica, me está tratando de definir una sustancia que tiene de alguna manera y esto sería ideal, una personalidad propia.” (P8)

“Pues siempre sobre periodicidad. Siempre sobre orden. Siempre sobre origen.” (P13)

Otra característica general de este grupo es que ninguno enseña química descriptiva.

Recursos preferidos

En cuanto a los recursos materiales que utilizan o quisieran implementar, el internet y los programas interactivos, como medios de comunicación actualizados, aparecen como los favoritos de estos docentes (Lacruz et al. 2000). En este sentido P7 manifestó: *“Allí entonces también utilicé pues como recurso materiales disponibles en páginas de internet...”* y P13 propuso que: *“...uno pudiera con ayuda de estas herramientas de... internet, [...] ver una tabla interactiva, llamémosla así, de tabla periódica, donde uno pudiera ver como la tabla, supongamos, se abre o se cierra.”* (Goth, 1986).

Entre los recursos didácticos preferidos por estos profesores están los problemas y talleres y también el uso de hojas de trabajo con tablas periódicas a medio llenar (Fowler, 1981, Strong, 1986, Mabrouk, 2003) como las que comentó P9:

“... organicé unas hojitas que se llaman, yo las llamo hojas de trabajo en clase, en las que colocaba la tabla y luego les colocaba ciertos elementos y como que los ponía a jugar como para que ellos descubrieran qué elementos estaban allí...”

o que se acortan y se alargan, como las que utiliza P13:

“... se toma una fotocopia de la versión larga y después donde aparece el IA y el IIA tiene que unirse con el IIIA. [...] simplemente se toma y se dobla la fotocopia, ¿verdad? Y se hacen coincidir el II y el III, etc. hasta el séptimo y quedan escondidos todos estos elementos de transición. [...]¿por qué hace uno eso? Uno lo hace con el objetivo principalmente de presentarle al estudiante una mayor facilidad en el entendimiento de la tabla periódica, que haya más comprensión por parte de él... Cuando uno llega y ve la versión corta, uno solamente ve ocho grupos y comienza uno a mirarla con otra perspectiva ¿verdad? Eso les digo a mis estudiantes, entonces ahí con los ocho grupos están muy claramente definidos quienes son quienes, ¿verdad? Pero después, [...] abrimos...”

Preguntas de examen

De los cuatro, solamente P7 entregó las preguntas de examen solicitadas y las razones para su elección. De ellas, la tercera es la que más claramente refleja el objetivo que P7, como los otros profesores de este grupo, le confiere a la tabla periódica, el de proveer un sistema ordenador. P7, que manifiesta una visión de elemento como átomo, explica que tal orden está basado fundamentalmente en la distribución electrónica y por lo tanto, la tabla periódica podría diseñarse (en cualquier universo imaginario) conociendo únicamente los números cuánticos sin necesidad de conocer las propiedades de las sustancias (Ebel, 1938; Luder, 1943; Babor, 1944; Emerson, 1944; Wagner y Simmons Booth 1945; Szabo y Lakatos 1957; Fernelius, 1986; Von Martens Osorio y Goldsmidt, 1989). Esto nos muestra una vez más que la tabla periódica propuesta por Mendeleiev, basada en unos criterios macroscópicos, hoy en día se conserva prácticamente igual pero basada en unos criterios microscópicos. (Pacault, 1994; Izquierdo, 2002).

Las preguntas propuestas por P7 están en el Anexo 8. Solamente presentamos aquí la tercera por parecernos un ejemplo paradigmático de lo que se destaca en este grupo, tal como el mismo P7 escribió :

“Esta pregunta enfatiza la relación entre el modelo cuántico de estructura atómica y la configuración de los átomos en la tabla periódica y es tomada del texto S. Zumdahl, S. Zumdahl “Chemistry”, fifth edition, Houghton Mifflin, 2000.”

3.- Asuma que estamos en otro universo con leyes físicas diferentes. Los electrones en ese universo están descritos por cuatro números cuánticos (con significados similares a los que usamos en nuestro universo). Vamos a llamar a esos cuatro números cuánticos p , q , r , s .

Valores de $p = 1, 2, 3, 4, 5, \dots$

El número q sólo puede tomar valores enteros, positivos impares y $q < \text{ó} = p$.

El número r sólo toma valores enteros, pares desde $-q$ hasta $+q$. (Cero es considerado número par).

El número s puede vale $+1/2$ ó $-1/2$.

A.- Haga un diagrama de los cuatro primeros periodos en la tabla periódica de ese universo.

B.- ¿Cuáles serían los números atómicos de los primeros cuatro elementos que uno esperaría fuesen menos reactivos?

C.- De un ejemplo de un compuesto iónico con una fórmula XY, otro de fórmula XY₂, otro de fórmula X₂Y.

Finalmente...

Al preguntárseles sobre lo que consideraban más sobresaliente del trabajo de Mendeleiev, todos coincidieron en que su mérito consistió en encontrar un sistema ordenador que ha perdurado. Incluso P9, que confundió el criterio de tal ordenamiento.

“Contribución significativa diferente, importante a pesar de que existían otros sistemas de clasificación diferentes anterior, es que su sistema perduró. Ha perdurado más de un siglo, así que ya tiene su espacio.” (P7).

“Yo creo que como fue capaz de ver los patrones que existían en todo ese conocimiento que en su tiempo me imagino que era bastante desorganizado ¿no? nada metódico. Como fue capaz de ver estos patrones, de identificarlos, de organizarlos de una manera que hasta el día de hoy se conocen prácticamente como él los propuso. [...] desde ese punto de vista... siempre yo pienso que pasará a la historia como uno de los alcances más nombrados en la historia de la química, ¿no?” (P8)

“Lo de la organización de acuerdo al número... Z...” (P9)

“Pero fue él, quien con sus propiedades físicas y químicas redondeó, llamemos así, todo eso que nosotros vemos ahora, que parece tan sencillo, pero fue muy difícil... y fue él quien propiamente visualizó la forma de colocarlo.” (P13)

En resumen, para los docentes de este perfil, la tabla periódica es una síntesis del universo químico, tal como lo describe P8 en estas palabras:

*“De hecho hubo alguien que dijo que se podía crear un lenguaje, un lenguaje universal con los elementos de la tabla periódica, porque eso es, ¿no? ¿Verdad? Estos mismos elementos que están aquí están en cualquier parte del universo, pueden encontrarse en cualquier parte del universo y cualquier cultura inteligente **podría hacer un alfabeto con todas sus letras**. Yo creo que esencialmente pienso en química cuando veo la tabla periódica, las diferentes combinaciones que los elementos pueden tener entre sí para dar todo el universo de compuestos que nosotros tenemos. Eso es lo que se me viene a la mente. Y la organización de los diferentes elementos en la tabla periódica pues te dice cómo esos elementos pueden combinarse entre sí, ¿cierto? Y el tipo de propiedades que van a tener los compuestos que surjan de la combinación de todos estos elementos.”*

2.3. PERFIL: Función: MACRO Visión: INDEFINIDA

Como la totalidad de los profesores participantes en esta investigación, P4, P11, P15 y P16 reconocen y resaltan el poder organizador de la tabla periódica basado en la configuración electrónica de los átomos. Su enseñanza resulta incuestionable *“porque para entrar luego a hablar de cualquier cosa, de átomos, de cualquier cosa, necesito conocer algo de los elementos, al menos situar los elementos, y por lo tanto para mí la química... a ver, la tabla periódica, tiene que estar en algún punto”* (P15). P11, además, considera que: *“..la química se debe involucrar y, de hecho, es así, con la biología, con la matemática, con la física, con la vida misma cotidiana, entonces debe dársele una educación y una cultura humana a esta química para que el joven, el estudiante, sepa que la química no está aislada, que los conceptos no son independientes si no que hay una interdisciplinaridad entre los saberes, que necesitan el uno del otro.”* Y por lo tanto: *“Se debe enseñar el por qué de la ubicación en los grupos y en los períodos. [...] cómo a partir de los números cuánticos se llega a la configuración electrónica, cómo la configuración electrónica, sea de la capa de valencia o todos los electrones nos indica como organizar esos elementos en períodos y en grupos, y posteriormente, las propiedades que se derivan de esa tabla periódica.”* (P11)

Pero lo que los caracteriza es la importancia que conceden al estudio de las propiedades de los elementos que les permiten reaccionar con otros y formar compuestos. Por lo tanto, para ellos la función principal de la tabla periódica en los cursos de química general es que explica el comportamiento de las sustancias, sean estas elementales o compuestas (Tamres y Bailar Jr. 1952; Bouma, 1989). Por esta razón hemos denominado la función de este perfil, macro (Ver página 287). En particular, P16 manifestó que: *“Yo aprovecharía un programa clásico lo máximo, pero para acercarse a la vida real.”* Como afirman Porlán y Rivero (1998): *“Se trata de acercarse a los alumnos desde la ciencia y no a la ciencia desde los alumnos”*.

“...hay que dar a conocer los elementos, los constituyentes de las sustancias, entonces, si no se identifican los elementos que constituyen las sustancias entonces ¿cómo habla uno de ellas? [...] cómo se combinan esos elementos para dar determinados tipos de compuestos. Y como usted lo que ve normalmente son los compuestos... [...] Entonces para poder explicar cómo es que se están constituyendo las sustancias realmente...” (P4)

“Hoy se conocen 115 elementos químicos, de los cuales algunos evidentemente no están en una botella en el laboratorio, ni lo estarán en un futuro próximo. Pero de estos ciento y pico, se conocen, ya están descritos más de veinte millones de compuestos. Esto quiere decir que cada elemento tiene unas reglas de juego muy amplias, porque si no, evidentemente los químicos no se habrían molestado en sintetizar compuestos que son iguales unos a otros. Por lo tanto, hoy se conocen que estos cien elementos tienen una

diversidad de comportamiento muy grande. Y claro, el químico se ha de plantear ¿va a ser posible tener unas ideas básicas, tener una estructura mínima para entender cómo funciona la química? Y, realmente, para esto el eje principal es la tabla periódica. [...] es el marco donde vamos a poner todos estos conocimientos.” (P16)

En este grupo, como en los anteriores, se encuentran profesores con diferentes visiones de elemento (Ver página 373). P4, P11 y P16 tienen una visión indefinida de elemento, aunque en sus diversas respuestas durante las dos entrevistas fueron dejando entrever su interés por asociar la información contenida en la tabla periódica con lo que se puede ver, con lo macro, lo sustancial. Así, por ejemplo, al preguntarle a P4 acerca de lo que le explicaría sobre tabla periódica a alguien con pocos conocimientos de química, comentó:

“Bueno, pues, si uno lo que va es a hablar de elementos ¿sí? y uno tiene que relacionar esta tabla con los elementos, pues lo único que uno empezaría sería preguntarle a la persona que maneja él cotidianamente, lo que come, cómo se viste, qué le gusta, cosas de él, y esas cosas pues que las vaya ubicando dentro de este concepto de tabla periódica...”

Y P16, por su parte, resumió así su respuesta: *“yo hablaría de cuántos elementos tenemos, de su abundancia, de en dónde y cómo nos encontramos estos elementos, la importancia en la química de los seres vivos”* (Dutch, 1999). Por otra parte, P16, aunque no respondió la última pregunta del cuestionario, escribió el siguiente comentario al final de la misma: *“Usted cree que elemento es un átomo y sustancia un conjunto de átomos ordenados a P (presión) y T (temperatura) definidas (¿?) Yo no comparto esa visión.”*

Acceso a la enseñanza de la tabla periódica

P11, por su parte, en el cuestionario, al justificar por qué no considera necesario enseñar estructura atómica antes que tabla periódica, indicó: *“La tabla periódica es lo macro, lo tangible y se puede llevar luego a lo intangible.”* Más tarde, al consultársele sobre las distintas alternativas utilizadas para acceder a la enseñanza de la tabla periódica, P11 contestó:

“Bueno yo creo que las dos opciones generales pueden ser: de lo particular a lo general, o sea, de lo abstracto a lo concreto, o sea de lo abstracto que es los números cuánticos, la estructura atómica, a lo concreto que es la tabla periódica. Muchas veces lo he dictado así. Pero otras veces lo he dictado al contrario, y ese método también me ha gustado, porque realmente, lo que nosotros vemos primero es lo concreto, los elementos y cómo esos elementos forman compuestos, y qué propiedades tienen, y luego bueno, lo que hay adentro, lo que nosotros no vemos, lo abstracto, es el átomo, y después les doy la estructura

atómica. Puede ser cualquiera de las dos grandes metodologías. [...] (prefiero) la última, de lo concreto a lo abstracto.”

Una respuesta prácticamente idéntica nos dio P16:

“Para describir un estadio de fútbol ¿necesitas primero describir el edificio y después, el contenido? O sea, primero vamos a decir la fachada del edificio y luego el contenido. Yo creo que se puede explicar de las dos maneras, y de las dos perfectamente correcto y de las dos perfectamente entendibles... puedes empezar explicando configuraciones electrónicas, por tanto, estructura atómica, o puedes empezar hablando con tabla periódica. Yo, personalmente, comenzaría hablando con tabla periódica.”

Ambas respuestas evidencian la estrecha interrelación entre lo macro y lo micro que este grupo confiere a la tabla periódica (Pacault, 1994). También ponen de manifiesto la importancia de los procesos de modelización asociados a la tabla periódica, ya sea que la enseñen de lo “micro” a lo “macro” o al revés.

No obstante, a pesar de considerar que se podría enseñar tabla periódica sin introducir primero la estructura electrónica, P11 fue insistente en que las propiedades periódicas se pueden comprender más fácilmente si se parte de la carga nuclear efectiva (Waldron et al., 2001):

“La primera propiedad que se debe enseñar es la carga nuclear, tanto la carga nuclear como la carga nuclear efectiva y con base en qué tanto retenga o no el núcleo a los electrones de valencia y qué tanto apantallamiento hagan los electrones internos, inferir propiedades como potencial de ionización, afinidad electrónica, radios o tamaños de los átomos, en cualquiera de sus conceptos y electronegatividad.”

Entre las carencias que le encuentra P11 al programa oficial de química general de la Universidad del Valle fueron: *“Primero, lo de la carga nuclear efectiva, repito, segundo, las aplicaciones de las propiedades periódicas por grupos de elementos, tercero, la interdisciplinariedad con otros saberes.”* Más de un año después, cuando se realizó la segunda entrevista y se le solicitaron preguntas de examen sobre el tema de tabla periódica, una de las que suministró fue precisamente: *“Describa en un párrafo de cinco renglones la relación entre la carga nuclear efectiva y las propiedades periódicas.”*

La ubicación de P15 dentro de este perfil fue un poco más difícil de decidir, ya que su visión de elemento es la que hemos denominado de “especie”, por analogía con las especies

en biología. Para P15 un elemento no es ni un átomo, ni una sustancia simple, sino un concepto que encierra a todos los átomos con un mismo número atómico, pero que puede tener varios isótopos y presentarse bajo distintas formas alotrópicas (Menschutkin, 1937). Además, al pedirle una definición de sustancia simple, enfáticamente contestó: *“No hablaría en ningún caso de sustancia simple en el diccionario.”* Sin embargo, lo que nos llevó a incluirlo en este grupo fue una de sus últimas respuestas en la segunda entrevista cuando explícitamente manifestó:

“...a mí lo que me interesa siempre es conocer las propiedades de las sustancias, eso es lo que a mí me interesa. Tengo un sólido, tengo un líquido, tengo un gas. O tengo color tal, color cual, o es soluble, o insoluble... esto es lo que a mí me interesa. Pero para esto necesito obligatoriamente conocer la estructura, y para conocer la estructura necesito conocer el enlace. Por lo tanto, comienzo hablando al revés. Yo empiezo hablando del enlace, del enlace me voy a las estructuras, y de las estructuras, hablo de propiedades. Ah, claro, antes del enlace tendría obligatoriamente que hablar de los elementos, como tales. Porque, evidentemente, cuando pasas de elementos al enlace, estoy pasando de elementos a compuestos. Y, obligatoriamente, necesito esto”.

Y ya antes, en la primera entrevista había dicho que:

“...en el programa de estructura atómica y enlace hay un capítulo de tabla periódica antes de empezar el enlace. Por lo tanto para mí es imprescindible hablar de tabla periódica antes de empezar hablar de los enlaces”.

Tanto P4, P11 como P16 consideran importante incluir algo de química descriptiva en los cursos generales (Woodgate, 1995), pero siempre con el énfasis en que ha de presentarse con ejemplos concretos. Al respecto, P4 indicó que: *“...normalmente uno da propiedades generales de cada grupo, pero particulariza con algún ejemplo aplicativo sobre algún elemento que a uno le llame la atención.”* P11 indicó en el cuestionario que enseña algo de química descriptiva: *“Por la realidad que representan en la vida diaria. Fomenta y motiva.”* Y luego en la entrevista añadió *“Incluyo unas generalidades de los tipos de elementos y los tipos de compuestos que forman generalmente, propiedades químicas generales, si son agentes reductores, si son agentes oxidantes, su utilización general y le pongo un seminarios sobre las aplicaciones...”* Y P16, a su vez dijo que: *“yo creo que un poco de descriptiva se ha de hacer, se ha de hacer, pero se ha de enmarcar, porque lo que no se puede convertir es el un listín telefónico”* (Sisler, 1948). P15 indicó, tanto en la entrevista como en el cuestionario, que en su curso no hay tiempo para incluir química descriptiva.

En el cuestionario, las respuestas de P4 y P16 también fueron acordes con lo expresado en la entrevista:

“Es necesario dar su utilidad o su síntesis para que se vea su importancia.[...] Para que los identifiquen dentro de su vida cotidiana.” (P4)

“Porque la química es una ciencia experimental. [...] Ello puede ser una propiedad física, una aplicación, una determinada reacción... depende del caso.[...] Potenciales redox, reacción de los óxidos con agua; carácter ácido-base de los óxidos e hidruros; metales y no metales...” (P16)

P4, P15 y P16 coincidieron en que la historia, tanto de la humanidad como de los elementos químicos, es una parte fundamental en la enseñanza de la tabla periódica, aunque a veces, como comentaba P4, falta tiempo:

“La cuestión con la enseñanza más allá de otros conceptos que...[...] la historia, es la falta de tiempo... Sin embargo, en ocasiones como complemento a esto yo sí los he mandado a buscar historias sobre los elementos, y ellos los presentan a nivel de seminarios en los cursos de laboratorio.”

P15 se refirió a la importancia de contextualizar los distintos temas:

“Normalmente empiezo un tema poniendo si hay una persona o dos o tres que lo han hecho, poniendo la persona y el año para ser consciente de un poco en que año hablamos, cómo lo hacían, qué tenían ellos para llegar tan lejos que quizás nosotros no llegaríamos y con muchos más medios.”

En este punto, como en el anterior, los tres fueron coherentes con lo que ya habían escrito en sus cuestionarios:

“Es importante conocer la historia porque permite relacionarse más con la identidad de cada elemento.” (P4)

“Creo que es bueno situar al alumno en la historia, y lo hago aunque el repaso sea rápido.” (P15)

Porque para enseñar hay que motivar y dar un breve resumen de la historia, y de la personalidad de Mendeleiev, es objetivamente interesante. (P16)

Además, P15 considera conveniente incluir algo de filosofía en sus clases:

“Explicas la historia un poco y explicas la filosofía. [...] Un poco es esto, ¿no? un poco el desarrollo humano ¿no? De dónde venimos. Yo creo que esto es importante, y qué se sabía, y qué no se sabía y que no salió de golpe.”

De manera similar, P16 manifestó que:

“O sea que se podría hablar de historia, sí, y de filosofía. Bueno, todo esto en el fondo es filosofía, todo esto que hemos estado diciendo. Si es que creemos que la especie humana ha de lograr que cada generación aporte una mejora a la siguiente.”

En estas respuestas también se trasluce el interés que los profesores están poniendo hoy en día en la enseñanza en valores, ya que no se trata únicamente de explicar un tema objetivo como la tabla periódica y sus contenidos, sino de hacer ver a los estudiantes cómo cada hecho de un ser humano va repercutiendo en la historia de toda la humanidad (Gorman, 1960).

Curiosamente, P11 que en las dos primeras respuestas de la segunda entrevista resaltó que:

“...la organización de los elementos en ella constituyen no solamente la aplicación para posteriores temas, sino que incluye todo un contexto histórico que hubo a través de ella, y es importante inculcarle al estudiante el por qué una teoría conlleva a otra, por qué una teoría o un modelo para organizar los elementos conlleva a otro modelo, lo que hace que sea una ciencia, una investigación.”

no hizo ninguna alusión posterior a la inclusión de la historia ni en el cuestionario ni durante la entrevista.

Recursos preferidos

En cuanto a los recursos materiales, todos indicaron que utilizan varias tablas en sus clases, entre ellas aquellas que contienen fotos y dibujos de las sustancias simples (Marshall, 2000, Editorial, 2003). E incluso P4 hizo alusión a *“esa última tabla de los elementos que la sacó la Royal Society, cosas artísticas, que la gente que le gusta el arte puede identificar más fácilmente, o sea, más relacionado con la vida cotidiana para entrar a habla de un campo.”* Igualmente, los cuatro se refirieron a la tabla por bloques: s, p, d y f (Fernelius, 1986, Stronh, 1986, Mabrouk, 2003).

“Bueno, normalmente lo que uno hace es escribir los s, los p... el bloque. O sea hace uno cuadro aquí, un cuadro más grande acá, el d y el f. ¿sí? Una vez que uno ya ha hecho eso, uno sí presenta... yo tengo mis dos tablas periódicas, se las llevo, les presento, tengo los elementos ahí...” (P4)

“... la tabla periódica me la llevo y ellos la tienen... [...] Primero qué tabla periódica utilizaremos y que no es única, y por qué la utilizamos. [...] Luego a partir de aquí hablo de lo que son los periodos y lo que son los grupos. Y pongo nombres, hablo de periodos, grupos, etc., bloques s, p, d y f porque luego me va a hacer falta.” (P15)

“... por lo menos, tres diferentes formatos de la Tabla periódica hasta enseñarles que hoy los químicos utilizamos este, ¿vale? les enseñaría algunos elementos, o sea la fotografía de algunos elementos, cómo se encuentran a temperatura y presión ambiente. Decirles que hay unos sólidos. Los metales se parecen mucho, en cambio hay otros elementos que son gases, hay pocos elementos que son líquidos, y buscaría algún ejemplo, que lo sacaría de fotos, evidentemente, y después, también enseñaría alguna familia de compuestos de algunos elementos. [...] O sea, yo haría un planteamiento de qué es la tabla periódica, cuántos elementos tenemos hoy en la tabla periódica, cuánto y como de cada elemento, o sea, cuántos elementos, cuánto y cómo de cada elemento, y por qué. Y con esto yo ya haría toda la primera presentación de la tabla periódica. Y después me iría directamente a la división en bloques: s, p, d, f y gases nobles. Y con esto tengo para un par de clases sin ninguna duda.” (P16)

De manera expresa, P11 mencionó los dos niveles que confluyen en la tabla y a los que ya nos hemos referido anteriormente: *“Entonces hay la probabilidad que lo encuentre aquí o que lo encuentre allá (señaló los distintos bloques de la tabla), entonces puede ser en una de esas regiones, eso que nosotros no vemos (los electrones en el átomo), que es microscópico nosotros lo podemos plasmar macroscópicamente en una tabla.”* Por eso, prefiere la tabla por bloques para hablar a quienes saben poca química para ir de “lo macro a lo micro”:

“...cuando no saben mucha química, [...] empiezo con un formato con los bloques. Por el bloque s, este es el bloque p, este es el bloque d y este es el bloque f, que corresponde a la configuración electrónica, a lo macro de lo micro que se habla de la configuración electrónica.”

Además señaló que entre los recursos materiales y metodológicos que utiliza en sus clases, están los vídeos, los acetatos (transparencias) con tablas a medio llenar que va completando con los estudiantes, los ejercicios y las analogías, y citó en particular la analogía de comparar *“una probabilidad de encontrar esos electrones en un lugar o en otro, dependiendo, como si estuviésemos en un salón, y la mamá llamara por teléfono a la Universidad del Valle y dijera: “por favor, necesito a mi hijo...””* (Khang Goh, et al., 1994). Pero aclaró que la elección de los recursos depende más del grupo de estudiantes que del curso en sí.

Igualmente, a pesar de que en el programa no figuren prácticas de laboratorio, P11 comentó que implementa algunas, aunque sea a modo de demostración en el aula:

“Ahí en física (para estudiantes de física) yo tengo una guía en la que ellos miden las líneas de Ryberg les hago una parte experimental dentro de la teoría para que ellos puedan conceptualizar más eso. [...] les pongo a hacer con un cd, para que miren los espectros del átomo, y luego, hacemos la parte teórica.[...] Y la otra, es la ley periódica. [...] Como un metal, básico, un metal más agua da una base y entonces se les colorea la fenolftaleína, para que cambie y se vea, pues, el efecto de la base. Se les da introducción, con esa práctica, a la tabla periódica y también a las propiedades químicas.”

Por otra parte, durante la segunda entrevista, al comentar sobre los distintos formatos de tabla periódica, en particular sobre el formato número 7, P11 sugirió el diseño de unas hojas de trabajo similares a las propuestas por los docentes del perfil organizativo/símbolo:

“Esto me parece en relación a que debería haber un formato hecho por el maestro en el cual uno le llevara a los estudiantes solamente el croquis, y a medida que se fuera haciendo la química descriptiva o que se les pusiera a hacer trabajos a los chicos, decirles entonces pintemos de rojo los que son sólidos, pintemos de verde los que son tal, bueno, no solamente el estado sino los que son metales de transición, los que son del grupo principal y que fuera un sistema mnemotécnico que ellos mismos construyeran, hicieran su dibujito y de acuerdo a las propiedades le diéramos los colores necesarios.”

Preguntas de examen

Los cuatro comentaron sobre el tipo de preguntas que hacen a sus estudiantes. P4 las tenía preparadas y las leyó durante la entrevista. Según comentamos al final de la misma, parece ser que en la primera hay un error en el signo de la energía de ionización del potasio. Sin embargo, puesto que en este trabajo no estamos analizando las preguntas en sí mismas, sino el tipo de pregunta preferida por los docentes de cada perfil, este hecho no es relevante.

La primera pregunta de P4 (ver Anexo 8) está relacionada con el objetivo general que, como ya se ha mencionado, asignan los profesores a la tabla periódica: relacionar configuración electrónica con la ubicación del elemento en la tabla y con su comportamiento. La segunda pregunta, como lo explica P4, tiene que ver con las propiedades de las sustancias que son consecuencia de la configuración particular de cada átomo o ión. Aquí nuevamente aparecen las relaciones no explícitas entre el macro lenguaje y el micro lenguaje, ya que, por ejemplo, el punto de fusión es una propiedad de una sustancia (macro) mientras que el estado de oxidación se refiere a un ión (micro) (Pacault, 1994). Sobre esta pregunta P4 comentó:

“...O sea que usted tiene todos los puntos de fusión. En este punto usted puede identificar los estados de oxidación, el manejo del radio, explicar por qué se cambia esos puntos de fusión, y cuando usted identifique el estado de oxidación puede identificar también cómo se va moviendo en los grupos, cuando usted mire el punto de fusión puede identificar también cómo se combinan los elementos, y cuando se combinan los elementos usted puede llegar a los tipos de enlace. Entonces ahí tiene usted para reírse.. (risas) Si usted logra que un estudiante le explique esto, usted ya tiene un camino impresionantemente recorrido, porque usted ya ve que el estudiante le maneja la tabla periódica, le maneja los estados de oxidación, le maneja como esos estados de oxidación vienen porque A tiene diferentes tipos de enlace, puede saber qué es un enlace, como diferencia los enlaces iónicos de los enlaces covalentes, puede diferenciar incluso estado líquido de estado sólido o estados gaseosos, o sea que usted está hecha. Con esos dos ejemplos le he recorrido toda la tabla periódica.”

Con P15 y P16 no hubo conversaciones previas a la segunda entrevista, en la que se solicitaban las preguntas, por lo tanto, respondieron espontáneamente. Los dos coincidieron con P4 en que, primero: *“... que a ti te den un elemento y seas capaz de situarlo en la tabla periódica y decir cosas de este elemento... es importantísimo”* (P15), porque *“un elemento dónde está situado en la tabla periódica, debe indicar una cosa”* (P16). En este sentido está formulada la primera pregunta de P11:

“¿Por qué si los elementos se ubican de acuerdo a la configuración electrónica el He no está en el grupo 2?”

P15 y P16 propusieron preguntas muy parecidas a las de P4, referentes a estados de oxidación y variación de las propiedades periódicas a lo largo y ancho de la tabla periódica.

“Hombre para mí es fundamental saber cómo varían las propiedades periódicas. [...] O sea que a ti te den un elemento y seas capaz de situarlo en la tabla periódica y decir cosas de este elemento, para mí es importantísimo. O sea, reaccionará o no reaccionará, qué estados de oxidación le preveo que este elemento normalmente, ¿es normal tener nitrógeno cinco o no es normal? ¿será estable o no será estable un compuesto de nitrógeno cinco?” (P15)

P16, resumió sus preguntas y justificó sus razones para su elección:

“... el eje de la primera pregunta sería, el eje de la ordenación actual, en la que se basa la química, ¿en qué consiste? ¿qué característica del elemento es la que realmente define esta ordenación? La segunda sería algunas consecuencias de esta ordenación... [...]. Pues me referiría un poco a características físicas y químicas de estos tres bloques de elementos. O sea, un elemento dónde está situado en la tabla periódica, debe indicar una cosa.” (P16)

En segundo lugar, todos están de acuerdo en que las propiedades microscópicas de los átomos confieren propiedades macroscópicas a las sustancias, y son estas últimas las que, en definitiva, tanto a P15 como P16 les interesa que los estudiantes pueden explicar. Al respecto, P15 concluyó:

“¿qué quieres que sepan los alumnos cuando tú has terminado tu curso? [...] a mí lo que me interesa siempre es conocer las propiedades de las sustancias, eso es lo que a mí me interesa”.

P16, por su parte, como comentario final, añadió:

“... yo acostumbro a preguntar a los alumnos qué características físicas (estado sólido, líquido, gas; incoloro o no; en polvo o cristalino, y otras, según el curso) cabe esperar para los diferentes tipos de elementos y compuestos químicos. Por ejemplo, si necesitamos preparar una práctica partiendo de una sal de un metal de transición, ¿de qué botellas del almacén me he de fijar y leer la etiqueta? ¿De cuales no?”

En este sentido, como ya se anotó, P15 al referirse a las propiedades de las sustancias comentaba:

“Tengo un sólido, tengo un líquido tengo un gas. O tengo color tal, color cual, o es soluble, o insoluble... esto es lo que a mí me interesa. Pero para esto necesito obligatoriamente conocer la estructura, y para conocer la estructura necesito conocer el enlace. Por lo tanto, comienzo hablando al revés. Yo empiezo hablando del enlace, del enlace me voy a las estructuras, y de las estructuras, hablo de propiedades. Ah, claro, antes del enlace tendría obligatoriamente que hablar de los elementos, como tales.”

Finalmente...

Como puede observarse, estos cuatro docentes, cuya visión de elemento no está absolutamente identificada ni con la de átomo, ni con la de sustancia, se refieren constante y alternadamente a los dos niveles (el micro y el macro) y los hacen coincidir en una misma tabla. Por una parte destacan que la base de la tabla periódica es la configuración electrónica de los átomos y, por otra, priorizan el conocimiento del comportamiento y de las propiedades de las sustancias como objetivo principal de la enseñanza de la tabla periódica. Las palabras de P16 al concluir la entrevista, resumen la esencia de este perfil:

“O sea que en base a estos elementos se puede explicar muchísimas cosas relacionadas con nuestra existencia y con nuestra calidad de vida. ... por eso yo digo que todo es química, porque una cosa es lo que observamos con los ojos, y otra cosa es lo que hay detrás de lo que uno puede ver con la vista, y lo que hay detrás son elementos químicos, son átomos de elementos químicos.”

Comentario global

En síntesis, estos tres perfiles muestran, por un lado, tres interpretaciones o lecturas de la tabla periódica como inscripción global:

1. *“Una herramienta preciosa para el químico [...] un instrumento que le permite a uno entender muchos principios de la química”*(P1)
2. Una ayuda para disminuir la entropía del conocimiento porque *“resume las propiedades, resume las relaciones, resume la lógica de la presentación, del orden que hay de la materia...”* (P13)
3. Aquello que permite: *“...dar a conocer los elementos, los constituyentes de las sustancias, [...] para poder explicar cómo es que se están constituyendo las sustancias realmente...”* (P4)

Mientras que, por otro, la lectura parcial de los símbolos que hay en ella, según los profesores entrevistados, puede estar asociada a elementos, átomos o sustancias. A su vez, el concepto de elemento es equiparado con el de sustancia, átomo, símbolo, especie o simplemente no lo saben definir.

Capítulo 8

Discusión global de los resultados

1. Introducción

Una vez analizados y discutidos los resultados obtenidos en cada una de las partes de nuestra investigación, procederemos en este capítulo a ensamblar las piezas con el ánimo de poder tener una visión de conjunto de toda esta memoria.

En primer lugar, discutiremos lo encontrado con respecto a los profesores. En segundo lugar, correlacionaremos los resultados de los profesores y los de los libros de texto. Y, finalmente, haremos algunos comentarios acerca de la revisión del JCE y los libros de texto.

2. Acerca de los profesores

El análisis realizado con las respuestas de los profesores nos llevó a su clasificación en tres perfiles, cada uno de ellos determinado por la función asignada a la tabla periódica en sus cursos y a su visión de elemento. Estos tres perfiles corresponden, como acabamos de discutir en el pasado capítulo, primero, a un grupo que considera que la función principal de la tabla es ayudar a la enseñanza y comprensión de la química y, de otro lado, que el elemento es sinónimo de sustancia. En segundo lugar, están los que le asignan a la tabla una función organizativa de la información química y consideran el elementos como un símbolo. Y, finalmente, un tercer grupo de profesores para quienes la enseñanza de la tabla en los cursos generales cumple la función de explicar el comportamiento de las sustancias. Este último grupo, menos uno de sus miembros, no da una definición clara de elemento. Sin embargo, uno de ellos lo define como especie, lo cual nos parece representativo y podría ser aceptado por los demás. En síntesis, como afirma P3: *“la tabla periódica proporciona*

una visión de conjunto de la química.” De acuerdo con la lectura total que los profesores hacen de la tabla, su enseñanza adquiere ciertos matices característicos.

2.1. Acerca de los perfiles

Así, como ya se discutió en los capítulos 6 y 7, pudimos observar cómo los profesores con perfil didáctica/sustancia enseñan estructura atómica antes de la tabla periódica, puesto que consideran que de esa forma se puede explicar de una mejor manera tanto la tabla como las propiedades periódicas. Contrario a uno de mis supuestos de partida, el recuento histórico es mucho más frecuente entre los profesores del departamento de lo que yo esperaba, y en particular, es otro de los temas comunes en este grupo para ayudar a la construcción de los modelos por parte de los estudiantes.

Por su parte, los del perfil macro/indefinido son los únicos que incluyen química descriptiva en su curso, mientras que ninguno de los del perfil organizativa/símbolo lo hace y muy pocos de los del perfil didáctica/sustancia.

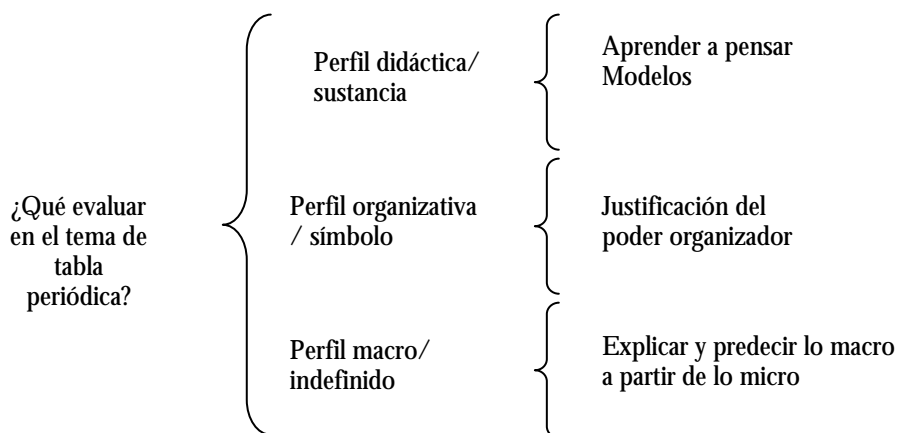
En cuanto a los recursos materiales que utilizan, se percibe que tanto los profesores de los perfiles didáctica/sustancia como los del macro/indefinido prefieren aquellos que permiten “mostrarle” la química a los estudiantes, es decir, son recursos en los que el estudiante asume un papel pasivo. Estos profesores le “muestran” fotos, videos, dibujos e, incluso, algunos hacen “demostraciones” en la clase. En cambio, los del perfil organizativa/símbolo optan por aquellos en los que el estudiante tiene que “trabajar”, ya sea con las hojas de trabajo a medio llenar, o con la tarea de buscar en internet la información requerida.

Como ya se comentó, los programas que entrega el departamento a los profesores son muy escuetos en cuanto a lo que se ha de enseñar de cada tema en los cursos, pero sí existe en toda la Universidad una norma muy explícita de la forma en que se han de evaluar. Tal como dice P7, lo establecido son dos exámenes parciales con lo que todas las otras evaluaciones que el profesor quiera hacer van más encaminadas a la autorregulación del aprendizaje por parte de los estudiantes que a la determinación de una calificación final.

En el punto de caracterización de los perfiles ya se discutió sobre el tipo de preguntas que los docentes (no todos, como ya se dijo) entregaron. Lo que encontramos en general es que aunque la base de las preguntas sea en esencia la misma en todos los casos, la intención de cada perfil es diferente.

En conclusión, todas las preguntas giran alrededor del poder de la tabla periódica para recoger y ordenar una gran información que resulta de mucha utilidad para la química y permite la predicción de ciertos comportamientos en las sustancias. Como se analizó en la discusión de los perfiles, y puede verse en el Anexo 8, hay preguntas similares aportadas por distintos profesores, no obstante, cada perfil se caracteriza por enfatizar unos aspectos más que otros.

La red 1 resume la característica principal que se evidencia en las preguntas aportadas por los docentes de los cuatro perfiles encontrados.



Red 1

2.2. Acerca del uso de las analogías

Acerca del uso de las analogías como herramienta didáctica, uno de nuestros supuestos de partida estaba basado en la relación triangulada representada en la figura 1.

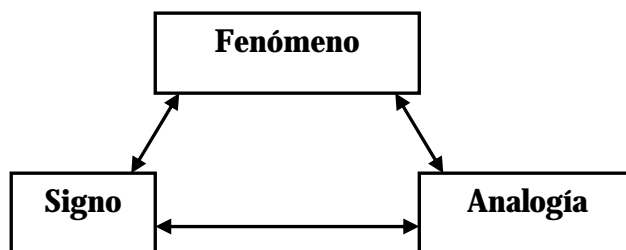


Figura 1

De acuerdo con esa relación, considerábamos que cada signo en la tabla periódica ha llegado a ocupar un lugar en particular y tiene un nombre propio por analogía con otro fenómeno, hecho, lugar o personaje. Y que, por otra parte, los profesores utilizaban las analogías para extraer esta información condensada en la tabla.

La figura 2 muestra el recorrido que a nuestro parecer se lleva a cabo desde que un elemento es (o fue) colocado en la tabla periódica y el momento en que es explicado en un salón de clases.

La primera parte de la figura 2 corresponde a lo que hemos determinado “desde la ciencia”. Para que un elemento ocupe un sitio específico en la tabla debe tener unas características similares o “análogas” a las de los otros miembros de grupo y del período respectivos. Por ejemplo, el magnesio está en el tercer período porque sus electrones de valencia están en el tercer nivel de energía, como todos los elementos en esa fila, está en el segundo grupo, por tener dos electrones en su último nivel de energía que le confiere ciertas características de comportamiento químico que lo clasifica dentro de los “metales alcalinotérreos” y debe su nombre a su origen en Magnesia, en la antigua Grecia (Ringnes, 1989).

Para que un elemento tenga un nombre y un símbolo en la tabla periódica, debe haber un consenso internacional. Ha habido casos en los que un mismo elemento ha sido llamado de maneras diferentes, como el 104 (Kurchatovio y Rutherfordio), pero finalmente, ha sido necesario llegar a acuerdos. De modo que, cuando un elemento ya está ubicado y nombrado en la tabla periódica, algo quiere decir.

La segunda parte de la figura 2, que hemos denominado “desde la didáctica”, corresponde a la interpretación que los profesores hacen de esos signos que hay en la tabla. A diferencia de lo que ocurre en la primera parte de la figura que, como ya hemos dicho es un proceso de acuerdo de la comunidad científica internacional, la segunda parte es un proceso individual independiente. Como hemos visto en este trabajo, cada profesor interpreta la información contenida en la tabla de diferente forma, lo cual matiza su manera de explicarla.

Las respuestas a la pregunta 6 de la segunda entrevista evidenció que pocos profesores se han detenido a analizar las analogías contenidas en la tabla periódica. Sólo unos cuantos se refirieron al nombre de “familia” para los grupos, y en algunos casos, esta respuesta fue inducida por la entrevistadora. Unos pocos aludieron el origen de los nombres de los elementos relacionados con la mitología o con alguna propiedad en particular del elemento. Pero en forma general, todo parece indicar que este no es un tema de gran interés o curiosidad entre los profesores participantes en esta investigación. Para motivar el estudio de otros aspectos que pueden aprenderse a partir de la tabla periódica, propongo en el capítulo de innovaciones el Sabelotodo de la Tabla Periódica.

Por el contrario, como se vio en la sección IV del capítulo 6, las analogías sí son importantes para este grupo de profesores al momento de explicar tabla periódica y, especialmente, propiedades periódicas. Esta tendencia es mucho más notoria entre los profesores de la Universidad del Valle que en los de la Universidad Autónoma de Barcelona. Respecto a estos últimos, como ya se dijo y como ellos mismos comentaron durante la entrevista, probablemente utilizan más de las que dicen usar, como ya lo demostramos con las varias y ricas analogías presentadas por P16.

Ya se ha dicho que muchas de las analogías propuestas por los docentes se refieren a los modelos o a algunas consecuencias de los fenómenos explicados y no a las propiedades en sí. Sin embargo, para mí es personalmente valioso haber realizado mis dos investigaciones dentro de mi ámbito de trabajo cotidiano, puesto que, como comenté brevemente, los resultados de la investigación sobre el uso de las analogías han servido de base para la reflexión sobre su implementación y mejoramiento como herramienta didáctica.

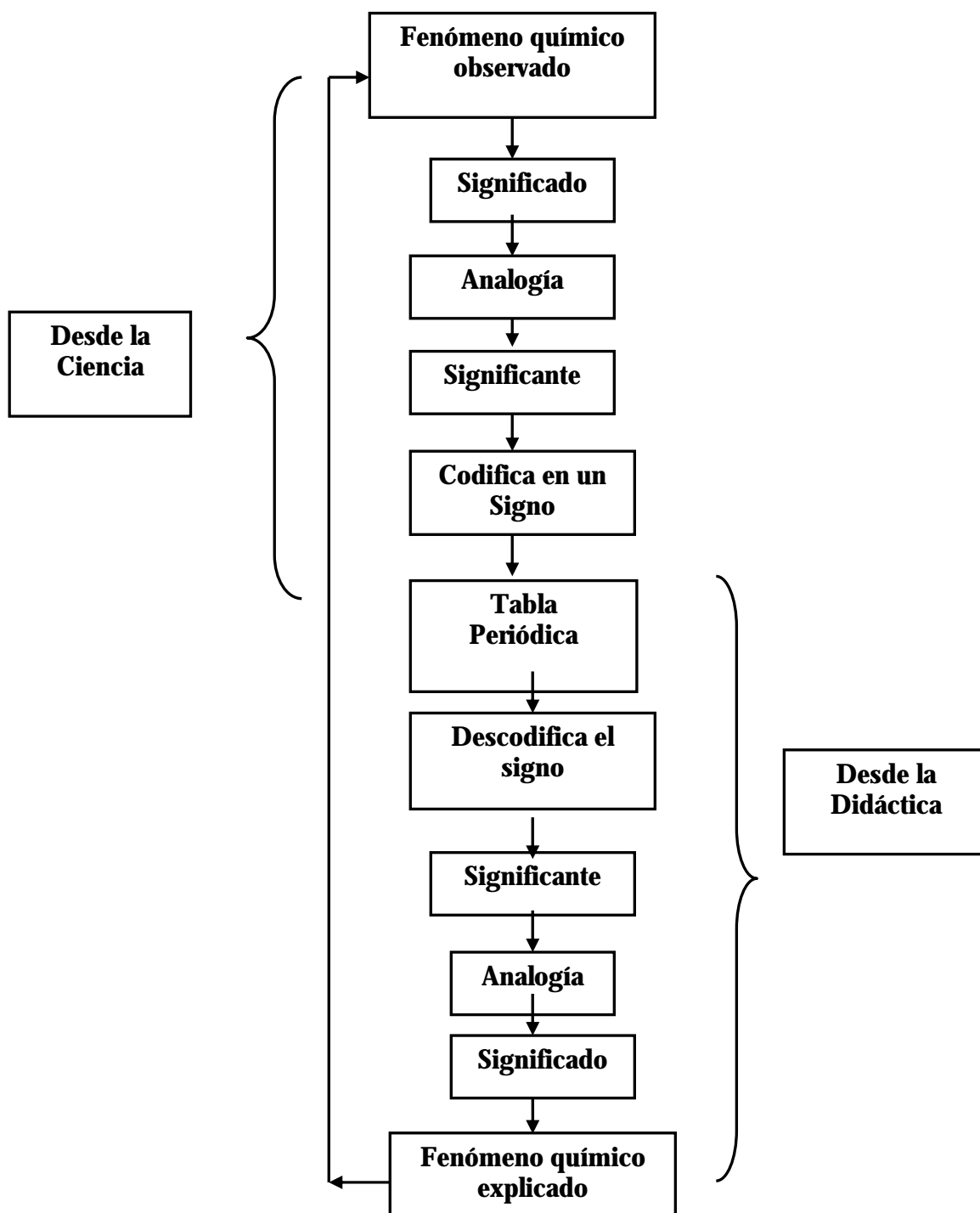


Figura 2

Esta mutua retroalimentación puede explicar por qué algunos profesores que fueron clasificados inicialmente como reticentes, en la segunda entrevista sobre la tabla periódica ya incluyan las analogías dentro de la explicación de algunos de los temas de nuestro interés.

A pesar de que, como sabemos, no todos los profesores que participaron de este trabajo lo hicieron en el de las analogías, queremos presentar una correlación entre los perfiles encontrados ahora y la tipología encontrada en el uso de las analogías para los docentes que hicieron parte de los dos.

| Perfil | Didáctica/sustancia | Organizativa/símbolo | Macro/Indefinido |
|--------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Tipología | | | |
| Entusiastas | P1 | - | - |
| Pragmáticos | P3 | P9 | P4 |
| Reflexivos | - | P7, P13 | P11 |
| Reticentes | P2, P6, P10 | P8 | - |

Tabla 1

P1, fue quien más analogías nos dio en nuestro primer trabajo y, de hecho, su discurso cotidiano está lleno de analogías. Ya vimos como al referirse a la química descriptiva la describió en forma análoga a como le enseñaban la historia de Colombia en la escuela.

P7 fue otro de los que mantuvo su carácter “reflexivo” en todas las entrevistas. No sólo en cuanto al uso de las analogías sino en cuanto a los temas a enseñar en química general. Fue él quien más cuestionó las dificultades que ocasiona en los estudiantes la mezcla de los modelos atómicos, por ejemplo. Esta misma característica reflexiva la encontramos también en P13, al referirse a los distintos temas de la tabla periódica y en particular al trabajo de Dimitri Mendeleiev. En cuanto a P11, la analogía que utilizó para explicar la probabilidad de encontrar el electrón en una cierta región del espacio, fue narrada con detalles en su estilo reflexivo.

La única nueva analogía suministrada por P9 fue la del átomo como “ladrillito” de la materia del mismo corte pragmático de las de la primera vez.

Considero que la conclusión de esta correlación es que los perfiles encontrados en el presente trabajo están más relacionados con el conocimiento profesional de cada profesor, en el que confluyen todos los saberes adquiridos en su formación y práctica profesional, mientras que el uso de las analogías está más influenciado por las características personales de cada uno, con su forma de ser.

3. Acerca de los profesores y los libros de texto

Los resultados obtenidos en el análisis de la revisión de los libros de texto y en las distintas consultas a los profesores, permiten establecer algunas correlaciones entre ellos.

Por una parte, la polisemia del concepto elemento encontrada en los libros de texto pueden ser una de las causas de la pluralidad de significados asignadas a este concepto por parte de los profesores. De hecho, todos los profesores con perfil didáctica/sustancia, menos P1, definen elemento como sustancia, al igual que lo hace la mayoría de los libros consultados. Como ya se vio, incluso los libros que caracterizan el elemento por el número de protones en su núcleo, muchas veces ya lo han definido en el primer capítulo como “sustancia que no puede descomponerse en otras”. Esta misma presentación evolutiva del concepto elemento suele repetirse también en las clases.

En los libros encontramos tres caminos de acceso a la tabla periódica: desde la historia, desde la configuración electrónica y desde el estudio de las sustancias. En los profesores consultados este último camino no se da, aunque sí lo encontramos en la literatura (Albadalejo et al, 1981; Bensaude-Vincent, 1994a).

El camino histórico es preferido por los profesores con perfil didáctica/sustancia. En los textos encontramos que los que acceden por este camino también definen elemento como

sustancia. No obstante, la historia no es siempre un tema tratado en la enseñanza de la tabla periódica ni por los libros ni por los docentes.

En cambio, tanto en los libros como en los profesores, la presencia de la estructura atómica antes, durante o después de la enseñanza de la tabla periódica es incuestionable. Unos y otros consideran que la base en que se fundamenta la tabla es la estructura atómica y por lo tanto, no importa las vueltas que den, siempre terminan asociándolas y justificando la una en la otra.

El camino de las sustancias en los libros de texto comparte con el histórico precisamente incluir algo de la historia que condujo a la tabla que hoy conocemos. Como ya dijimos, este camino no apareció en nuestra investigación con los profesores, pero sí encontramos en los del perfil macro/indefinido un énfasis en explicar las propiedades de las sustancias con base en la información recogida en la tabla periódica. Es decir, no acceden a la tabla a través de las propiedades de las sustancias sino que utilizan la tabla para explicar tales propiedades. Algo similar a la relación simbiótica entre la tabla periódica y la estructura atómica en la literatura.

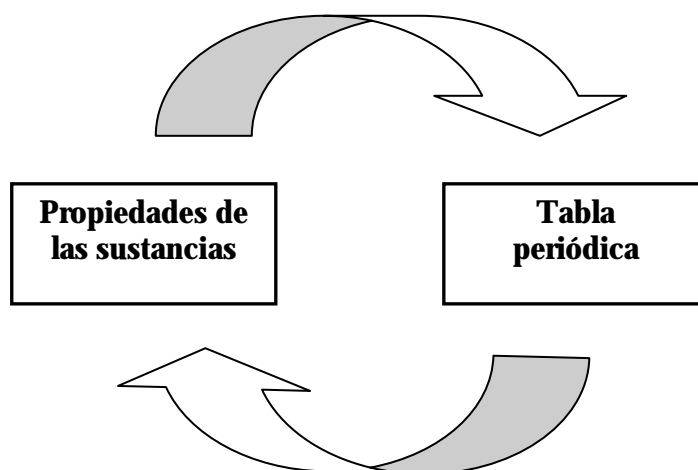


Figura 3

De otro lado, se pone en evidencia que en este momento mientras los profesores y los libros de texto coinciden en la importancia de enseñar las propiedades de Ma, (siguiendo la nomenclatura de Izquierdo, 2003a), como por ejemplo, la carga nuclear efectiva, el radio, la

energía de ionización, etc., los dos componentes directamente relacionados con el modelo Md: la química descriptiva o “química de las sustancias” y los laboratorios de química, han ido desapareciendo del currículo de química general. Así, el estudio de la química se está resumiendo al “pensar” y al “decir” dejando por fuera el tercer componente, tan importante como los otros dos, el “hacer”. A este paso los estudiantes de química general se quedarán sin saber como son de verdad las sustancias de las que tan expertamente hablan en sus cuadernos y en sus exámenes.

En cuanto a las propiedades periódicas presentes en el capítulo de tabla periódica, ya vimos que sólo el radio y la energía de ionización tienen un lugar fijo. Las demás, como afinidad electrónica o electronegatividad, pueden estar o no en ese capítulo, pero casi siempre son mencionadas en algún capítulo del libro, mientras que la polarizabilidad brilla por su ausencia. Todas estas propiedades, menos, otra vez, la polarizabilidad, suelen ser enseñadas por la casi totalidad de los profesores.

La carga nuclear efectiva, por su lado, ha ido ganando un lugar de honor. Más allá de la configuración electrónica y de los números cuánticos como fundamentos de las tendencias y ordenamientos encontrados en la tabla periódica, ahora parece ser la carga nuclear efectiva la que sostiene el andamiaje de la periodicidad (Waldron et al., 2001). Tanto los profesores como los libros de texto en general se refieren a ella, ya sea cuantitativamente o al menos, cualitativamente.

Como se comentó en su momento, quienes más enfatizan la importancia de la enseñanza de la carga nuclear efectiva al comenzar la explicación de las propiedades periódicas son los profesores y profesoras del área de química inorgánica, ya que este es uno de los temas centrales no sólo de los cursos de química general sino de química inorgánica general. Lo que deseo resaltar en este momento es que así como este es un tópico relevante en una de las áreas de la química, hay otros temas de química general, como la termodinámica y la cinética en los que los profesores del área de fisicoquímica pueden probablemente tener mayor dominio, y otros, como equilibrio químico, por citar sólo un ejemplo, en los que los especialistas del área de analítica pueden tener mucho que aportar a los demás. Mi sugerencia va en el sentido de que estos cursos generales que abarcan tantos temas de

diferentes áreas de la química, se coordinen de manera que todos podamos beneficiarnos del saber y experiencias de otros para cumplir de la mejor manera nuestra labor docente.

4. Acerca de los libros de texto y la revisión del Journal of Chemical Education

Los resultados de los análisis de estas dos fuentes de información corroboran, en primer lugar, el anacronismo en la aparición del conocimiento científico en los libros de textos evidenciado en otras investigaciones (Huggins, 1926; Foster, 1939; Bouma, 1989). Un caso concreto es el de la denominación de los grupos de la tabla periódica. Veinte años después de que la IUPAC acordara una nomenclatura (Loening, 1984) se siguen encontrando en los libros las denominaciones A y B.

En segundo lugar, en ambos el concepto elemento sigue teniendo múltiples interpretaciones y usos, tanto cuando es explícitamente definido como cuando, en la literatura científica es aludido a través de la tabla periódica al hablar de cosas tan diferentes como, por ejemplo, estabilidades nucleares (Blanck, 1989) y formas alotrópicas (Singman, 1984).

Al respecto, es conveniente tener en cuenta que muchos profesores acuden directamente a la literatura científica para mantenerse actualizados profesionalmente. Por esta razón, los libros de texto son sólo una de sus fuentes de información. De ahí que hayamos denominado el capítulo 5 “una transposición”. Sin embargo, según el panorama aquí expuesto en cuanto se refiere directamente al concepto elemento, la literatura científica tampoco acaba de aclarar la situación..

En la literatura científica se siguen encontrando todo tipo de definiciones y posiciones, asignando al elemento funciones tan variadas como ser el origen primario, conservar las cualidades, ser el límite de la descomposición o ser la unidad de combinación (Bensaude-Vincent, 1994a). La IUPAC sigue relacionando elemento con sustancia (Thibault, 1994), mientras que otros, como Bullejos et al. (1995), afirman que: “*En los cambios químicos se*

conservan los elementos, esto es, los átomos...” y algunos más osados, como Pacault (1994), llegan incluso a proponer su eliminación del lenguaje químico, ya que en el microlenguaje lo adecuado, según el autor, es hablar de átomos y en el macrolenguaje, es la sustancia. Este tipo de posición tan radical no aparece todavía ni en los libros de textos analizados ni en las respuestas de los profesores, pero no hay que olvidar que, de acuerdo con Bouma (1989), los desarrollos científicos se demoran veinticinco años en llegar a los libros de texto, con lo cual, si la idea de Pacault llegara a germinar, es posible que dentro de unos años la discusión sobre el concepto elemento llegue a su fin. No por haber logrado una unanimidad de opinión dentro de la comunidad científica y docente, si no por haberlo borrado de la química para siempre.

Mientras tanto, lo que aflora de este trabajo es que para poder comprender química y significativamente lo que es un elemento químico se requiere de la interrelación del pensar, el decir y el hacer, y la tabla periódica es la herramienta didáctica más útil para organizar, explicar y comprender todo el conocimiento que ella encierra acerca de esos elementos químicos.

5. Acerca de Dimitri Mendeleiev

No podría terminar esta discusión sin dedicar unas líneas al gestor de todo este trabajo: Dimitri Mendeleiev. Independientemente de todo el trabajo previo que otros habían adelantado buscando una organización para los elementos, de las equivocaciones que haya podido tener, como el incidente con la inclusión del éter en la tabla, y de todas las propuestas que le hayan sucedido, parece existir un consenso general en la comunidad química en cuanto a que Mendeleiev marcó un momento histórico en la química, como lo hizo un siglo antes Antoine Laurent Lavoisier.

Al ser consultados sobre Mendeleiev y su trabajo, solamente uno de los profesores participantes en esta investigación respondió que:

“Es que yo para mí, tiene muy poco mérito, lo siento. Yo para mí no es el que tiene más mérito, yo creo que el que hizo.... primero no era él solo, fueron dos a la vez, y en dos países diferentes, por lo tanto no es sólo Mendeleiev. Hombre, evidentemente la tabla que tenemos ahora, sea del que sea, es perfecta para

trabajar y para un curso de química a cualquier nivel. Porque el hecho de poder permitir sistematizar para mí es fundamental...” (P15)

Todos los demás estuvieron de acuerdo en que su ley no sólo organizó los elementos y permitió predecir algunos desconocidos en ese momento, si no que perduró con el tiempo y hasta ahora, como lo hemos comentado en repetidas ocasiones en esta memoria, no ha habido otro formato que lo supere.

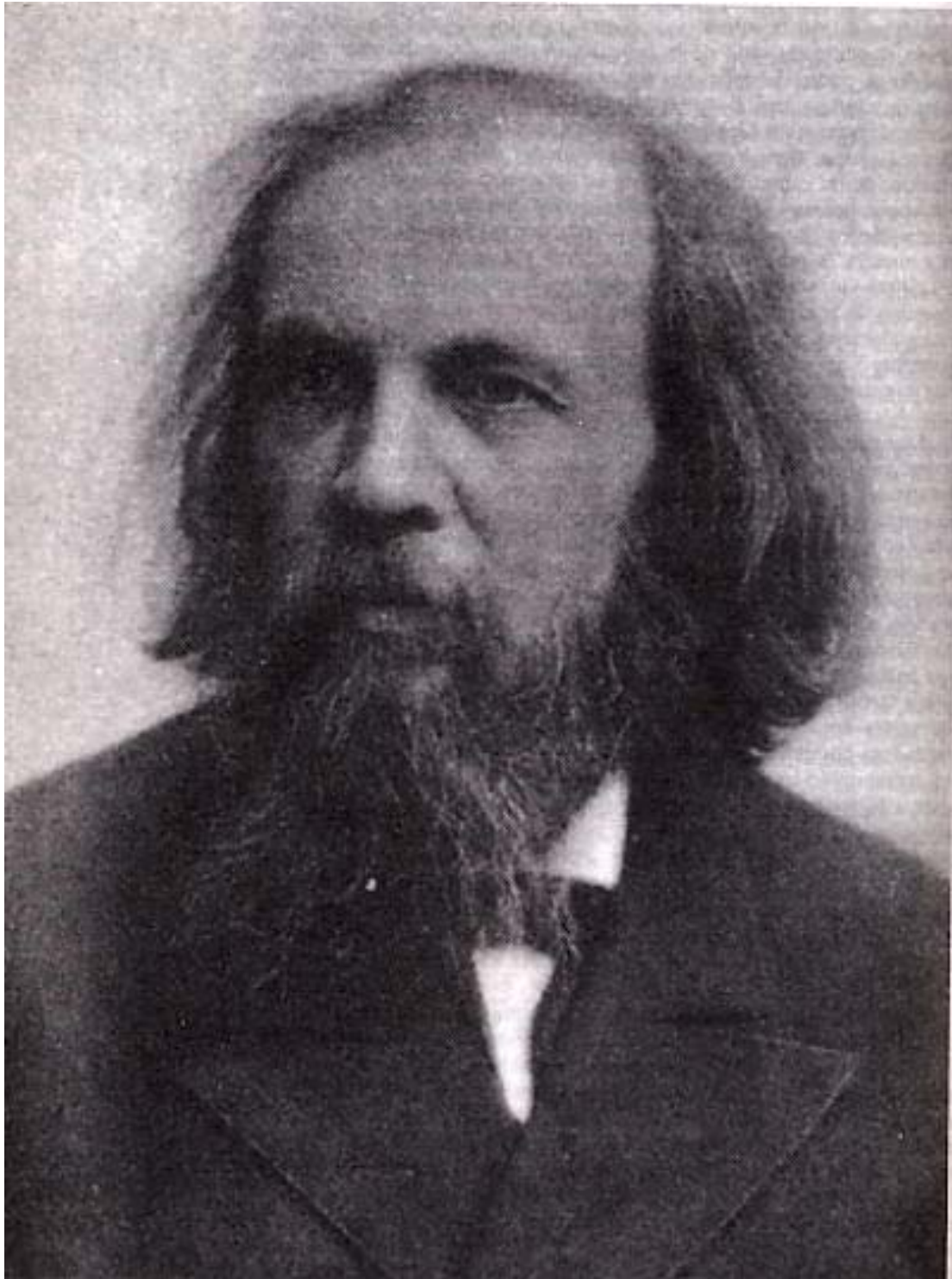
Las respuestas de P13 y P16 son especialmente detalladas en halagos y reconocimiento a la labor de quien consideran “...como un genio, precisamente porque no se conformó con tener alguna información independiente y aislada de los elementos que se conocían en esa época...” Al referirse a él, a P16 se le nota su especial admiración:

“Para mí es un personaje terriblemente atractivo... terriblemente atractivo... Por su carácter, por su implicación en la vida político social de su época, por su constancia, por su interés, porque no paró de luchar. Porque es una persona sorprendente, ¡hombre...!”

La tabla 2 resume las respuestas dadas por los profesores en la última pregunta de la primera entrevista.

Personalmente, como lo dije en el capítulo 5, al comenzar el análisis de su libro *Principios*, me siento privilegiada por haber podido acceder directamente a este texto que vio nacer la ley periódica y la tabla que tanta utilidad sigue prestando en nuestros días.

Como cierre de este capítulo me permito incluir la carta que envié a mis amigos y amigas en Colombia, en las que recojo mis impresiones sobre Mendeleiev después de la lectura de su libro.



Mi amante ruso

Mis queridos todos:

Hace días que estoy por escribirles sobre mi nuevo amor, pero entre que he tenido mucho trabajo y el tiempo que él me absorbe, no había podido. Se trata de un químico ruso con el que ando enredada hace unos meses; es un acuariano meticuloso, aficionado a las cartas, ¡le encantan los solitarios! Y además, escribe, sobre química principalmente, pero en sus textos revuelve de todo un poquito, historia, formación personal, y también habla de amor.

Una vez leí a hurtadillas algo que le había escrito a una de sus hijas: “La razón no es enemiga del corazón, le sirve de ojos. No deis nada por los ojos, aún los más dulces, aún los más tiernos, pero por el corazón, dadlo todo. No busquéis la inteligencia, la apariencia exterior: elegid por compañeros el corazón y el trabajo. Casaos escuchando a la vez el corazón y la razón. Si el corazón no está de acuerdo, huid lejos; si la razón no consiente, huid también...” en fin... otro “loquillo hermoso”.

Y, ¡si lo vieran! Tiene una barba desgreñada y el pelo largo, canoso... bueno, es que no les he contado, pero es un poquito mayor que yo (creo que ya les había anticipado que me estaba volviendo gerontofílica), aunque como dice Saint-Exupéry: “No se ve bien si no con el corazón, lo esencial es invisible a los ojos”. La verdad, me han cautivado su inteligencia y la sabiduría de sus discursos. Sus palabras son sabias y precisas y a pesar de que yo ya sabía de su existencia desde hace tiempo, nunca antes me había interesado tan de lleno en su trabajo. Por él he aprendido en estos meses muchas cosas bellas sobre la química, la historia de la química y sobre conceptos que aún hoy siguen teniendo ambigüedades y que hacen parte de mi trabajo de investigación.

Además, tiene un amigo, químico también, ¡y músico! Y como mi vida parece una novela, pues en el pasado concierto del coro de la Universidad Standahl, donde estudia Toñita, mi niña interpretó una de sus obras, ¡que pequeño es el mundo! ¿cierto?

¡Ah!, no se preocupen por Alvarito, él ya sabe, él conoce todos mis amores... pero todavía no les he dicho cómo se llama el hombre que compite los fines de semana con mi nieTomás amado, y por quien me escapo al Ateneo de Barcelona domingos enteros para pasar largas horas en su compañía... se llama Denetrio, aunque en ruso suena mucho más bonito, ¡Dimitri!... ¡Dimitri Mendeleiev!

Lástima que ya no ande por este planeta, pero como decía la canción de los 60's: “Al final, las obras quedan, las gentes se van...” Y sí, leer sus “Principios de Química” escritos hace más de un siglo, es como escucharlo hablar y explicar hasta el último detalle para que el alumno-lector aprenda... bueno, no los aburro más, lo que pasa es que cuando “una” se enamora no se cansa de hablar del amado, y este hombre me tiene ¡embelesada!

Un beso

Ritik

P.D. y su amigo es ¡Borodin!

| | P1 | P2 | P3 | P4 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | P12 | P13 | P15 | P16 |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Establecimiento de la ley | X | | | | | | | | | | | | | |
| Su osadía | | X | | | | | | | | | | | | |
| Predicción de elementos | | X | X | X | | | | | X | X | X | | | X |
| Clasificación de elementos | | | | | X | | | | | | | X | | |
| Su sistema perduró | | | | | | X | X | | | | | | | |
| Capacidad de ver el orden de la naturaleza | | | | | | | X | | X | | | | | |
| Encontrar orden en la historia | | | | | | | | | X | | | | | |
| Originalidad | | | | | | | | | | | | X | | |
| Organización de acuerdo a Z | | | | | | | | X | | | | | | |
| No le encuentra mérito | | | | | | | | | | | | | X | |

Tabla 2

Capítulo 9

Conclusiones, innovaciones y propuestas

1. Introducción

Una vez analizados los datos y discutidos los resultados, procederemos a formular las conclusiones guiados por las preguntas y objetivos de investigación que nos planteamos al comenzar este trabajo.

Igualmente quedarán aquí consignadas las reflexiones personales que este trabajo ha generado y algunas innovaciones y propuestas relacionadas directamente con la enseñanza de la tabla periódica en los cursos generales de química.

2. Acerca de la revisión del JCE

La revisión bibliográfica del Journal of Chemical Education comenzó siendo parte de una rutina normal dentro de toda investigación y terminó constituyéndose en una pieza fundamental de la misma. Como también lo señalé oportunamente, sé que este es sólo el inicio de un largo y diversificado camino que conduce a los orígenes y permite interrelacionar los desarrollos científicos en los que se soporta la ciencia que hoy enseñamos. Sin embargo, considero que esta primera revisión me ha ofrecido un panorama general de los avances científicos más importantes relacionados con la evolución y enseñanza de la tabla periódica a lo largo del siglo XX.

Con respecto a la revisión del Journal of Chemical Education los objetivos planteados fueron:

- Conocer las distintas definiciones de elemento propuestas por la comunidad científica antes de ser “consolidadas” en los libros de texto.
- Determinar la interacción de la tabla periódica con otros desarrollos científicos como la determinación de la estructura atómica.
- Comparar las ideas actuales de los profesores participantes de esta investigación con las propuestas presentadas por otros profesores para la enseñanza de la tabla periódica.

Primer objetivo: Definición de elemento

En cuanto al primer objetivo encontramos que el elemento químico sigue sin tener una única definición. El artículo de Menschutkin, (1937) hace un recuento de la historia del elemento, critica la interpretación de elemento como sustancia simple y, basado en las resoluciones de la International Union de 1923, define elemento como un “principio”, un conjunto o agregado de átomos o iones caracterizados por su número atómico. Esta es una definición muy cercana a la que hemos comentado en nuestro trabajo, en el sentido de considerar un elemento como una “especie”.

Dentro de los artículos revisados en el JCE no hay ningún otro que explícitamente defina elemento, aunque discutan tangencialmente las definiciones históricas. Sin embargo, sabemos de otra fuente (Thibault et al., 1994), que en 1990 la IUPAC redefinió elemento de la siguiente manera: *“Elemento: Un elemento (o sustancia elemental) es materia, en la que todos sus átomos son iguales por tener la misma carga positiva en el núcleo”*, con lo cual, para muchos, elemento volvió a ser sinónimo de sustancia simple.

De otra parte, de acuerdo con la didáctica, encontramos definiciones como las planteadas por Bullejos et al (1995, p. 40, ya citados) en las que claramente se distingue la diferencia entre elemento y sustancia simple:

“La sustancia simple es un sistema que posee un conjunto de propiedades características, tales como punto de fusión, ebullición, densidad, etc., mientras que el elemento es una clase de átomos de los que suponemos, según la teoría atómica, que están compuestas las sustancias. Los elementos no poseen

propiedades características como las sustancia. [...] En los cambios químicos se conservan los elementos, esto es, los átomos, pero no se conservan las sustancias simples”.

que en mucho es lo mismo planteado por Mendeleiev al promulgar su ley periódica.

No obstante, a pesar de no estar explícita, esta polisemia del concepto elemento sí se trasluce en el JCE en la variedad de tablas encontradas basadas en aspectos tan diferentes como el estado de agregación (Ternstrom, 1964; Marshall, 2000), las estabilidades nucleares o la desintegración de elementos radioactivos (King y Fall, 1940) o la química de “un solo átomo” (Hoffman y Lee, 1999).

Por lo tanto, mientras la comunidad científica continúe utilizando la palabra elemento para referirse a tantas cosas diferentes (Bensaude-Vincent, 1994; Pacault, 1994), los libros de texto reflejarán esta misma pluralidad (Roundy, 1989; Thibault et al, 1994; Bullejos et al., 1995). De otra parte, no sobra recordar las críticas encontradas en el JCE y que ya hemos comentado antes, acerca de la tardanza en la incorporación de los nuevos conocimientos a los libros de texto (Huggins, 1926; Foster, 1939; Campbell 1946; Firsching, 1981; Bouma, 1989).

Segundo objetivo: Interacción de la tabla periódica con otros desarrollos científicos

En lo que respecta a la interacción entre la tabla periódica y otros desarrollos científicos, la primera mitad del siglo XX fue la más prolifera en este tipo de artículos. Desde el primer volumen del JCE se encuentran comentarios como el de Sears (1924), en el que manifiesta que desde que Mendeleiev promulgó su ley periódica en 1860 (fue en 1869) los químicos no han dejado de investigar cual es el principio subyacente que origina tal periodicidad. Conant, (1928), por su parte, afirma que las nuevas física y química de muchas maneras están centradas alrededor de la tabla periódica. Sin embargo, muchos de los artículos publicados en estos años, más que resaltar la importancia de la tabla como inspiradora de otros trabajos, se centran en justificar insistentemente la periodicidad encontrada por Mendeleiev en la estructura atómica (Courtines, 1925; Monroe y Turner, 1926; Ebel, 1938;

Luder, 1939; Foster, 1939; Luder, 1943; Wiswesser, 1945; Szabo y Lakatos, 1957; Strong, 1959).

De otro lado, hay algunos artículos de la revista que traslucen la preocupación porque las tablas periódicas propuestas realzan más una ordenación numérica que las propiedades químicas. En este sentido encontramos el artículo de French, (1937) y, años más tarde, el de Ludwig, (1992), en el que el autor sostiene que las reglas de $(n + l)$ son más numerología que química.

Pero, en general, son muchos más los artículos que sustentan la periodicidad en la estructura atómica que aquellos que aducen razones de comportamiento químico para su justificación. No obstante, como se discutió en el capítulo 4, los artículos más recientes que relacionan estructura atómica y tabla periódica están encaminados a retomar la importancia de esta última en la determinación y aprendizaje de en la configuración del átomo, tal y como ocurrió históricamente (Strong, 1986; Ludwig, 1992; Mabrouk, 2003).

De otra parte, aunque Fernelius, (1986) destaca la “...importancia de la tabla periódica tanto en la enseñanza como en la práctica química...”, el artículo de Nagel, (1981), que cuenta como Thomas Midgley se basó en la tabla periódica para encontrar un aditivo antidetonante que mejorara la eficiencia de las máquinas, fue el único que encontramos dirigido a resaltar la importancia de la tabla en el desarrollo industrial.

Tercer objetivo: Propuestas didácticas comparadas con las de los profesores participantes en esta investigación

En cambio, atendiendo al tercer objetivo de este apartado, a pesar de no tener una muestra muy grande de artículos referentes a las propuestas de enseñanza de la Química General y, en particular de la tabla periódica, sí se puede observar que la preocupación por llevar el conocimiento científico a las aulas de la forma más completa y significativa ha estado siempre presente.

Concernientes al contenido de los cursos generales encontramos los artículos de Urey, (1929), Wiswesser, (1945), Sisler, (1948), Tamres y Bailar Jr., (1952), Whitman, (1984), Woodgate, (1995), Waldron et al. (2001). Todos ellos son partidarios de enseñar los fundamentos teóricos de manera rigurosa desde los primeros cursos universitarios. Esta posición ha sido cuestionada por algunos de los profesores participantes de nuestra investigación, ya que consideran que los estudiantes que ingresan a la universidad no siempre tienen la preparación matemática adecuada.

Otra inquietud manifestada por algunos de los entrevistados, y que también está reflejada en los artículos del JCE, está relacionada con el modelo atómico que debe ser enseñado. En este sentido encontramos tres tipos de artículos diferentes: unos que describen modelos materiales hechos con poliestireno, como los de Records, (1982) y Smith, (1989), para facilitar la visualización de los distintos modelos atómicos propuestos a lo largo de la historia y a los cuales aludió P10 durante la entrevista. Otro tipo de artículo encontrado, Ciparick, (1988), hace referencia a algunas experiencias prácticas que permiten probar la existencia de los electrones para que los estudiantes vayan infiriendo la estructura atómica y asociar sus conceptos básicos a la realidad. El tercer tipo de artículos relacionado con los modelos atómicos se centran más en el aspecto teórico de la fundamentación conceptual, (Urey, 1929; Wiswesser, 1948; Whitman, 1984), que es lo que realmente preocupa a P2, P7 y P10, según lo expresaron en sus entrevistas.

En cuanto al uso de ciertos recursos para la enseñanza de la tabla periódica encontramos algunas coincidencias entre la revisión del JCE y ciertas manifestaciones de los profesores. Una de estas coincidencias tiene que ver con dos analogías propuestas por Goh et al. (1989, 1994). La primera se basa en el uso de un almanaque para explicar la periodicidad. Esta misma analogía fue propuesta por P1 y P3 durante la investigación sobre el uso de las analogías (Linares, 2002). La segunda explica la probabilidad de encontrar un electrón en una determinada región del espacio comparándola con la ubicación de un estudiante en un salón de clase. Como ya se dijo en su momento, P11 describió esta analogía durante la segunda entrevista. No tengo certeza si estos docentes ya las habían leído previamente en el JCE o si, como ha sucedido en otras ocasiones, varias personas piensan en un mismo análogo para explicar un objetivo determinado (Linares, 2002).

Otra coincidencia que encontramos fue el uso de hojas de trabajo o de “juegos de razonamiento” que suelen utilizar P9 y P13, con perfil organizativo/símbolo, propuestos por Fowler, (1981), Strong, (1986) y Mabrouk, (2003).

En síntesis

Podemos concluir que:

- El concepto elemento sigue siendo utilizado en la literatura científica para referirse explícita o implícitamente a diferentes conceptos relacionados con él.
- La tabla periódica se relaciona con los desarrollos científicos, en particular con la estructura atómica desde dos retóricas diferentes. En los primeros años de la revista, los autores, con muy pocas excepciones, sustentan la periodicidad en la estructura atómica. En cambio, los artículos más recientes apoyan el aprendizaje de la estructura en la tabla periódica.
- En esta revisión bibliográfica, realizada en forma paralela a la investigación con profesores activos, se percibe el deseo permanente entre los docentes por buscar nuevas y motivadoras formas de enseñar. En el tema de nuestro interés encontramos propuestas que van desde la creación de bases de datos (Goth, 1986), el diseño de sellos de correos con la historia de los elementos químicos o de sus descubridores (Garrigós et al., 1987), hasta facilitar su automóvil personal para que sus estudiantes pinten en él la tabla periódica y que la comunidad se interese por esta inscripción que recoge tanta y valiosa información para los químicos y los profesores de química (Dreyfyss, 2000).

3. Acerca de los libros de texto

Con respecto a los libros de texto los objetivos que nos planteamos inicialmente fueron:

- Conocer cual definición de elemento es la que predomina en los libros de texto Química General.

- Determinar cuál punto de partida, el histórico, el mecánico cuántico, el estudio de las propiedades físicas y químicas de las sustancias, u otro alternativo, es el preferido por los libros de texto Química General para iniciar el tema de Tabla Periódica.
- Indagar sobre las propiedades atómicas que son estudiadas en el capítulo de tabla periódica.
- Hacer un estudio de la incorporación de las propiedades periódicas a los textos de Química General Universitaria y analizar la variación de la prioridad dada a las propiedades macroscópicas de las sustancias simples y las propiedades microscópicas de los átomos en los libros de Química General

Primer objetivo: Definición del concepto elemento

De acuerdo con la revisión realizada en los 27 libros de texto, la definición de elemento más frecuentemente encontrada fue la de *“sustancia que no puede descomponerse en otras”* y la menos común, la que lo define con base en su número atómico. Esta definición ha sido difícil de retirar de los libros de texto e incluso aparece, a veces, precediendo alguna o las dos otras definiciones de elemento que suelen encontrarse en ellos. Esta puede ser, probablemente, una de las causas por las cuales muchos profesores la eligen para enseñar por primera vez lo que es un elemento.

Segundo objetivo: Punto de partida para acceder a la tabla periódica

Tercer objetivo: Propiedades periódicas incluidas en el capítulo de Tabla Periódica

El análisis de los 27 libros evidenció que los tres “Caminos” preferidos por sus autores para acceder a la enseñanza de la tabla periódica están directamente relacionados con las propiedades periódicas que estudian en el capítulo de tabla periódica. Por tal razón hemos agrupado estos dos objetivos.

Cada uno de estos caminos se distingue por una serie de características, tales como la inclusión o no de un recuento histórico, la definición de elemento, las propiedades

periódicas estudiadas en el capítulo de tabla periódica, la denominación de los grupos de la tabla periódica, entre otros.

Así, los textos que acceden a través del “Camino Sustancialista” resaltan las propiedades de las sustancias, a las que se refieren como “sustancias puras” e incluyen un recuento histórico. En el capítulo de tabla periódica solamente estudian, en general, el radio y la energía de ionización; la electronegatividad y la afinidad electrónica suelen ser tratadas en el capítulo de enlace y muy pocos mencionan la carga nuclear efectiva. La polarizabilidad solamente es mencionada por dos de ellos en un capítulo diferente al de tabla periódica.

Los textos que acceden a través del “Camino Histórico”, como su nombre lo indica, dedican un espacio a los hechos y personajes relevantes en la historia de la tabla periódica. Al igual que los anteriores, se refieren a la sustancia como “sustancia pura” y la definición preferida de elemento es, precisamente, la que lo equipara a sustancia. Prefieren la denominación A para el bloque principal y B para los metales de transición. En cuanto a las propiedades periódicas que incluyen en el capítulo de Tabla Periódica encontramos además del tamaño atómico y la energía de ionización, la afinidad electrónica a la que colocan signo positivo aunque especifiquen que se trata de una “energía liberada”. La carga nuclear efectiva es mencionada sólo cualitativamente, y la electronegatividad y la polarizabilidad, en los pocos que la mencionan, se encuentran en otro capítulo. Todos ellos discuten por lo menos una propiedad de las sustancias simples.

El tercer grupo de textos accede a la tabla periódica a través de la configuración electrónica por el que hemos denominado “Camino Cuanto mecánico Atomicista” y en general carecen de recuento histórico o lo hacen de forma muy breve. No enfatiza la definición de sustancia ni hay una preferida para elemento. Si la tabla periódica está en un capítulo conjunto con estructura atómica, la tabla se presenta con los formatos más sencillos, como el de bloques s, p, d, f, o simplemente, la forma corta. Cuando la tabla es tratada en un capítulo aparte, suelen presentar la tabla larga y nombrar los grupos A y B para el bloque principal y los metales de transición respectivamente. En general, tratan la carga nuclear efectiva, aunque sea cualitativamente y todas las propiedades atómicas se presentan junto con la tabla periódica, excepto la polarizabilidad que, cuando la discuten, lo hacen en otro

capítulo. El signo de la afinidad electrónica varía de texto a texto. Como en el grupo anterior, prácticamente todos discuten adicionalmente alguna o varias propiedades de las sustancias simples.

Cuarto objetivo: Variación de las propiedades periódicas estudiadas en los libros de Química General en los últimos treinta años del Siglo XX

El libro *Química General* de Linus Pauling marcó un punto de inflexión en el enfoque desde el cual se explicaba la química y, en particular, la tabla periódica, en los libros de texto. El estilo europeo predominante en estos libros, basado en el estudio de las propiedades termodinámicas de las sustancias fue cambiado por una nueva visión del átomo, acompañada de una nueva “imagería química”. Con este nuevo átomo físico, consistente en un núcleo rodeado de capas de electrones que se van llenando sucesivamente, la tabla transformó su sentido de ley general del comportamiento químico en un arreglo bidimensional en el que los periodos corresponden a las capas o niveles de energía que van siendo ocupados y los grupos son asociados al número de electrones presentes en el último nivel, es decir, corresponden a la “envoltura” del átomo.

Una mirada a la tabla 10 del capítulo 5 (página 224) nos permite llegar a varias conclusiones con respecto a las propiedades estudiadas en los 27 libros revisados, sean estas atómicas o macroscópicas.

La primera conclusión es que el estudio de algunas propiedades de las sustancias depende más del camino de acceso preferido por el autor que por el año de publicación del libro. Los textos que estudian la tabla periódica partiendo de la historia suelen comentar una o más propiedades de las sustancias. Lo mismo hacen unos cuantos de los que acceden desde la estructura atómica. Pero en general son pocos los libros que incluyen el estudio de estas propiedades relacionadas directamente con la tabla periódica.

La segunda observación en la citada tabla es que el tamaño atómico, la energía de ionización y la afinidad electrónica son las tres propiedades que están presentes prácticamente en todos los libros en el capítulo de tabla periódica, de manera

independiente al camino de acceso a ella. Lo que varía de manera notoria entre unos caminos y otros, como ya anotó, es el signo con el cual se representa una afinidad electrónica grande, es decir, una gran energía liberada.

Por su parte, la electronegatividad se encuentra más frecuentemente en el capítulo de enlace que en el de tabla periódica. Y, por último, la gran ausente es la polarizabilidad que, como ya hemos discutido en este trabajo, es tan importante para la explicación del enlace como la electronegatividad (Usón, 1974; Mortimer, 1983) y, sin embargo, de los pocos libros que la mencionan, sólo uno la estudia junto con la tabla periódica.

En cuanto a la carga nuclear efectiva, las reglas de Slater (1930) permiten hacer cálculos sencillos que, a su vez, facilitan la explicación y justificación de la periodicidad de las otras propiedades periódicas (Waldron et al., 2001). Sin embargo, sólo la mitad de los libros revisados la mencionan y únicamente uno de ellos, publicado en 1969, la calcula de acuerdo a las reglas de Slater.

Comentarios adicionales

En cuanto a los estilos retóricos (Izquierdo, 2002), los más usuales son el magistral y el apodíctico. La duda retórica aparece poco en los libros revisados.

En particular, el libro *Principios* de Mendeleiev presenta, como lo comenté anteriormente, un estilo magistral en el que parece que el mundo está ordenado de tal forma que la explicación fluye de manera natural, permitiendo al lector seguirlo paso a paso.

En síntesis

Podemos concluir que:

- El concepto elemento se sigue definiendo en los libros de texto como: “...sustancia que no puede descomponerse en otras por métodos químicos...”, “...constituido por átomos idénticos...” y “...caracterizado por su número atómico, Z ”. De las tres, la primera sigue siendo la más utilizada.

- El libro *Química General* de Linus Pauling marcó un punto de inflexión en el estilo de presentación de la química en los libros de texto introduciendo una nueva visión de átomo y una nueva imaginería química.
- Los libros de Química General acceden a la enseñanza de la tabla periódica a través de tres “Caminos”: el “Sustancialista”, el “Histórico” y el “Cuanto mecánico atomicista”. Las propiedades periódicas estudiadas y relacionadas con la tabla periódica dependen, en mucho, del camino elegido por el autor.
- En general, el estudio de las propiedades de las sustancias es poco común dentro del capítulo de Tabla Periódica. Sin embargo, como sucede con otras propiedades periódicas, su inclusión parece depender más del camino de acceso que del año de publicación del libro.
- Las propiedades periódicas presentes en la casi totalidad de los textos revisados son: tamaño atómico, energía de ionización y afinidad electrónica. La electronegatividad se suele estudiar en el capítulo de enlace; la polarizabilidad es la menos común de todas.
- La carga nuclear efectiva es mencionada cualitativamente en la mitad de los textos revisados, pero muy pocos la calculan aunque sea de manera aproximada.
- La importancia de la tabla periódica como instrumento ordenador y como herramienta didáctica es resaltada en muchos de estos libros. Sin embargo, sólo en el del Padre Eduardo Vitoria, publicado en 1909 encontramos una nota del autor acerca de la influencia de la tabla de Mendeleiev en los trabajos de Thomson que condujeron al establecimiento de la estructura atómica:

“...su ley periódica de los elementos, que tan vastos horizontes abrió a los estudios químicos, que renunció con expectación universal y vio comprobado con los hechos, el descubrimiento de cuerpos nuevos de pesos atómicos y propiedades determinadas, y que ha venido a ser clásica en la ciencia, desde esta brillante confirmación, hasta el punto de que el

profesor Thomson de Cambridge, hace poco condecorado con el Premio Nobel, hace concordar su nueva teoría electrónica de la materia con el sistema periódico del sabio ruso”.

Independientemente de su estilo narrativo, de sus enfoques particulares y de sus reconocidas debilidades (Bensaude-Vincent y Lundgren, 2002; Brooke, 2002; Izquierdo, 2002), los libros de texto siguen siendo el medio más popular de transposición del saber sabio al saber enseñado. Por tanto, mientras los autores no se pongan de acuerdo en unificar criterios como los que aquí hemos señalado (definición de conceptos, uso de signos asociados a cambios de energía, denominación de grupos de la tabla periódica, etc.) los profesores debemos tener la precaución de advertir a nuestros estudiantes sobre esta situación y acordar unas convenciones comunes, como un punto más del contrato didáctico. Considero que de esta manera podremos disminuir en algo las confusiones generadas por la diversidad de información que nuestros estudiantes (y nosotros mismos) encontramos en las estanterías de las bibliotecas de nuestras universidades.

4. Con respecto a los profesores

Los objetivos planteados para este apartado fueron:

- Conocer el principal interés de los profesores y profesoras de los cursos de Química General de la Universidad del Valle en Cali, Colombia y de la Universidad Autónoma de Barcelona, España, al enseñar la Tabla Periódica
- Analizar si existe distinción entre elemento y sustancia simple y entre las propiedades de uno y otra en los textos de Química General.
- Analizar la “lectura” e interpretación que hacen de la tabla periódica los profesores y profesoras en los cursos de Química General.
- Determinar cuál punto de partida, el histórico, el mecánico cuántico, el estudio de las propiedades físicas y químicas de las sustancias, u otro alternativo, es el preferido por los profesores y profesoras de Química General al iniciar el tema de Tabla Periódica.

- Indagar sobre las propiedades atómicas consideradas de interés por los profesores y profesoras de los cursos de Química General en la Universidad y conocer de que manera las relacionan entre sí.
- Analizar el uso que hacen de las analogías los profesores y profesoras al presentar el tema de tabla periódica y propiedades periódicas en los cursos generales de química.

Al llegar a las conclusiones de esta memoria considero importante retomar, aparte de los objetivos que nos planteamos inicialmente, un poco de la historia de quienes han participado con sus aportes en este trabajo.

Este grupo de profesores y profesoras, altamente calificados en su profesión de Químicos y con una rigurosa formación científica, suele estar poco conciente de su conocimiento profesional como docentes. Por esta razón, muchas de sus prácticas, como se vio en la investigación sobre el uso de las analogías (Linares, 2002) resultan de la repetición de modelos aprendidos de quienes fueron sus profesores (Mellado et al.1999) o son producto de una rutina adquirida con los años o, por el contrario, surgen espontánea y esporádicamente como un recurso para resolver o explicar un tema en particular.

Aunque muchos acuden directamente a la literatura científica para mantener su conocimiento disciplinar actualizado, la planeación y diseño de los cursos acostumbra a estar muy mediatizada por los libros de texto. A menudo, se suele tener un texto guía para los cursos que se ofrecen de manera coordinada y simultánea. No obstante, muchos de los profesores acostumbran a ir elaborando sus propias notas de clase nutriéndose de diversas fuentes, por lo cual, lo que se enseña en el aula de clases casi siempre es más que lo que se puede aprender de un solo libro de texto. Por otro lado, como lo mostró esta investigación, existen intereses personales que guían el desarrollo del curso y enfatizan unos temas más que otros, con lo cual, se generan matices particulares en cada curso que hacen que cursos paralelos, como decíamos al principio de esta memoria, resulten siendo diferentes en la práctica.

Además, como también se pudo observar en este trabajo, hay unas elecciones que van condicionando otras. De esta forma, el **qué** enseñar trae consigo un **cómo** enseñarlo. De ahí que dependiendo del perfil del profesor y, en particular, de la función principal que asigne a la tabla periódica en su curso, los recursos materiales y didácticos sean diferentes (Justi y Gilbert, 2002).

Teniendo en cuenta estos precedentes y basándonos ahora sí en los objetos iniciales podemos formular algunas conclusiones respecto a lo manifestado por los profesores y profesoras en esta investigación.

Primer objetivo: Principal interés de los profesores y profesoras al enseñar Tabla periódica en los cursos de Química General

Este primer objetivo fue reformulado durante este trabajo en el sentido de encontrar la FUNCIÓN principal que los profesores asignan a la enseñanza de la tabla periódica en sus cursos. Las respuestas de los profesores nos llevaron a determinar tres funciones: didáctica, organizativa y “macro”. Si bien todos los profesores consultados reconocen el poder organizador y la importancia como herramienta didáctica de la tabla periódica, y en este sentido todos están de acuerdo en que se debe enseñar tabla periódica desde los primeros cursos (incluso quien inicialmente respondió que no era necesario), cada uno resalta un aspecto por encima de todos los demás.

Así, para quienes le asignan una función DIDÁCTICA, la tabla es un instrumento que facilita la enseñanza de la química en general, favorece la construcción de modelos ya que ella misma es un modelo que, a su vez, ayuda a la comprensión de otros.

Para quienes la función principal es la ORGANIZATIVA, la tabla sirve para ordenar, predecir y confirmar ciertas propiedades, especialmente, las propiedades atómicas, generalmente conocidas como propiedades “periódicas”. A diferencia de ellos, aquellos que le confieren a la tabla la función que hemos denominado “MACRO”, utilizan este poder organizador y predictivo de la tabla para explicar el comportamiento de las sustancias, de lo “macro”, especialmente de los compuestos. De ahí tomamos el nombre de este grupo.

Como se vio en la discusión de los perfiles y como acabamos de señalar, la función que cada uno le asigna a la tabla determina el qué y el cómo enseñar y, por tanto, el cuando enseñarlo, es decir, en qué orden presentar los temas y la forma de evaluar.

Segundo objetivo: Distinción entre elemento y sustancia simple

La sección III del capítulo 6 puso de manifiesto que para cinco profesores (P2, P3, P6, P10 y P12) elemento y sustancia simple son lo mismo. Otros cuatro (P4, P11, P13, P16) tampoco tienen clara la definición de elemento, con lo cual tampoco existe una distinción definitiva entre elemento y sustancia simple para ellos cuatro.

En definitiva, como se mostró detalladamente en la sección dedicada a la determinación de la VISIÓN de elemento, entre los profesores, como en los libros de texto y en la literatura científica, este sigue siendo un concepto polisémico y difícil de definir. Esta dificultad se debe, como ya lo hemos comentado en esta memoria, a la estrecha relación que tienen, por una parte, el elemento, el átomo y la sustancia simple, asociados a su vez a una entidad supraordenadora, el símbolo químico, que los representa a todos. Y, de otra parte, la otra trilogía inseparable: el pensar, el hablar y el hacer (Izquierdo, 2002, 2003a), sin cuya cooperación resulta casi imposible definir un concepto que sólo tiene sentido dentro del contexto de una ciencia dedicada a estudiar “los materiales del universo y sus transformaciones”, en otras palabras, “el cambio químico”.

Esta estrecha relación entre elemento, átomo y sustancia simple, que ocasiona la dificultad para sus definiciones, fue expresada por P8, P11 y P13 durante las entrevistas:

“Elemento[...] de verdad que se mete uno en problemas cuando trata de definirlo, encuentra las mismas palabras...” (P8)

“Yo creo que no sabría precisar si son iguales pero sí existe una relación directa entre estos tres conceptos.” (P11)

“Elemento, átomo y sustancia simple... casi nosotros los químicos hablamos de las mismas cosas.” (P13)

Por tanto, podemos decir que no existe una definición unánime por parte del profesorado consultado en cuanto a lo que es un elemento. En cuanto a la distinción entre elemento y

sustancia simple, las opiniones están divididas. Ya hemos dicho que cinco de los profesores consultados definitivamente consideran que elemento y sustancia simple son sinónimos. No obstante, hay otros, como P7 o P15, los diferencian de manera explícita.

Tercer objetivo: Lectura e interpretación de la tabla periódica

El análisis realizado de las respuestas suministradas por los profesores a través de los distintos instrumentos y estrategias utilizados en esta investigación nos llevan a la conclusión que los profesores hacen dos tipos de lectura diferentes de la tabla periódica.

La primera de ella como inscripción global que recoge una gran cantidad de información sobre los “elementos químicos”. El resultado de esta primera lectura lleva a la asignación de una FUNCIÓN para la tabla periódica en los cursos de química.

La segunda lectura corresponde a la interpretación del contenido en cada una de las casillas de la tabla. Es decir, de aquello a lo cual hace referencia la palabra “elemento”. A esta segunda lectura la hemos denominado la “VISIÓN” de elemento que tiene cada profesor.

De la convergencia de estas dos lecturas emergen los PERFILES. No obstante, de acuerdo con los resultados encontrados en este trabajo, a pesar de que un perfil está determinado por la conjunción de una FUNCIÓN y de una VISIÓN, es la función más que la visión la que determina las características de qué, cómo y cuando enseñar y cómo evaluar. Así, por ejemplo, aún quienes consideran el elemento como sinónimo de sustancia, lo que enseñan y lo que evalúan en la unidad de tabla periódica son propiedades atómicas.

Las correlaciones FUNCIÓN – VISIÓN halladas en los profesores entrevistados nos permiten llegar a algunas reflexiones que podrían ser tema de nuevas investigaciones. Por ejemplo, los profesores del perfil didáctica/sustancia acogen en su casi totalidad la definición de elemento más frecuente en los libros de texto, cuya “función principal” es, de hecho, una “función didáctica”. Esto podría sugerir una transposición muy mediatizada por los libros de texto y por otros medios, como los videos educativos, previamente diseñados de acuerdo con los criterios del autor.

Los profesores que asignan una función organizativa a la tabla, tienen una visión general de elemento como símbolo. Esta correlación puede explicarse considerando que para ellos el “símbolo” representa el átomo, la sustancia o el nombre del elemento y, por lo tanto, parecería que para este grupo no es muy importante concretar a qué exactamente hace referencia ese símbolo, sino que destacan la importancia de poder resumir en una tabla una gran cantidad de información.

De hecho, al solicitarle a P9 una definición de sustancia simple, su respuesta fue:

“Pues yo nunca me he preocupado por pensar en sustancias simples.”

Este grupo se caracteriza, entre otras, por destacar la importancia en aprender a leer la tabla e interpretar los símbolos que hay en ella. Como se vio en el capítulo 7, entre los recursos preferidos están las “hojas de trabajo” en las que el estudiante debe ordenar los elementos de acuerdo a ciertas condiciones dadas, generalmente referidas a configuraciones electrónicas, aprovechando la capacidad ordenadora y predictiva de la tabla. Esto nos muestra una vez más que la tabla periódica propuesta por Mendeleiev, basada en unos criterios macroscópicos, hoy en día se conserva prácticamente igual pero basada en unos criterios microscópicos. (Pacault, 1994; Izquierdo, 2002).

Es cierto que la forma larga de la tabla periódica está estrechamente relacionado con la configuración electrónica y, por tanto, es posible ver capas de electrones en sus periodos y número de electrones en sus grupos, porque el “dibujo” de la tabla termina por decir “cómo” son las cosas. Sin embargo, hay que ser cautelosos de no descontextualizar la tabla de su origen, para que la aparente sencillez de la inscripción no opaque la importancia de la ley general que está resumida en ella.

En cuanto a los profesores del perfil macro/indefinido, puesto que la función principal de la tabla en sus cursos es la de permitir explicar el comportamiento de las sustancias basado en la estructura interna de los átomos. Podemos considerar que los profesores de este perfil perciben la tabla más como un sistema de la química que como la representación de una distribución electrónica. De hecho, para los profesores de este grupo el elemento, de alguna manera, es el todo y es la parte, es lo macro y es lo micro. Parece entonces coherente que

su “indefinición” se acerque un poco a la visión de elemento que hemos denominado “especie” por la analogía con la especie biológica, según la cual el elemento delimita un conjunto de átomos con un mismo número atómico, pero no se identifica ni con un átomo particular de ese conjunto, ni con una sustancia simple constituida por ellos, de igual manera que una especie biológica caracteriza a un conjunto de individuos con una misma información genética, pero no se identifica ni con un solo individuo ni con una población. De alguna manera, esta definición está íntimamente relacionada con lo planteado por Bensaude-Vincent, citada por Pacault (1994, p.62), en cuanto a que el elemento como punto de convergencia de lo microscópico (átomos y electrones) y lo macroscópico (cuerpos simples y compuestos) *“parece definir muy exactamente la posición de la química en medio de las ciencias de la materia”*.

Como ellos mismos lo manifiestan, lo que todos buscan, en últimas, es que sus estudiantes puedan explicar “el mundo que los rodea”, basados en la información que les proporciona la tabla periódica, que conjuga, como hemos repetido en esta memoria, dos niveles y dos lenguajes (Pacault, 1994).

En conclusión, de la lectura global y parcial de la tabla periódica depende lo que cada profesor considera conveniente enseñar sobre tabla periódica en su curso. Este era uno de nuestros supuestos de partida. Lo que esta investigación confirmó es que la lectura global de la tabla está directamente relacionada con el “para qué” enseñarla y de ahí se derivan todos los otros aspectos relacionados con su enseñanza. Las respuestas de los profesores en la primera entrevista, relacionada con este “para qué” fueron claras y determinantes. Cada uno justificó enfáticamente sus razones para la inclusión del estudio de la tabla periódica en los cursos generales de química.

Sin embargo, las respuestas concernientes a la lectura parcial de la tabla, para determinar la visión de elemento de cada profesor, requirieron de una profunda reflexión y, como ya lo he dicho en repetidas ocasiones, no siempre fueron claras y concluyentes.

Cuarto objetivo: Caminos de acceso para la enseñanza de la tabla periódica

A diferencia de lo encontrado en la revisión de los libros de texto, entre los profesores solamente encontramos dos caminos para acceder a la enseñanza de la tabla periódica: el histórico y el de la configuración electrónica.

El Camino Cuanto mecánico Atomicista estaba previsto debido a la formación científica que tienen todos los profesores participantes de esta investigación. En cambio, el Camino Histórico parece ser mucho más usual que lo que suponíamos.

Como ya discutimos en la sección II del capítulo 6, entre los profesores no se evidenció el Camino Sustancialista, aunque los profesores del perfil macro/indefinido le dan mucha importancia al estudio de las sustancias y a la explicación de sus propiedades y comportamiento basados en la tabla periódica. Algunos de ellos consideran que la tabla se puede enseñar de lo micro a lo macro o de lo macro a lo micro, como lo describió P16 con su analogía del estadio de fútbol.

De todos modos, al igual que los libros, todos los profesores terminan apoyándose en la configuración electrónica para explicar la forma larga de la tabla periódica. Sobre este particular, Ogborn et al., (1998), presentan un ejemplo que explica como en muchos salones de clase la tabla se justifica con base en un esquema de llenado de capas y no en las propiedades químicas que condujeron a tal ordenamiento. Dentro de esta retórica de la “reinención” de la tabla periódica a partir de la estructura atómica, la antigua tabla hace las veces de “plantilla” a la que se añade la configuración electrónica para que se pueda “leer” desde la nueva óptica del átomo físico (Ogborn et al., 1998; Izquierdo, 2002).

En conclusión, respecto al punto de partida para acceder a la enseñanza de la tabla periódica, los profesores del perfil didáctico/sustancia manifiestan su preferencia por el camino histórico, los del perfil organizativo/símbolo lo hacen a través de la estructura atómica y de la tabla misma, mientras que los del perfil macro/indefinido consideran que al estudio de la tabla se puede acceder de dos maneras: de lo micro a lo macro o de lo macro a lo micro.

Quinto objetivos: Propiedades atómicas preferidas por los profesores

Como se comentó en el capítulo 6, los profesores tuvieron dos oportunidades para manifestar los temas que deben incluirse en la unidad de tabla periódica. En lo referente a las propiedades periódicas, las respuestas de los profesores reflejan lo encontrado en la mayoría de los libros de texto.

Prácticamente todos consideran importante mencionar la carga nuclear efectiva como base para explicar las tendencias de las propiedades atómicas a lo largo de grupos y periodos de la tabla periódica (Waldron et al., 2001), aunque sólo unos pocos la calculan.

Todos dicen que enseñan radio, energía de ionización, afinidad electrónica y electronegatividad. Y, al igual que en los libros, solamente unos cuantos enseñan polarizabilidad dentro del tema de tabla periódica en un curso general. Algunos profesores explicaron que esta propiedad la tratan en cursos de Química Inorgánica o de Físicoquímica, pero no en uno de primer año. En definitiva, como dijo P4 en la entrevista, el programa sólo dice “Propiedades periódicas” y, de acuerdo a los resultados de este trabajo, cada quien enseña las que considera más convenientes o las que están en el libro de referencia.

Los cursos de Química General incluyen temas que serán retomados posteriormente en cursos como Inorgánica, Físicoquímica, Orgánica o Analítica. Los profesores especializados en cada una de estas distintas áreas suelen tener un conocimiento más profundo en los temas relacionados directamente con ellas. Esta es una de las razones por las cuales los profesores con especialidad en inorgánica enseñan con más detalle y profundidad la tabla periódica. Probablemente los de físicoquímica lo harán en los temas de termodinámica y cinética, los de analítica con los de equilibrio químico, etc. Esta parece ser una buena razón para coordinar y aprovechar las fortalezas de cada uno en aras de una mejor enseñanza de la “Química General”.

En lo que respecta a la carencia de prácticas de laboratorio que complementen la teoría enseñada en el aula, la disculpa de la falta de tiempo (Izquierdo et al. 1999a) se queda corta

ante el vacío tan grande que estamos dejando en los estudiantes, en particular en una ciencia que ha sido definida como “aquella que estudia los materiales del universo y sus transformaciones”. Unos materiales que, por lo visto en este trabajo, muy pocos estudiantes llegan a conocer de cerca y mucho menos a manipular.

*“Por esto es necesario, yo creo, **acudir a las imágenes** y enseñar realmente transparencias pues de algunas cosas que nos parecen interesantes. Como yo te decía, pues qué aspecto tienen los elementos, que hay muchos químicos que no sabrían qué aspecto tienen muchos elementos químicos, ¿eh? Que no se atreverían a hacer ninguna predicción, cosa que se podría...se tendría que poder hacer, y, después las prácticas van por su lado, por su aire... ya no hay nada perfecto.” (P16)*

Esta es otra de las evidencias emergidas de esta investigación que corroboran las falencias ya mencionadas por otros investigadores (Izquierdo et al, 1999a, Gil et al., 1999) y que los profesores tratan de subsanar aunque sea a través de métodos ilustrativos como el que plantea P16 o demostrativos, como mencionaba P11.

Este tipo de reflexiones nos llevan a poner sobre la mesa la necesidad de empezar a tomar conciencia en nuestra universidad de que, por una parte, los profesores universitarios debemos formarnos como profesores de manera tan rigurosa como lo hemos hecho como profesionales de un área del conocimiento y, por otra, debemos aprender a trabajar en equipo, llegar a consensos, aceptar la coevaluación, en síntesis, aprender a trabajar de forma cooperativa (Couso, 2002). Todo esto nos lleva a pensar, como dice Campanario (2002), que llegó la hora de “asaltar el castillo” y plantearnos seriamente la formación didáctica de los profesores universitarios de ciencias.

Sexto objetivo: Las analogías en la enseñanza de la tabla periódica

Este sexto objetivo correspondiente a la presencia de las analogías en la tabla periódica tenía, para nosotros, dos aspectos de interés. Por un lado, queríamos que los profesores nos indicaran cuales analogías consideraban que estaban inmersas en la tabla periódica, considerada esta tanto desde la lectura global como de la lectura de sus casillas. Y, por otro lado, queríamos que nos compartieran las analogías que acostumbran utilizar para explicar los temas de tabla periódica y propiedades periódicas.

Respecto al primer aspecto de interés, como lo discutimos en la sección IV del capítulo 6, fueron muy pocos los aportes o comentarios que obtuvimos, excepto por la analogía de las “familias” o la de los “gases nobles”.

No obstante, quiero traer a colación las respuestas de tres de los profesores en cuanto a las analogías que encierra la tabla periódica:

“La intención misma de la tabla periódica, de la clasificación de elementos en la tabla periódica es de hacer similitudes, mas no analogías.” P7

“Específicamente ese fue el fin de la tabla periódica sacar las analogías por propiedades.” P10

“La tabla periódica ha sido construida en base en analogías.” P8

y compararlas con lo expresado al respecto por su propio autor, según consta en los *Principios* (página 160 de esta memoria)..

*“Si un elemento M se combina con el hidrógeno para formar preferentemente una sustancia gaseosa HM y no forma H^2M , H^3M , H^nM^n , podemos afirmar, basándonos en la ley de las sustituciones que ese elemento dará las combinaciones M^2O , M^3Az , MHO , MH^3C , etc. Así es, por ejemplo, el cloro. Podemos distinguir los elementos según **su analogía** con el H, O, Az, C, etc., prever sus propiedades ácidas y alcalinas (por ejemplo), al menos algunas de sus combinaciones – eso constituye la noción de la valencia o de atomicidad. [...] Si bien la noción de valencia permite encontrar **fácilmente ciertas analogías**, no puede servir de base para estudiar las propiedades de los elementos”.*

Más adelante, Mendeleiev utiliza la analogía como modelo como puede observarse en las dos últimas conclusiones de sus *Principios*.

7. *La magnitud del peso atómico de un elemento puede corregirse a veces si se conocen **sus analogías**. Así el del telurio debe ser no 128 sino entre 123 y 126.*
8. ***Ciertas analogías** de los elementos aparecen comparando el peso de sus átomos. Así, el uranio aparece como análogo al boro y al aluminio, lo cual justifica la comparación de sus compuestos.*

Efectivamente, la tabla se construyó sobre analogías y para explicar las analogías en el comportamiento de los elementos. La modelización de tal comportamiento está resumida en estas palabras:

“Habrá que estudiar nuevas propiedades a la luz de esta periodicidad...”

Además de estas analogías señaladas por el mismo Mendeleiev, podemos considerar que en casi todas las casillas hay encerrada una analogía, ya que el nombre de la mayoría de los elementos tiene un origen particular que lo relaciona con un astro, un personaje mitológico, un lugar geográfico, pero muy pocos de los profesores entrevistados hicieron alusión a ello.

En cambio, como ya se discutió, la mayoría de estos profesores que participaron también de la investigación sobre el uso de las analogías en los cursos de química de la Universidad del Valle nos proveyeron de un centenar de analogías, la mitad de las cuales se referían, precisamente, a la tabla periódica y las propiedades periódicas.

El análisis detallado de cada analogía nos mostró la variedad de interpretaciones que dan los profesores a los distintos conceptos relacionados con la tabla periódica, empezando por la tabla misma. Un ejemplo característico lo constituye los distintos tipos de analogías que los profesores comentaron bajo el único título de “tabla periódica” (sección IV del capítulo 6), lo cual nos demostró una vez más la pluralidad de lecturas e interpretaciones que cada uno hace de una misma inscripción o de un mismo modelo.

En síntesis:

Podemos concluir que:

- Los profesores manifiestan tres razones principales por las cuales la enseñanza de la tabla periódica debe estar presente en los cursos de Química General y de acuerdo con esas razones le confieren tres funciones: didáctica, organizativa y macro. Cada una de esas tres funciones está asociada a qué enseñar, cómo enseñar, cuándo enseñar y cómo evaluar.
- Al igual que lo encontrado en la literatura científica y en los libros de texto, entre los profesores el concepto elemento es polisémico y está asociado estrechamente a otros conceptos como átomo, sustancia simple y símbolo. El aspecto que cada profesor destaca determina lo que hemos llamado su “visión”. En este trabajo

detectamos cinco visiones diferentes de elemento: como sustancia, como átomo, como símbolo, como especie e indefinida.

- Los profesores hacen dos lecturas simultáneas de la tabla periódica: una global, que lleva a la asignación de un FUNCIÓN y una parcial (de cada una de sus casillas) que corresponde a la VISIÓN de elemento. La correlación de estas dos lecturas demarca una serie de características en la enseñanza de la tabla periódica que hemos denominado PERFILES. No obstante, la función predomina sobre la visión al momento de hacer las elecciones pertinentes al qué, cómo y cuando enseñar y al cómo evaluar.
- La mayoría de los profesores enseñan las propiedades atómicas presentes en los libros de textos más comunes, sin embargo, la extensión y profundidad en que son tratadas depende de las preferencias de cada profesor. La carga nuclear efectiva es considerada por casi todos los entrevistados como el soporte para la explicación de la periodicidad de todas las demás, sin embargo, sólo unos cuantos hacen cálculos numéricos para justificar cuantitativamente sus explicaciones. Muy pocos hicieron alusión a la enseñanza de las propiedades de las sustancias.
- Existen otros dos puntos cuestionados en esta investigación directamente relacionados con el modelo Md (Izquierdo, 2003a): la química descriptiva o “química de las sustancias” y los laboratorios de química. Estos dos componentes, de acuerdo con las respuestas obtenidas por los profesores, han ido desapareciendo del currículo de química general. Md ha ido siendo desplazado y Ma se hace cada vez más importante.
- Los dos caminos de acceso para la enseñanza de la tabla periódica más comunes entre este grupo de profesores son el histórico y el de la estructura atómica. Algunos comienzan el estudio desde la tabla misma y los del perfil macro hacen referencia a las propiedades de las sustancias, más como una consecuencia de la periodicidad que como una forma de llegar a su explicación.

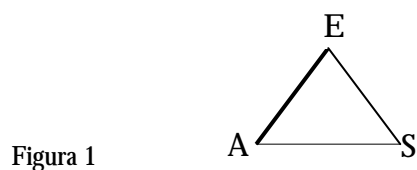
- En nuestra investigación se han traído a colación varios modelos, todos ellos relacionados para configurar el gran modelo cambio químico. En primer lugar, la tabla periódica como representación de la ley asociada a ella, relacionada con el modelo atómico en los libros y en las clases. En segundo lugar, el uso de las analogías como modelos mediadores en el proceso enseñanza aprendizaje.
- En el caso particular de las analogías presentadas por los profesores en una investigación anterior (Linares, 2002) observamos que un mismo “objetivo” es interpretado desde muchas ópticas diferentes. Como ejemplo citamos los distintos tipos de analogías suministradas por los profesores para explicar la tabla periódica, entre las cuales encontramos unas más asociadas a la ley y otras al formato. Muchas de ellas, además, se refieren más al modelo que al fenómeno en sí. Como afirma Kuhn, “...es al modelo de Bohr a lo que se refiere la ecuación de Schrödinger, no a la naturaleza...” (Nye, 1993, p.75). Esta misma situación la encontramos en muchas de las analogías analizadas.
- En cuanto al formato de la tabla periódica, P2 propuso hacer un modelo en espiral (Courtines, 1925; He y Li, 1997), de tal manera que la periodicidad pueda visualizarse más fácilmente. Efectivamente, el modelo bidimensional, en su forma larga comúnmente conocida, permite predecir el número de oxidación (valencia) y a partir de ahí inferir algunas propiedades del átomo y de las sustancias, pero la periodicidad se ve “truncada” cada vez que se completa un nivel principal de energía. Un formato en espiral elimina esta discontinuidad.

5. Aportes metodológicos

Aunque dentro de los objetivos propuestos inicialmente en nuestro trabajo no había ninguno referente a la metodología que utilizaríamos, durante el análisis de los datos se diseñó un instrumento que se constituyó en un aporte metodológico que permitió superar las dificultades encontradas para la identificación de la visión.

La determinación de la FUNCIÓN que cada profesor asigna a la tabla periódica en sus cursos resultó relativamente fácil ya que, como hemos comentado, desde las primeras respuestas en la primera entrevista cada uno emitió sus razones de forma explícita y segura. No sucedió lo mismo al querer determinar la VISIÓN de elemento de cada cual. En esta parte de la segunda entrevista algunas respuestas eran vagas y contradictorias, de modo que, para acercarnos lo mejor posible a lo que cada profesor consideraba que era un elemento hicimos un aportación consistente en el diseño de un instrumento que relacionara los tres conceptos que, como hemos visto, se definen comúnmente unos a partir de los otros: elemento, átomo y sustancia simple.

Esta representación pictórica constituyó un mecanismo de simplificación de las definiciones y explicaciones que dan los profesores respecto a estos tres conceptos de nuestro interés y facilitó la aproximación a su visión de elemento.



Este instrumento, emergido de la necesidad de acercarnos lo más detalladamente posible a la visión de elemento de cada profesor, permitió comparar las distintas explicaciones que dan los profesores acerca de las relaciones entre estos tres conceptos de nuestro interés. Además, las tablas de coherencia, en las que se siguió el discurso del profesor en los distintos momentos de la entrevista, mostraron el tipo de relación preferida y la frecuencia de su uso.

Consideramos que esta aportación metodológica nos permitió determinar la visión de elemento y concluir que:

- Algunas respuestas de los profesores eran explícitas y no daban lugar a confusión, de modo que su representación simbólica era inmediata. Por ejemplo, cuando los profesores afirmaban que “un elemento es lo mismo que la sustancia simple” o

“una sustancia simple es un elemento” su respuesta se representaba mediante la figura 2:

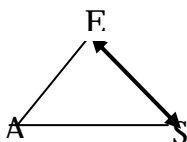


Figura 2

- Otras respuestas iban guiando la construcción de la representación, como en el caso de P7 al describir lo que para él es una sustancia simple: “... *sustancia simple se refiere a una estructura macroscópica hecha de átomos de un mismo elemento...*”

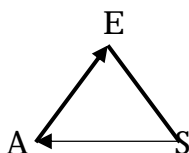


Figura 3

- Algunas representaciones permitieron simbolizar relaciones emergidas dentro del contexto del discurso y en su mayoría constituyen relaciones mencionadas únicamente por ese profesor. Un ejemplo de este tipo lo constituye el símbolo utilizado (Figura 4) para sintetizar la definición de elemento que dio P11: “*Un elemento es una especie química que está constituida por átomos de él mismo...*”. Esta representación adquiere sentido en el contexto inmediato del discurso de P11, cuando manifestaba que elemento y sustancia eran equivalentes.

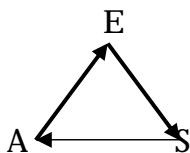
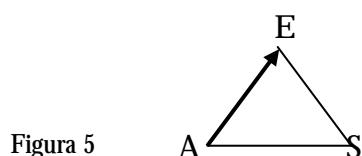


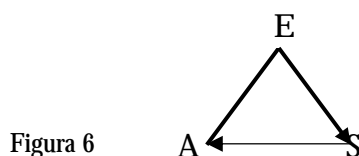
Figura 4

- Algunas representaciones se obtuvieron de diferentes tipos de respuestas, como la relación 5 de la tabla mencionada que relaciona el átomo con el elemento (Figura

5). Por lo tanto, por sí solas no determinaban una visión particular, pero junto con otras consolidaron o confirmaron los planteamientos del profesor a lo largo de su discurso.

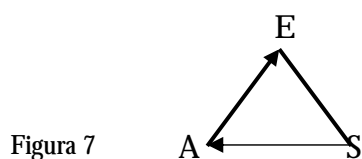


Además, nos dimos cuenta estas representaciones encierran a su vez una explicación implícita. Por ejemplo, la relación 27 de la tabla 1 del capítulo 6 sección III (figura 6) relaciona el elemento con el átomo a través de la sustancia simple. Esta representación corresponde a una definición del tipo: “*Un elemento es una sustancia constituida por un mismo tipo de átomos*”. (P10). Esta definición es una versión ampliada de la simbolizada en la figura 1, según la cual elemento y sustancia son lo mismo. Además, de acuerdo a esta definición se infiere que el elemento es un todo macroscópico constituido por unas partes, los átomos.



Una visión totalmente contraria la encontramos en la representación 10 de la citada tabla. La figura 7 corresponde a la definición dada por P7, también para la sustancia simple:

“... sustancia simple se refiere a una estructura macroscópica hecha de átomos de un mismo elemento...”



De acuerdo con esta representación la sustancia nuevamente está relacionada en forma directa con el átomo, pero ya no se “ve” que el elemento sea lo mismo que la sustancia simple. Más bien lo que sugiere la representación es que es el átomo el que está directamente relacionado con el elemento.

Como se explicó en la sección III del capítulo 6, la visión no está determinada por una sola representación, excepto para quienes abiertamente declaran no saber definir el elemento. Todas las demás visiones se infieren del uso combinado de varias relaciones.

De otra parte, la ausencia de relaciones explícitas entre los tres conceptos evidenció la visión de elemento como símbolo.

En síntesis:

Consideramos que este instrumento permite acercarse a la visión de elemento de los profesores y a la vez abre nuevos caminos y permite formular nuevas preguntas que pueden ser motivo de investigaciones futuras.

6. Algunas reflexiones finales

Antes de poner el punto final a las conclusiones de este trabajo deseo comentar algunas reflexiones surgidas a lo largo de la escritura de esta memoria.

En primer lugar, los conceptos elemento, átomo y sustancia simple se ganaron su lugar en el título de este trabajo ya que han estado presentes a todo lo largo de esta reflexión sobre la enseñanza de la tabla periódica.

Después de leer nuestro primer referente, las palabras de Mendeleiev en sus *Principios*, hubiera podido pensar que las diferencias entre elemento, átomo y sustancia simple (o cuerpo simple, como lo denomina Mendeleiev) ya habían quedado completamente esclarecidas y que este tema podría haber quedado por fuera de toda discusión. Sin

embargo, esta investigación me ha mostrado lo equivocada que estaba. Lo que se ha puesto de manifiesto es que la comunidad química aún no ha llegado a acuerdos definitivos.

Todavía hoy, más de un siglo después, sigue habiendo confusión acerca de muchos de los conceptos discutidos por Mendeleiev. Los estudiantes utilizan indiscriminadamente material, producto o sustancia, y mezcla o compuesto como sinónimos (Domínguez y Furió, 2001), y los libros de textos asimilan el término sustancia simple al de elemento (Roundy, 1989; Bullejos et al, 1995; Thibault et al., 1994), y aunque en su momento se aclare que lo que define un elemento es su número atómico, en su gran mayoría, tanto los textos como los profesores de química, seguimos definiendo elemento, en primera instancia, como aquella sustancia que no puede descomponerse en otras más sencillas por métodos químicos.

La mayor divergencia, como se ve, la encontramos en la definición de elemento. Por el contrario, según nuestros resultados, sí parece haber claridad sobre lo que es sustancia simple (lo macro) y lo que es átomo (lo micro) y sus definiciones, con algunas modificaciones basadas en la estructura atómica que hoy se conoce, se asemejan en su esencia a las propuestas por Mendeleiev, cuando definía sustancia como un concepto concerniente al mundo macroscópico, a lo tangible, lo material, mientras que elemento y átomo aludían a lo microscópico, lo invisible, lo inmutable.

Si bien es cierto que el átomo mecánico cuántico de hoy es diferente al átomo a que se refería Mendeleiev hace más de cien años, considero que sus definiciones siguen teniendo vigencia y que el elemento es aquello que conserva su identidad a través de los cambios químicos, pero no posee existencia fenoménica.

De otra parte, también regresando a los orígenes, considero que aunque desde hace un siglo la tabla periódica se justifique en la estructura del átomo, fue Mendeleiev quien aportó la “plantilla” basado en las propiedades macroscópicas que son consecuencia de tal estructura, algo que él ya presentía según se lee en sus *Principios*.

*“Así como sin conocer la causa de la gravitación podemos utilizar la ley que la rige, igual en química podemos hacer servir las leyes descubiertas sin tener la explicación de su causa.[...] Todo parece indicar que todavía no es tiempo para tener una explicación.[...] Esta interpretación no será posible hasta que las leyes fundamentales de las ciencias naturales sean explicadas completamente.[...] La variación periódica de los cuerpos simples y compuestos está subordinada a una ley en la naturaleza, pero, por lo menos su causa no puede aclararse actualmente. **Es probable que ella resida en los principios fundamentales de la mecánica interna de los átomos y las moléculas**”.*

Es decir, se adelantó treinta años a lo que otros descubrirían después.

Aunque también es posible que el modelo atómico que sustenta hoy la periodicidad se haya formulado de tal manera que se adaptara a la tabla de Mendeleiev. Estas reflexiones me hacen tomar conciencia de cuánto me queda por investigar acerca de esta estrecha relación entre la tabla periódica y el establecimiento de la teoría atómica que hoy conocemos.

En cualquier caso, lo que está claro es que la tabla periódica abrió nuevos horizontes a la química y a la física, estimulando la investigación científica que ha dado lugar a la implementación de nuevas tecnologías y al desarrollo de nuevas teorías.

Finalmente, considero que este trabajo me ha dado la oportunidad de reflexionar metacognitivamente no sólo acerca de mi propia disciplina y de mi quehacer docente, sino también sobre la importancia de otras metadisciplinas tan íntimamente relacionadas con mi desempeño profesional.

Sin ser experta en historia y filosofía de las ciencias, ni en semiótica textual, ni en el conocimiento de los profesores, ni en ninguno de estos saberes que de alguna forma han salido a colación a lo largo de esta investigación y, en particular, durante la escritura de esta memoria, he podido darme cuenta de la necesidad de que los profesores universitarios de ciencias integremos todos estos saberes como parte de nuestra formación, si es que decidimos hacer de la enseñanza nuestra profesión. Como se lee en Porlán y Rivero (1998, p.81): *“no es una mezcla física entre ellos, sino una reacción que permite la aparición de un cuerpo de conocimiento diferenciado [...] una fuente epistemológica que aporta conocimientos integrados y próximos a la práctica, específicos para la enseñanza y aprendizaje de las materias escolares, e hipótesis más o menos complejas, de actuación”.*

En este sentido considero que un primer paso es la búsqueda de espacios dentro de nuestro departamento para que los profesores podamos reflexionar y compartir nuestro conocimiento, entendido este como la integración de todos nuestros saberes, para construir entre todos una mejor docencia.

7. Propuestas e innovaciones

Tal como estaba previsto, a continuación comento algunas propuestas innovadoras que buscan motivar formas alternativas de enseñar y aprender química y, en particular la tabla periódica. Estas propuestas, además, pretenden contextualizar la enseñanza y relacionarla, como sugería P11, con otros “saberes”. En este sentido considero que la tabla periódica puede ser un buen punto de partida para acercarse a otras áreas del conocimiento, integrando el estudio de elementos y compuestos a otros desarrollos de la humanidad.

7.1. Propuesta de curso

Con los resultados obtenidos en esta investigación, espero presentar en mi departamento la propuesta de un curso sobre la Tabla Periódica que ofrezca una visión holista y no fragmentada de todo lo que podemos aprender de la tabla periódica, que encierra, entre otras, en 112 cuadraditos la historia de la Química y de la Humanidad.

7.2. Perspectivas a futuro

Los resultados de esta investigación, sus conclusiones y las reflexiones finales abren nuevas perspectivas de investigación en los distintos aspectos aludidos en este trabajo alrededor de la enseñanza de la tabla periódica en los cursos generales de Química.

7.2.1. Respecto al “saber sabio”

Hacer un estudio más fondo en la literatura científica sobre los desarrollos del establecimiento de la estructura atómica en relación a la tabla periódica entre el año de la promulgación de la ley periódica y las primeras cuatro décadas del siglo XX.

7.2.2. Respecto a los libros de texto

Realizar una revisión más detallada desde dos perspectivas de nuestro interés:

- La semiótica textual: estudiar como es presentada la tabla periódica. Tipos de formatos, comentarios acompañantes, etc.
- El uso de las analogías como herramientas didácticas.

7.2.3. Respecto a los profesores

Con respecto al trabajo con los profesores considero que hay dos aspectos de interés.

- El primero de ellos es la discusión de los resultados obtenidos, tanto en esta investigación como en la del uso de las analogías (Linares, 2002), con los profesores del Departamento de Química de la Universidad del Valle que han participado en ellas. Considero que estos materiales pueden servir de base para la reflexión acerca de nuestro quehacer docente e implementar, coordinadamente actividades tendientes a su optimización.
- El segundo aspecto de interés es adelantar investigaciones como estas dos con químicos en últimos años de su formación profesional y con estudiantes del Magíster en Química, que suelen trabajar como asistentes de docencia, para detectar si las características de los perfiles o el uso de la analogías están predeterminados antes de comenzar el ejercicio docente o, si por el contrario, son el resultado de la conjunción de los saberes a través de años de experiencia.

7.3. Innovaciones

Como último punto de esta memoria me permito presentar dos trabajos relacionados con la enseñanza de la tabla periódica: Un poema con su historia y un juego de mesa denominado Sabelotodo de la Tabla Periódica.

7.3.1. Poema de la historia de la tabla periódica

*Ha sido un placer muy grande
Realizar esta tarea,
Ojalá opine lo mismo
La persona que la lea.*

*He querido resumir
En unos versos sencillos
Cómo se llegó a la tabla
De los elementos químicos,
Y de paso reafirmar
-Para que quede muy claro-
Que didáctica e historia
Han crecido de la mano.*

DE ARISTÓTELES A HOY: PRESTEN ATENCIÓN QUE AHÍ VOY

Hace mucho, mucho tiempo
En la ciudad de Estagira,
Allá por la Grecia antigua,
Un hombre sabio pensaba:
“¿de qué estará hecho el mundo?”
“¿qué tendrá todo por dentro?”
Mirando a su alrededor
Mientras iba discutiendo
Con otros peripatéticos
Este brillante maestro
Fue encontrando las respuestas
A estos cuestionamientos.
Miró de derecha a izquierda,
Miró arriba, abajo luego
Y dijo: cuatro elementos
Son el principio de todo:
AGUA, AIRE, TIERRA Y FUEGO”

Todo era frío o caliente
Y además húmedo o seco,
Y de esta forma sencilla
Se explicaba el universo.

Así resumió Aristóteles
Lo que antes habían expuesto
Un tal Tales de Mileto,
Anaxímedes y Heráclito
Y Empédocles de Agrigento.

Otros en cambio pensaban
De una forma diferente,
Y hablaban de una partícula
Indivisible por cierto.
“**ATOMO**” dieron por nombre
al pequeño pedacito
el filósofo Demócrito
y su maestro Leucipo.

Pero los sabios de entonces
no les creyeron su cuento
y siguieron con la idea
de solo cuatro elementos.

.....

Con el tiempo y con las guerras,
Por imperios y conquistas
A través de Alejandría,
En los años cuatrocientos
Fueron llegando hasta Europa
Las ideas alquimistas.

La Alquimia, palabra árabe,

Mezcla de ciencia y de arte
-tildada de brujería-
en malolientes marmitas
buscaba sin descansar
transmutación de metales,
sublimación del espíritu,
el elixir de la vida,
¡la piedra filosofal!

Dragones y salamandras
Como enigmáticos signos
Encerraban los secretos
De un profundo esoterismo.

Más de uno fue a la hoguera
Por no dar explicación
De lo que hervía en sus retortas
A la Santa Inquisición.

.....

Muchos siglos transcurrieron
Y llegó el Renacimiento
Y con él la Iatroquímica
Del médico Paracelso,
Quien fuera el primer maestro
De la cátedra de Química
En la bella Basilea
En el siglo diez y seis.

Época de grandes genios
De las Ciencias y las Artes:
Da Vinci, Bacon, Descartes...
Y también de Galileo
A quien costó una condena
Su teoría de los cielos.

A mitad del diez y siete
"El químico más escéptico"
- el irlandés Robert Boyle -
plantea un primer concepto
sobre lo que es "elemento":
"cuerpo simple o primitivo
que hace parte de otros cuerpos".

Atrás va quedando ahora
La teoría aristotélica
Con solo cuatro elementos,
Y de la alquimia y la hoguera

Sólo quedan los recuerdos...

Y surge de los estudios
Del alemán Georg Stahl
La "sublime teoría"
Con la que se ha de explicar
Que al quemar ciertas sustancias
- En especial un metal -
El "flogisto" se desprende
Y el residuo es sólo "cal".

Y empieza por todas partes
El estudio de los "aires",
Y dele a la "combustión"
Y luego a la "reducción",
Y que el flogisto va y viene...
Y el avance de la Química
Ahora nada lo detiene.

A fines del diez y ocho
La cosa se pone buena
Pues todos quieren tener
De esta ciencia la bandera.
Priestley, Cavendish y Black,
El ruso Lomonosoff,
Y, por supuesto, Karl Scheele,
El sueco investigador.

Cada uno por su parte
Va encontrando nuevos "aires":
"aire ígneo", "aire viciado",
"aire desflogisticado".

Sin embargo, y a pesar
De todos estos esfuerzos
Aún no pueden descifrar
Lo que es un "elemento".
Mientras tanto un francés
Negociante y abogado
Comienza a escribir de "Química
Un elemental tratado".

Es curioso que a lo largo
De toda la humanidad
La historia se ha entrelazado
Con el arte de enseñar.
Pues buscando una manera

De los hechos explicar
Más de uno se ha encontrado
Con lo que esperaba y ¡más!

Así fue como este joven,
Antoine Laurent Lavoisier,
Con la paciencia de un santo
Y una muy buena mujer,
La conservación de masa
Al fin logró establecer.

Colocó el agua en reflujo,
Pesó antes y después
Y observando, cuidadoso,
Dijo en perfecto francés:
“de esta agua que aquí hierve
nada se gana o se pierde”.

El flogisto queda “out”
El camino ya está abierto,
Y los secretos del agua
Han quedado al descubierto.

Con todo lo que ha encontrado
En estos experimentos
Define ahora Lavoisier
Cuerpo simple o elemento,
Y hace la primera lista
De elementos descubiertos
- aunque él no sabe que algunos
son en realidad compuestos -.

Además con otros tres:
Fourcroy, Morveau y Berthollet
Crean una nomenclatura
Que a la Química haría ayuda.

Se acaban los nombres raros
De “espíritus” y “vitriolos”
Pues cada sustancia tiene
Para sí, un nombre propio,
Acorde a sus propiedades
Y a su real composición,
De modo que en adelante
Ya no habrá más confusión.

Mas a pesar de haber sido

De la Química “el papá”
Como muchos entendidos
A este hombre suelen llamar,
La envidia y los viejos odios
Que sentía por él Marat
Llevaron a Lavoisier
A su trágico final,
Y el tribunal que regía
La Revolución Francesa
Mandó a un verdugo sin rostro
A cortarle la cabeza.

Algunos años después
Comenzando el diecinueve
La vieja idea de “átomo”
En una mente se mueve...
John Dalton se lanza al ruedo
Con su nueva teoría
Y propone su modelo
Que en tres líneas resumía:
“Primero: todo elemento
de átomos está compuesto.
Segundo: todos los átomos
Si son de un mismo elemento
Entre sí han de ser idénticos,
Mas han de ser diferentes
A los de otros elementos”.
Y finalmente concluye
Para así acabar el cuento
Que “no hay transmutación
De uno en otro elemento”.

A partir de este momento
Se mezclan estos conceptos
Y dan origen a otros:
Moléculas y compuestos.

Los símbolos alquimistas,
Como los de Lavoisier,
Van tomando nuevas formas
En las manos del inglés.
Pero aunque era un adelanto
Lo que John Dalton hacía
Aún era muy complicada
Toda esta simbología.

Se iba haciendo necesario

Encontrar otra manera
De representar los “cuerpos”
Sin cruces y sin esferas.

Berzelius propone entonces
Un lenguaje universal,
Y de su nombre latino
Se tomará la inicial.
No más esfera con punto
Para llamar al hidrógeno
Ahora sólo es una “H”
Y liquidado el asunto...

Volta se inventa la pila,
Con ella, la electroquímica,
Y una “pila” de elementos
Son descubiertos en Química.

De modo que así las cosas
Casi cien años después
De aquella lista que hiciera
El finado Lavoisier,
Los elementos en Química
Ya van en sesenta y tres.

.....

En la fría San Petersburgo
Dimitri Mendeleiev
Su nuevo curso de Química
Se replanteaba otra vez,
Pues claro, era complicado
Con toda esta información
Para los buenos maestros
Preparar bien la lección.

Un listado de memoria
No resolvía este problema
Así que había que sentarse
A repensar este tema.
Y como no había encontrado
Ningún libro de su agrado,
-Así como Lavoisier
Hizo su propio “Tratado”-
Él decidió hacer su libro,
“Principios” denominado.

Y otra vez nos encontramos
Con la estrecha relación

Que didáctica e historia
Tienen en esta cuestión.

Pero sigamos la historia
En orden, como venía,
Que antes de Mendeleiev
Ya algunos cuántos había
Tratando de organizar
De alguna manera u otra
Los elementos hallados
En varias partes de Europa.

Döbereiner fue el primero
Que en tríadas observó
En las medias aritmética
La asombrosa relación
De pesos equivalentes
- pesos de combinación -.
Óxidos de calcio y bario
Divididos entre dos
Pesos igual que el de estroncio,
Me lo crea usted o no.

Repitió del mismo modo
Con sodio, litio y potasio,
Selenio, azufre y telurio,
Con bromo, con cloro y yodo...
Con “químicas” similares,
Y siempre de 3 en 3,
La relación aritmética
No le falló ni una vez.

Muy importante aquí es Prout
Quien considera el hidrógeno
El elemento primero,
Por lo cuál todos los pesos
De los demás elementos
De una fracción del hidrógeno
Serían múltiplos enteros.

Esta hipótesis genera
Una fuerte discusión
Entre los que están en contra
Y los que están a favor,
Incentivando – con creces -
Toda una investigación.

Unos añitos después,
Béguyer de Chancourtois
A la Academia de Ciencias
Su idea fue a presentar:
Un gran anillo telúrico
En cuyo eje vertical
Figuran pesos atómicos
Y el telurio, por supuesto,
Ocupa un lugar central.
Pero era muy complicado
Este esquema que ha propuesto
Y además mezcla el anillo
Cuerpos simples y compuestos,
Dos razones por las cuales
Muy pocos se acuerdan de esto.

Mientras tanto, por su parte,
- aunque trabajando aparte -
Dos ingleses observaban
Ciertas regularidades
En algunas propiedades.

A uno de ellos: John A. Newlands
Se le ocurrió comparar
Los rasgos repetitivos
Con la escala musical,
Pues cada siete elementos
Semejanzas encontraba
Y a su sistema periódico
Llamó "ley de las octavas".

Pero ¡Ah, si hay ignorantes
Aunque sean importantes!
En la "Chemical Society"
Preguntaron con humor
Si en alfabético orden
No habría quedado mejor.
El otro era William Odling,
Que en Oxford era profesor
Y pretendía establecer
- Sin tener lugar a error -
Una ley que predijera
Que para los elementos
La secuencia de sus pesos
Y de su comportamiento
En todos son paralelas.

Pero tampoco la suerte
Le sonrió a este otro inglés...

Y ahora si a Mendeleiev
Retomemos otra vez.

Quizás por estar en Rusia
O por eso de la "izquierda",
Cierto es que Mendeleiev
La cosa empezó al revés,
Y en vez de similitudes
Empezó a hallar diferencias.

Halógenos y alcalinos,
Dos grupos tan diferentes
Eran, al clasificar,
Sus mejores referentes.....
Y mientras otros armaban
La tabla a partir del centro
Dimitri,- en su contra vía -
Iba de afuera hacia adentro;
Y estudiando uno por uno
Los elementos más típicos
Va organizando por fin
El comportamiento químico.

Entretanto en Alemania
El profesor Lothar Meyer
De la periodicidad
Buscaba sus propias leyes,
E igual que Mendeleiev
Quería ofrecer a la Ciencia
Una tabla de elementos,
Mas basada en las valencias.

Compiten ahora los dos
Por tener la primacía
- y ver cual tabla periódica
en verdad perduraría -.

Mendeleiev gana el premio
Que le concede la historia
Y su tabla de elementos
Aún perdura en la memoria,
Con sus casillas en blanco
Para elementos previstos:
Eka-boro, eka-aluminio

Y también eka-silicio.

Hubo algunos elementos
Para él algo inquietantes
Como aquellos “gases raros”
Para nada reaccionantes
O también los radiactivos
De los esposos Curie,
Que con tal de conocerlos
Hizo viaje hasta París.

Y bueno, aquello del “éter”
No le resultó muy bien,
Pero realmente hizo mucho
Dimitri Mendeleiev
Y la tabla que hoy tenemos
En mucho se la debemos
A este ilustre profesor
Que buscando la manera
De enseñar mucho mejor
Encontró una ley periódica

Y un sistema ordenador.

Hoy en día ya sabemos
Que no es por el peso atómico
Mas por el número atómico
Que este orden se establece,
Y el número de elementos
Cada día crece y crece,
Pues los que no se descubren
Surgen artificialmente...

Unos durarán por siempre
Y otros “vivirán” muy poco,
- Como el ciento diez y ocho -,
Pero todos cumplirán
Aquella ley general
Conocida por los químicos
Como **periodicidad**,
Y diciendo estas palabras
Coloco el punto final.

7.3.2. Sabelotodo de la tabla periódica

SABELOTODO DE LA TABLA PERIÓDICA es un juego diseñado para aprender, repasar y compartir conocimientos relacionados con la tabla periódica, las propiedades periódicas y las interacciones entre los elementos químicos. Además, a través del origen de sus nombres, los participantes se pueden transportar a otros dominios del conocimiento como la mitología, la astronomía o la geografía, integrando el estudio de la química al de otras áreas igualmente importantes en la formación de los estudiantes. Puede ser jugado por estudiantes de 4º ESO, bachillerato o primeros años de estudios universitarios en cursos generales de química o química inorgánica.

OBJETIVO DEL SABELOTODO DE LA TABLA PERIÓDICA::

El objetivo principal del SABELOTODO DE LA TABLA PERIÓDICA es que los estudiantes se familiaricen de una manera amena con la tabla de los elementos químicos a través de una serie de preguntas y respuestas de diferentes grados de dificultad.

El juego consiste en:

1- Un tablero, que es la tabla periódica (Formato 7 presentado a los profesores durante la investigación), en donde los recuadros de los símbolos químicos aparecen en ocho colores diferentes, cada uno de los cuáles representa un conjunto de elementos con un origen común para sus nombres, o una época de la historia en que fueron conocidos. Los elementos se encuentran agrupados de la siguiente manera:

- Recuadros rosados: Elementos nombrados por una cualidad o propiedad. Por ejemplo: Hidrógeno: productor de agua.
- Recuadros mostazas: Elementos cuyo nombre se originó en un mineral. Por ejemplo, el aluminio cuyo nombre proviene de la alúmina.
- Recuadros amarillos: Los elementos conocidos desde tiempos más remotos y los elementos más recientes. Por ejemplo, el hierro y el ununnilio.
- Recuadros azules: Elementos nombrados con base en cuerpos celestes. Por ejemplo, el helio proveniente del sol.
- Recuadros morados: Elementos cuyos nombres recuerdan personajes mitológicos o cuyos nombres se originaron en supersticiones populares. Por ejemplo, el mercurio y el cobalto.
- Recuadros anaranjados: Elementos denominados de acuerdo con el color de la sustancia simple o de sus líneas en el espectro de emisión. Por ejemplo, el cloro y el cesio.
- Recuadros verdes: Elementos que aluden sitios geográficos. Por ejemplo, europio y americio.
- Recuadros rojos: Elementos que rememoran personajes famosos en la química y la física. Por ejemplo, el curio.

Tarjetas de ocho colores -correspondientes a los colores del tablero- con 3 preguntas con distinto grado de dificultad sobre todos y cada uno de los elementos de la tabla periódica y temas relacionados sobre los cursos generales de química.

Dados y fichas para 4 jugadores, o 4 equipos, dependiendo del número de participantes.

REGLAS DEL JUEGO:

El SABELOTODO DE LA TABLA PERIÓDICA puede ser jugado por un mínimo de dos participantes. Para un número mayor de participantes, se podrán formar equipos de 2, de 3 o de 4 según el número de jugadores. Cada jugador o equipo lanzará el dado y el que saque el número mayor será el primero en comenzar el recorrido por el tablero. De ahí en adelante se seguirá en el sentido de las manecillas del reloj. Cada jugador lanzará un solo dado y avanzará un número de casillas igual al número obtenido en el lanzamiento. Una vez en la casilla correcta un jugador de un equipo distinto al suyo sacará una de las tarjetas correspondiente al elemento. Para comenzar, el participante en turno deberá decir el nombre del elemento. Este será el santo y seña para comenzar a jugar. De no saberlo, perderá el turno.

Las preguntas de la tarjeta se irán haciendo en orden creciente de dificultad. Puesto que la finalidad del juego es aprender, en caso de que el participante no sepa la respuesta correcta, esta deberá ser leída en voz alta por quien ha hecho la pregunta. Ninguna pregunta deberá quedar sin contestar. Una vez completadas las tres preguntas, si el jugador ha respondido correctamente la pregunta de una estrella, podrá avanzar una casilla, dos casillas por la de dos estrellas y tres por la de mayor grado de dificultad. Una vez completada una ronda, cada jugador o representante del equipo vuelve a lanzar el dado, y el procedimiento se repite. Ganará el juego quien llegue primero a la casilla 112.

TIPOS DE PREGUNTAS:

Las preguntas tienen tres grados de dificultad. Las de grado de dificultad uno están identificadas por una *, las de grado de dificultad dos están identificadas por ** y las de grado de dificultad tres, por ***.

Las preguntas con grado de dificultad uno corresponden a los conceptos generales de química y de la tabla periódica que pueden ser contestadas por los estudiantes de partir de 4º ESO. Son preguntas típicas de esta categoría las siguientes:

Las preguntas con grado de dificultad dos pueden ser contestadas por los estudiantes a partir de bachillerato. Incluyen conceptos de modelos atómicos, distribución electrónica, comparación de propiedades periódicas, enlace, origen de los nombres de los elementos y algo de historia sobre la tabla periódica. Las siguientes son preguntas típicas de esta categoría.

Las preguntas con grado de dificultad tres pueden ser contestadas por estudiantes de los primeros cursos de química universitaria (y probablemente también por los de bachillerato). Incluyen algo más de sobre la historia del descubrimiento de los elementos, o sobre algunas propiedades o características de las sustancias simples o preguntas de mayor profundidad sobre estructura atómica, propiedades periódicas o enlace. Algunas preguntas se hacen con respecto a los átomos y otras respecto a los iones. Esto es con el fin de comprobar si los estudiantes tienen claro que los iones se forman por ganancia o pérdida de electrones y no por variación en el número de protones. Similarmente, algunas preguntan sobre nomenclatura de compuestos típicos de cada grupo, piden que se dé el nombre del compuesto si se les muestra su fórmula y otras veces, al contrario.

Con todas estas preguntas y otras similares se arman cinco tarjetas para cada elemento, de tal manera que el juego tenga un total de 560 tarjetas.

Este sabelotodo es el complemento de ¿Cuántas cosas podemos aprender de la tabla periódica!? En este documento se clasifican los elementos químicos de acuerdo al origen de

sus nombres y se hace una pequeña descripción de cada uno, incluyendo particularidades o anécdotas. Además, se hace una breve alusión a aquel o aquello que dio origen a su nombre, sea un personaje mitológico o cuerpo celeste, un lugar geográfico o un científico famoso.

BIBLIOGRAFÍA

- ASIMOV, I. (1999). *Breve historia de la química*. Madrid: Alianza Editorial S.A.
- BABOR, J.A. y IBARZ, J.I. (1974). *Química General Moderna*. Barcelona. Editorial Marín S.A. 8ª ed.
- BALL, D.W. (1985). Element etymology: What is in a name?. *J. of Chemical Education*, 62 (9), pp. 787 – 788.
- BENSAUDE-VINCENT, B. (1995). Mendeleiev: Historia de un descubrimiento. pp. 502 – 525 en *Historia de las Ciencias*. Ed. Michell Serres
- Enciclopedia® Microsoft® Encarta 2001. © 1993-2000 Microsoft Corporation.
- GARRIC, M. (1979). *Química General (Chimie Générale)*, Barcelona. Ed. Reverté.
- PÉREZ-BUSTAMANTE DE MONASTERIO, J.A. (1995). Descubrimiento de nuevos elementos químicos en el período de vida de J. L. Proust (en conmemoración del 250 aniversario del nacimiento de Proust). *Llull*, (18), pp. 517 – 544.
- RINGNES, V. (1989). Origin of the names of chemical elements. *J. of Chemical Education*, 66 (9), pp. 731 – 738.

Bibliografía

ADÚRIZ-BRAVO, A. (2001). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.

ADÚRIZ-BRAVO, A., IZQUIERDO, M. y ESTANY, A. (2002). Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de las ciencias para el profesorado de ciencias en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), pp. 465-476.

AGMON, N. (1988). Ionization Potentials for isoelectronic series. *J. of Chemical Education*, 65 (1), pp. 42 – 44.

ALBALADEJO, E. et al. (1981). ¿Cómo diferenciar entre elementos y compuestos? *Cuadernos de pedagogía*, 7 (78), pp.70 – 72.

ALBALADEJO, E. et al. (1982). La tabla periódica de los elementos. Una introducción histórica mediante un método activo. *Cuadernos de pedagogía*, (90), pp. 57 – 60.

AMIEL, J. (1969) *Cours de chimie*. Paris. Colection Dunod Université.

ARMBRUSTER, P. (1998). La síntesis de los elementos superpesados. *Investigación y Ciencia*, Noviembre, pp. 60 – 71.

ASIMOV, I. (1999). *Breve historia de la química*. Madrid: Alianza Editorial S.A.

BABOR, J.A. y IBARZ, J.I. (1974). *Química General Moderna*. Barcelona. Editorial Marín S.A. 8ª ed.

BADILLO, E. (2003). *La derivada como objeto matemático y como objeto de enseñanza aprendizaje en profesores de matemáticas de Colombia*. “La derivada, un concepto a caballo entre la Matemática y la Física”.Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.

BALL, D.W. (1985). Element etymology: What is in a name?. *J. of Chemical Education*, 62 (9), pp. 787 – 788.

BEN-ZVI, N. y GENUT, S. (1998). Uses and limitations of scientific models: the Periodic Table as an inductive tool. *International Journal of Science Education*, 20 (3), pp. 351-360.

BEN-ZVI, R. EYLON, B.S. y SILBERSTEIN, J. (1986). Is an atom of copper malleable? *J. of Chemical Education*. 63 (1), pp.64-66.

BENSAUDE-VINCENT, B. (1994a). Construire le tableau périodique des éléments. Pour une utilisation pédagogique d'informations historiques. *Bulletin de l'union des physiciens*, 88, pp.1109 – 1123.

BENSAUDE-VINCENT, B. (1994b). Le langage chimique a la recherche de l'élément chimique. *La actualité chimique*, juillet-août, pp.51-55.

BENSAUDE-VINCENT, B. (1991). Mendeleiev: Historia de un descubrimiento. pp. 502 – 525. en *Historia de las Ciencias*. Ed. Michell Serres

BENSAUDE-VINCENT, B. (1986). Mendeleev's periodic system of chemical elements. *BJHS*, 19, pp.3-17.

BENSAUDE-VINCENT, B. y STENGERS, I. (1997). *Historia de la Química*. Madrid. Adison-Wesley Iberoamericana S.A./Universidad Autónoma de Madrid

BENSAUDE-VINCENT, B. y LUNDGREN, A. (2000). *Communicating Chemistry. Textbooks and their audiences, 1789-1939*. Ed. Bernadette Bensaude-Vincent y Anders Lundgren. USA. Watson Publishing International.

BIANCHI, M.S. (1994). The visible and the invisible. From alchemy to Paracelsus. Pp.17 - 50 en *Alchemy and Chemistry in the 16th and 17th centuries* edited by Piyo Rattansi y Antonio Clericuzio. Dordrecht. Kluwer Academic Publishers.

BLANCK, H.F. (1989). Predicting nuclear stability using the periodic table. *J. of Chemical Education*, 66 (9), p. 757.

BOUMA, J. (1989). An application-oriented periodic table of the elements. *J. of Chemical Education*, 66 (9), pp. 741 – 745.

BRATSCH, S.G. (1988a). Revised Mulliken electronegativities. I. Calculation and conversion to Pauling units. *J. Of Chemical Education*, 65 (1), pp. 34 – 41.

BRATSCH, S.G. (1988b). Revised Mulliken electronegativities. II. Applications and Limitations. *J. Of Chemical Education*, 65 (3), pp. 223 – 226.

BRINCONES, I. y GARCÍA, J. (1987). Los elementos y el sistema periódico. *Boletín del Instituto de Ciencias de la Educación*, 11 (12), pp.134 –154.

BROOKE, J. H.(2000). Introduction: The Study of Chemical Textbooks. pp. 1-18 en: *Communicating Chemistry. Textbooks and their audiences, 1789-1939*. Ed. Bernadette Bensaude-Vincent y Anders Lundgren. USA. Watson Publishing International.

BROOKS, N.(2000). Dimitrii L. Mendeleev's Principles of Chemistry and the Periodic Law of the Elements. pp. 295- 310 en: *Communicating Chemistry. Textbooks and their audiences, 1789-1939*. Ed. Bernadette Bensaude-Vincent y Anders Lundgren. USA. Watson Publishing International.

BULLEJOS, J., DE MANUEL, E. y FURIÓ, C. (1995). ¿Sustancias simples y/o elementos? Usos del término elemento químico en los libros de texto. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (9), pp. 27 – 42.

CAMPANARIO, J.M. (2002). Asalto al castillo:¿A qué esperamos para abordar en serio la formación didáctica de los profesores universitarios de ciencias?. *Enseñanza de las Ciencias*. 20 (2), pp.315-325.

CAMPANARIO, J.M. y MOYA, A.(1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*. 17 (2), pp.179-192.

CAMPBELL, J.A. (1989). Let us make the table periodic. *J. of Chemical Education*, 66 (9), pp. 739 –740.

CATALAYUD, M.L. y GIL PÉREZ, D. (1993). La preparación docente del profesorado de facultades de ciencias: una necesidad emergente. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra (IV congreso), pp. 35-36.

CLARK C. y PETERSON, P. (1990). Procesos de pensamiento de los profesores. En M.C. Wittrock: *La investigación de la enseñanza I. Enfoques, teorías y métodos*. Barcelona: Piados.

CLEMENTI, E. y RAIMONDI, D.L. (1963). *J. of Chemical Physics*, 38, p. 2686

COUSO, D. (2002). *El trabajo en grupo de los docentes en ejercicio. Análisis del contenido del discurso de los profesores de secundaria en el diseño de unidades didácticas de forma cooperativa*”. Trabajo de investigación. Universitat Autònoma de Barcelona.

COUSO, D. (2002). La comunidad de aprendizaje profesional. Una propuesta socioconstructivista de desarrollo profesional del profesorado de ciencias naturales. Pp.79 – 100. En: *Pensamiento y conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales*. Eds. Gerardo Andrés Preafán y Agustín Adúriz-Bravo. Universidad Pedagógica Nacional-Colciencias. Bogotá.

CHERIF, A.A., ADAMS, G.E. y CANNON, C.E. (1997). Nonconventional Methods in Teaching Matter, Atoms, Molecules & the Periodic Table for Nonmajors Students. *The American Biology Teacher*, 59 (7), pp. 428 – 438.

CHEVALLARD, Y. (1991). *La transposition didactique. Du savoir sávant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée Sauvage.

DAGHER, Z. (1995). Review on studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. *Science education*, 79(3), 295 – 312.

DE LA CRUZ TOMÉ, M.A. (2000). Formación pedagógica inicial y permanente del profesor universitario en España: reflexiones y propuestas *Revista Interuniversitaria de formación del Profesorado*. 38, pp. 19-35.

DEBUS, A.G. (1987). *Chemistry, Alchemy and the New Philosophy 1550-1700*. London. Variorum Reprints.

DUIT, R. (1991). On the role of Analogies and Metaphors in Learning Science. *Science Education*, 75(6), 649-672.

DUIT, R. y WILBERS, J. (2000). On the benefits and pitfalls of analogies in teaching and learning physics, en R. Pintó y S. Suriñach (eds.) *Physics Teacher Education Beyond 2000*, 11-18. Paris: Elsevier.

ENDURAN, S. y SCERRI, E., (2002). The nature of chemical knowledge and chemical education. pp. 7-27. En: *Chemical Education: Towards Research-Based Practice*. Eds. John K. Gilbert, Onno de Jong, Rosária Justi, David F. Treagust y Jan H. Van Driel. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.

ESTANY, A. e IZQUIERDO, M., (2001). Didactología: una ciencia de diseño. *ENDOSA: Series Filosóficas*, 14, PP. 13-33, UNED, Madrid.

FERNÁNDEZ, M. (2000). Fundamentos históricos. pp. 65- 83. en *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. Ed. Francisco Javier Perales Palacios y Pedro Cañal de León.

FERNÁNDEZ, I., GIL, D., CARRASCOSA, J., CACHAPUZ, A y PRAIA, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*. 20 (3), pp. 477 - 488.

FERNÁNDEZ, J., GONZÁLEZ, B.M. y MORENO, T. (2002).. Las analogías como modelo y como recurso en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 35, pp. 82-89.

FERNELIUS, W.C. y POWELL, W.H. (1982). Confusion in the periodic table of the elements. *J. of Chemical Education*. 59 (6), pp. 504-508.

FERRER, J. y GONZÁLEZ, P. (1999). El profesor universitario como docente. *Revista Interuniversitaria de formación del Profesorado*. 34, pp. 329-335.

FURIÓ, C. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. 12 (2), pp. 188 – 199.

FURIÓ, C., DOMÍNGUEZ, C. (2001). Conocer la historia de las ciencias para comprender las dificultades de los estudiantes sobre el concepto de sustancia química. *Enseñanza de las Ciencias. VI Congreso internacional sobre investigación en la didáctica de las Ciencias*. pp.55-56.

GAGLIARDI, R. (1988). Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 6 (3), pp. 291-296.

GALAGOVSKY, L. y ADÚRIZ-BRAVO, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de Modelo Didáctico Analógico. *Enseñanza de las ciencias*, 19 (2), 231 –242.

GARBIN, S. (2000). *Infinito actual: inconsistencias e incoherencias de estudiantes de 16-17 años*. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.

GARRIC, M. (1979). *Química General.(Chimie Générale)*, Barcelona. Ed. Reverté.

GIERE, R. (1999). Un Nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra, pp.63-70.

GIERE, R. (1992). *La explicación de la ciencia. Un acercamiento cognoscitivo*. México. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

GIL, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hace los profesores de ciencias). *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), pp. 69-77.

GIL, D. (1993). Aportaciones de la investigación en didáctica de las ciencias a la formación y actividad del profesorado. *Currículo*, 6-7, pp. 45-66.

GIL PÉREZ, D., FURIÓ MÁS, C., VALDÉS, P., SALINAS, J., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., GUIASOLA, J., GONZÁLEZ, E., DUMAS-CARRÉ, A., GOFFARD, M. Y PESSOA DE CARVALHO, A.M. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), pp. 311-320.

GOH, N.K. y CHIA, L.S. (1989). Using the learning cycle to introduce periodicity. *J. of Chemical Education*, 66 (9), pp.747 –749.

GORMAN, M. (1983). Restoration of descriptive inorganic chemistry. *J. of Chemical Education*, 60 (3), pp.214 – 216.

GRANADA, A., HLEAP, J. y LINARES, R. (1993). Video sobre la tabla periódica y las propiedades periódicas, Universidad del Valle.

GRECA, I.M., HERSCOVITZ, V.E. (2002). Construyendo significados en mecánica cuántica: fundamentación y resultados de una propuesta innovadora para su introducción en el nivel universitario. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (2), pp. 327-338.

HANNAWAY, O. (1975). *The Chemist and the Word*. John Hopkins University Press.

HARRISON, A. y TREAGUST, D. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching Chemistry. *Science Education* 80(5), pp.. 509 – 534.

HEESE, M. (1966). *Models and analogies in science*. South Bend, IN: Notre Dame University Press.

HOFFMAN, D.C. y LEE, D.M. (1999). Chemistry of the heaviest elements – One atom at a time. *J. of Chemical Education*, 76 (3), pp.331-347.

HUHEEY, J.E.(1981). *Química Inorgánica. Principios de Estructura y Reactividad*. Méjico. Harla & Row Latinoamericana. 2ª Edición.

IMBERNÓN, F. (2000). Un nuevo profesorado para una nueva universidad. ¿Conciencia o presión?. *Revista Interuniversitaria de formación del Profesorado*. 38, pp. 37-46.

INGMAN, A.M. y GILBERT, J.K. (1991). The use of analogue models by students of chemistry at higher education level. *International Journal of Science Education*, 13, pp.193-202.

IZQUIERDO, M. (2003).Com s'obté l'Esperit ardent de Saturn? Qué es? I Jornada sobre la Historia de la Ciencia y L'Ensenyament "Antonio Quintana Mari" Barcelona, Institut d' Estudis Catalans, 15 novembre 2003.

IZQUIERDO, M. (2003a).Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. VI Jornadas Nacionales y III Internacionales de Enseñanza Universitaria de la Química. La Plata, Argentina, 28/09/03 – 01/10/03.

IZQUIERDO, M. (2002).Conferencia "Cambio de Paradigma en la Química del Siglo XXI. La sorprendente evolución de la Tabla Periódica". Reunión anual de la Sociedad Española de Historia de la Ciencia y de la Técnica. SEHCYT, Logroño.

IZQUIERDO, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. pp. 35- 64. en *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. Ed. Francisco Javier Perales Palacios y Pedro Cañal de León.

IZQUIERDO, M.(2000a). Three rethorical constructions of the Chemistry of Water. pp. 255 - 272 en: *Communicating Chemistry. Textbooks and their audiences, 1789-1939*. Ed. Bernadette Bensaude-Vincent y Anders Lundgren. USA. Watson Publishing International.

IZQUIERDO, M. e IZQUIERDO, A. (2002). *Or per à la llibertat*. 2ª edición. VIC:EUMO.

IZQUIERDO, M., ESPINET, M., GARCÍA, M.P., PUJOL, R.M. y SANMARTÍ, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra, pp. 79 – 91.

IZQUIERDO, M., SANMARTÍ, N. y ESPINET, M., (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), pp. 45 – 59.

JIMÉNEZ, J.D. (1998). *Los medios de representación gráfica en la física y la química*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.

JUNG, C.G. (1995). *Paracélsica*, Barcelona. Editorial Kairós. 2ª ed.

JUSTI, R. Y GILBERT, J. (2002). Models and modelling in Chemical education. pp. 47-68. En: *Chemical Education: Towards Research-Based Practice*. Eds. John K. Gilbert, Onno de Jong, Rosária Justi, David F. Treagust y Jan H. Van Driel. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.

KOTZ, J.C. (1989). KC? Discoverer. A computer program for descriptive inorganic chemistry. *J. of Chemical Education*, 66 (9), pp. 750 – 755.

KRAGH, H. (1986). *Introducción a la historia de la ciencia*.

LACRUZ ALCOCER, M., BRAVO, C. y REDONDO, M. A. (2000). Educación y nuevas tecnologías ante el siglo XXI. *Comunicación y Pedagogía*, 164, pp.25 – 38.

LAINING, M. (1989). The periodic table – A new arrangement. *J. of Chemical Education*, 66 (9), p.746.

LEWIS, J.I., y WADDLING, R.E.L. (1986). Ionic radius: its development and use in the teaching of inorganic chemistry. *The School Science Review*, 67 (240), pp.501 –510.

LINARES, R. (2002). Análisis sobre el uso de las analogías en los cursos del Departamento de Química de la Universidad del Valle. Treball de recerca Doctorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. UAB.

LIRES, M.A., COMESAÑA, M. y TOJO, J. (2001). La historia de la química en los libros de texto: una escasez escandalosa. *Enseñanza de las Ciencias. VI Congreso internacional sobre investigación en la didáctica de las Ciencias*. pp.243-244.

LOENING, K.L. (1984). Recommended format for the periodic table of the elements. *Journal of Chemical education* 61, p.136.

LLORENS, J.A. (1991). *Comenzando a aprender química. Ideas para el diseño curricular*. Madrid. Visor Distribuciones S.A.

MANSO, J.M. (1999). Profesionalización pedagógica del profesorado universitario. *Revista Interuniversitaria de formación del Profesorado*. 34, pp. 319-328.

MARCELO, C.. (2002). La investigación sobre el conocimiento de los profesores y el proceso de aprender a enseñar. Una revisión personal.. Pp.45 – 60. En: *Pensamiento y conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales*. Eds. Gerardo Andrés Preafán y Agustín Adúriz-Bravo. Universidad Pedagógica Nacional-Colciencias. Bogotá.

MÁRQUEZ, C. (2002). *La comunicò multimodal en l'ensenyament del cicle de l'aigua*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.

MARTÍNEZ BONAFÉ, J. (1995). Cultura democrática y escuela pública. Una hipótesis de trabajo. *Investigación en la escuela*. 26, pp.55 – 68.

MARTY, R. (2002). *Semiótica del texto*. <http://www.text-semiotics.org/spanish5.html>

MASON, J. (1988). Periodic Contractions among the elements or, on being the right size. *J. of Chemical Society*, 65 (1), pp. 17 –20.

MAZURS, E.G. (1974). *Graphic representations of the periodic system during one hundred years*. 2nd Ed. USA. The University of Alabama Press.

MELLADO, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias y filosofía de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 21 (3), pp. 343-358.

MENSCHUTKIN, B.N. (1937). Historical development of the conception of chemical elements. *Journal of Chemical Education* 14, pp.59 – 61.

MARCELO, C. (1987). *El Pensamiento del Profesor*. Barcelona: CEAC.

MARCELO, C. (1989). *Introducción a la formación del profesorado*. Sevilla: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.

MARCELO, C. (1992). Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre conocimiento didáctico del contenido. En *Actas del Congreso sobre las didácticas específicas en la formación del profesorado*. Santiago de Compostela.

MARCELO, C. (2002). La investigación sobre el conocimiento de los profesores y el proceso de aprender a enseñar. Una revisión personal. En Preafán, G. A. y Adúriz-Bravo, A. (Comp.). *Pensamiento y Conocimiento de los profesores. Debates y perspectivas contemporáneas*.

Santafé de Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional/Colciencias/Gaia Editorial, pp. 45-60.

MORENO, M. (2000). *El profesor universitario de matemáticas: estudio de las concepciones y creencias acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. Estudio de casos*. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.

NESPOR, J. (1987). The role of beliefs in the practice of teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 19, pp. 317-328.

NYE, M.J. (2000). From student to teacher. Linus Paulin and the reformulation of the Principles of Chemistry in 1930s. pp. 397-414 en: *Communicating Chemistry. Textbooks and their audiences, 1789-1939*. Ed. Bernadette Bensaude-Vincent y Anders Lundgren. USA. Watson Publishing International

NYE, M.J. (1993). *From Chemical Philosophy to Theoretical Chemistry. Dynamics of matter and dynamics of discipline, 1800-1950*. USA. University of Carolina Press.

OGBORN, J., KRESS, G., MARTINS, I. y MCGILLICUDDY, K. (1998). *Formas de explicar. La enseñanza de las ciencias en secundaria*. Madrid. AULA XXI. Santillana.

OLIVA, J. M., ARAGÓN, M. M., MATEO, J. y BONAT, M. (2001). Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de las analogías en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 19(3), 453 – 470.

PACAULT, A. (1994). L'élément chimique aujourd'hui. *La actualitat chimique*, juillet-août, pp.58-62.

PAJARES, M.F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62, pp. 307-332.

PÉREZ-BUSTAMANTE DE MONASTERIO, J.A. (1995). Descubrimiento de nuevos elementos químicos en el período de vida de J. L. Proust (en conmemoración del 250 aniversario del nacimiento de Proust). *Llull*, (18), pp. 517 – 544.

PORLAN, R. y RIVERO, A. (1998). *El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla. Diada editora S.L. 1ª edición.

PORLAN, R., AZCÁRATE, P., MARTÍN, R., MARTÍN, J. y RIVERO, A. (1996). Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores: fundamentos y principios formativos. *Investigación en la escuela*, 29, pp. 23-38.

RINGNES, V. (1989). Origin of the names of chemical elements. *J. of Chemical Education*, 66 (9), pp. 731 – 738.

RIVIÈRE, P. (2000). *Paracelso, médico-alquimista*. Barcelona. Editorial del Vacchi S.A.U.

ROUNDY, W.H. Jr. (1989). What is an Element? *J. of Chemical Education*, 66 (9), pp. 729 – 730.

SANDFORD, F. (1911). The significance of the periodic law. *J. of American Chemical Society*, 33, pp. 1349 –1353.

SANMARTI, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid. Editorial Síntesis S.A.

SANMARTI, N. (2000). El diseño de las unidades didácticas. pp. 239-266. en *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. Ed. Francisco Javier Perales Palacios y Pedro Cañal de León.

SCERRI, E. (1998). Evolución del sistema periódico. *Investigación y Ciencia*. Noviembre, pp.54 – 59.

SCHON, D. A. (1987). *Educating the Reflective Practitioner*. New York: Basic Books.

SCHON, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How Professionals Think in Action*. London:

SHULMAN, L. S. (1989). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: una perspectiva contemporánea. En Wittrock. M. *La investigación de la enseñanza, I. Enfoques, teorías y métodos*. Barcelona: Paidós.

SHULMAN, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), pp. 4-14. Temple Smith.

SLATER, J.C. (1930). Atomic Shielding Constants. *Physics Review* 36, p.57.

SOLANS, C. (1997). Dimitri Mendeleiev. Su vida. El desarrollo de la tabla periódica. *Química e Industria*, Noviembre, pp. 751-754.

SOLBES, J. y TRAVER, M. (2001). Resultados obtenidos introduciendo historia de las ciencias en las clases de física y química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), pp.151-162.

SOLBES, J. y TRAVER, M. (1996). La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), pp.103-112.

SOLBES, J., CATALAYUD, M., CLIMENT, J. y NAVARRO, J. (1987). Errores conceptuales en los modelos atómicos cuánticos. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (3), pp.189-195.

STENGERS, I. (1991). La química del siglo XVIII. pp. 337 – 361. en *Historia de las Ciencias*. Ed. Michell Serres

STRATHERN, P. (2000). *El sueño de Mendeleiev – de la Alquimia a la Química* -. Madrid. Siglo XXI Editores de España.

THAGARD, P. (1992). Analogy, Explanation and Education. *Journal of Research in Science Teaching* 29 (6), pp.537 – 544.

THIBAUT, J., FIGUIÈRE, P., LEGENDRE, J.J., PACAULT, A. y TIBERGHIE, A. (1994). L'élément chimique dans les écrits et dans les esprits contemporains. *La actualité chimique*, juillet-août, pp.56-57.

TOBIN, K., TIPPINS, D.J. y GALLARD, A.J. (1994). Research on instructional strategies for teaching sciences. In D. L. Gabel (ed.). *Handbook of Research in Science Teaching and Learning* 45 – 93. NY: Macmillan.

VASINI, E.J. y DONATI, E.R. (2001). Uso de las analogías adecuadas como recurso didáctico para la comprensión de los fenómenos electroquímicos en el nivel universitario inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (3), pp. 471-477..

VICENTE, J. (1983). A simple method for obtaining Russell – Saunders Term Symbols. *J. of Chemical Education*, 60 (7), pp. 560 – 561.

VON MARTTENS OSORIO, H. y GOLDSCHMIDT, A. (1989). The electronic periodic chart of the elements. *J. of Chemical Education*, 66 (9), pp. 758 – 761.

WALDRON, K.A., FEHRINGER, E.M., STREEB, A.E., TROSKY, J.E. y PEARSON, J.J. (2001). Screening percentages based on Slater effective nuclear charge as a versatile tool for teaching periodic trends. *J. of Chemical Education*. 78 (5), pp.635-639.

WANDERSEE, J.H. y BAUDOIN GRIFFARD, P. (2002). The history of chemistry: Potential and actual contributions to Chemical education. pp.29-46. En: *Chemical Education: Towards Research-Based Practice*. Eds. John K. Gilbert, Onno de Jong, Rosária Justi, David F. Treagust y Jan H. Van Driel. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.

WEBB, M.J. y RAYNER CANHAN, G.W. (1982). Descriptive Inorganic Chemistry at the second year level. *J. of Chemical Education*, 59 (12), pp.1012-1013.

WULFSBERG, G. (1983). A Piaget Learning- cycle approach to teaching descriptive inorganic chemistry. *Journal of Chemical Education*, 60 (9), pp. 725-728.

WOODGATE, S.D. (1995). First-year chemistry in the context of the periodic table. *J. of Chemical Education*. 72 (7), pp.618-622.

ZOHAR, A. (2004). *Higher order thinking in Science classrooms: Students' learning and teachers' professional development*. Dordrecht. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.

ZUCKERMAN, J.J. (1986). The coming Renaissance of descriptive Chemistry. *J. of Chemical Education*, 63 (10), pp.829 – 833.

<http://lpi.oregonstate.edu/lpbio/lpbio2.html>. (2003) Linus Pauling, Scientist for ages.

BIBLIOGRAFÍA: Revisión cronológica del JCE

SEARS, G.W. (1924). A new form of periodic table as a practical means of correlating the of chemistry. *J. of Chemical Education*. 1 (8), pp.173-177.

COURTINES, M. (1925). A model of the periodic table. *J. of Chemical Education*. 2 (2), pp.107-109.

ERWIN, E.(1925). The periodic law. A bedtime story for wide-awake children. *J. of Chemical Education*. 2 (6), pp.497-498.

MONROE, C.J. y TURNER, W.D. (1926). A new periodic table of the elements. *J. of Chemical Education*. 3 (9), pp.1058-1065.

HUGGINS, M.L. (1926). The structure of matter: a brief review of present day conceptions. I. The atom. *J. of Chemical Education*. 3 (10), pp.1110-1116.

HUGGINS, M.L. (1926). The structure of matter: a brief review of present day conceptions. II. The atom and radiation. *J. of Chemical Education*. 3 (11), pp.1254-1258.

FOSTER, W. (1926). From atom to life. *J. of Chemical Education*. 3 (12), pp.1391-1401.

DAVEY, W.P. (1927). The reality of atom. *J. of Chemical Education*. 4 (3), pp.327-332.

CONANT, J.B. (1928). Atoms, molecules, and ions. *J. of Chemical Education*. 5 (1), pp.25-35.

GRAVES, S. (1929). A periodic chart of the atoms. *J. of Chemical Education*. 6 (3), pp.553-555.

UREY, H.C. (1929). The teaching of atomic structure to physical chemists: Round-table discussion. *J. of Chemical Education*. 6 (2), pp.284-285.

MONTGOMERY, J.P. (1931). Döbereiner's triads and atomic numbers. *J. of Chemical Education*. 8 (1), pp.168.

VAN RYSSELBERGHE, P. (1935). A new periodic table. *J. of Chemical Education*. 12, pp.474-475.

MENSCHUTKIN, B.N. (1937). Historical development of the conception of chemical elements. *J. of Chemical Education*. 14, pp.59-61.

FRENCH, S.J. (1937). Warping the periodic table. *J. of Chemical Education*. 14, pp.571-573.

EBEL, R.L. (1938). Atomic structure and the periodic table. *J. of Chemical Education*. 15, pp.575-577.

LUDER, W.F. (1939). An improved periodic table. *J. of Chemical Education*. 16, pp.393-395.

FOSTER, L.S. (1939). Why not modernize the textbooks also? I. The periodic table. *J. of Chemical Education*. 16, pp.409-412.

KING, J.F. y FALL, P.H. (1940). Radioactivity and the periodic table. An introduction to the study of atomic structure and isotopes in elementary chemistry. *J. of Chemical Education*. 17, pp.481-482.

HAZLEHURST, T.H. (1941). Quantum numbers and the periodic table. *J. of Chemical Education*. 18, pp.580-581.

LUDER, W.F. (1943). Electron configuration as the basis of the periodic table. *J. of Chemical Education*. 20, pp.21-26.

HAZLEHURST, T.H. y FORNOFF, F.J. (1943). Representation of periodic properties of the elements. *J. of Chemical Education*. 20, pp.77-79.

BABOR, J.A. (1944). A periodic table based on atomic number and electron configuration. Where to place Th, Pa and U in the table. *J. of Chemical Education*. 21, pp. 25-26.

EMERSON, E.I. (1944). A chart based on atomic numbers showing the electronic structure of the element. *J. of Chemical Education*. 21, pp. 254-255.

WAGNER, H.A. y SIMMONS BOOTH, H. (1945). A new periodic table. *J. of Chemical Education*. 22, pp.128-129.

WISWESSER, W.J. (1945). The periodic system and the atomic structure. I. An elementary physical approach. *J. of Chemical Education*. 22, pp.314-321.

WISWESSER, W.J. (1945). The periodic system and the atomic structure. II. Detailed introduction to the wave mechanical approach. *J. of Chemical Education*. 22, pp.370-379.

WISWESSER, W.J. (1945). The periodic system and the atomic structure. III. Wave mechanical interpretations. *J. of Chemical Education*. 22, pp. 418-426.

CAMPBELL, J.A. (1946). Atomic size and the periodic table. *J. of Chemical Education*. 23, pp. 525-529.

STANDEN, A. (1947). The fairy story of atomic weights. *J. of Chemical Education*. 24, pp.143-145.

STANDEN, A. (1947). The continued fairy story of atomic weights. *J. of Chemical Education*. 24, p.453.

SIMMONS, L.M. (1947). A modification of the periodic table. *J. of Chemical Education*. 24, pp.588-591.

WISWESSER, W.J. (1948). Atomic structure models, diagrams, classes, and codes. Part I. Which atomic Model? Challenge to teachers. *J. of Chemical Education*. 25, pp.420-425.

SISLER, H.H. (1948). Why should theoretical principles be used in teaching elementary chemistry? *J. of Chemical Education*. 25, pp.562- 565.

TAYLOR, W.H. (1949). J.A.R. Newlands: a pioneer in atomic numbers. *J. of Chemical Education*. 26, pp.491-496.

CORYELL, C.D. (1952). The periodic table: The 6d-6f mixed transition group. *J. of Chemical Education*. 29, pp.62-64.

ELVING, P.J. (1952). The curriculum in chemistry. *J. of Chemical Education*. 29, pp.216-217

TAMRES, M. y BAILAR, J.C.Jr. (1952). The course in general chemistry. *J. of Chemical Education*. 29, pp.217-219.

LONGUET-HIGGINS, H.C. (1957). A periodic table. The "Aufbauprinzip" as a basis for classification of the elements. *J. of Chemical Education*. 34 (1), pp.30-31.

SZABO, Z.G. y LAKATOS, B. (1957). A new periodic table and new periodic functions. *J. of Chemical Education*. 34 (9), pp.429-432.

HORNE, R.A. (1958). Atomistic notions in young children and young cultures. *J. of Chemical Education*. 35, pp.560-561.

SCOTT, J.H. (1959). The nineteenth century atom: Undivided or Indivisible? *J. of Chemical Education*. 36, pp.64-67.

STRONG, F.C. (1959). The atomic form periodic table. *J. of Chemical Education*. 36 (7), pp.344-345.

VAN SPRONSON, J.W. (1959). The prehistory of the periodic system of the elements. *J. of Chemical Education*. 36 (7), pp.565-567.

SANDERSON, R.T. (1960) Atomic models in teaching chemistry. *J. of Chemical Education*. 37 (6), pp.307-310.

GORMAN, M. (1960). Philosophical antecedents of the modern atom. *J. of Chemical Education*. 37 (2), pp.100-104.

ANDERS, O.U. (1964). The place of isotopes in the periodic table. The 50th anniversary of the Fajans-Soddy displacement laws. *J. of Chemical Education*. 41 (10), pp.522-525.

SANDERSON, R.T. (1964). A rational periodic table. *J. of Chemical Education*. 41 (4), pp.187-190.

TERNSROM, T. (1964). A periodic table. *J. of Chemical Education*. 41 (4), pp.190-191.

EDITOR, (1964). A clockwise spiral system of the chemical elements. *J. of Chemical Education*. 41 (4), p. 191.

KARGON, R. (1965). Mendeleev's chemical ether, electrons, and the atomic theory. *J. of Chemical Education*. 42 (7), pp.388-389.

BENFEY, O.T. (1965). "The great chain of being" and the periodic table of the elements. *J. of Chemical Education*. 42 (1), pp.39-41.

JOHNSON, E.N. (1970). What's an atom? *J. of Chemical Education*. 47 (7), p.500.

KOLB, D. (1977). But if atoms are so tiny... *J. of Chemical Education*. 54 (9), pp.543-547.

FIRSCHING, F.H. (1981). Anomalies in the periodic table. *J. of Chemical Education*. 58 (6), pp.478-479.

NAGEL, M.C. (1981). Dr. Thomas Midgley: "From the periodic table to production". *J. of Chemical Education*. 58 (6), pp. 496-497.

FOWLER, L.S. (1981). Building a periodic table. *J. of Chemical Education*. 58 (8), pp.634-635.

BLINDER, S.M. (1981). Quantum Chemistry via the Periodic Law. *J. of Chemical Education*. 58 (10), pp.761-763.

MIERZECKI, R. (1981). Dalton's atoms or Dalton's molecules? *J. of Chemical Education*. 58, p.1006.

RECORDS, R.M. (1982). Developing Models: What is the atom really like? *J. of Chemical Education*. 59 (4), pp.307-309.

FERNELIUS, W.C. y POWELL, W.H. (1982). Confusion in the periodic table of the elements. *J. of Chemical Education*. 59 (6), pp. 504-508.

LOENING, K.L.(1984). Recommended format for the periodic table of the elements. *J. of Chemical Education*. 61 (2), p.136.

SINGMAN, C.N. (1984). Atomic volume and allotropy of the elements. *J. of Chemical Education*. 61 (2), pp.137-142.

ALEXANDER, M.D., EWING, G.J. y ABBOTT, F.T. (1984). Analogies that indicate the size of atoms and molecules and the magnitude of Avogadro's number. *J. of Chemical Education*. 61 (7), p.591.

WHITMAN, M. (1984). Updating the atomic theory in general Chemistry. *J. of Chemical Education*. 61 (11), pp. 952-956.

SCHRADER, C.L. (1985). Everyone wants to be a model teacher. Part III. Extensions to atomic structures and bonding. *J. of Chemical Education*. 62 (1), pp.71-72.

BEN-ZVI, R. EYLON, B.S. y SILBERSTEIN, J. (1986). Is an atom of copper malleable? *J. of Chemical Education*. 63 (1), pp.64-66.

FERNELIUS, W.C. (1986). Some reflections on the periodic table and its use. *J. of Chemical Education*. 63 (3), pp.263-266.

STRONG, J.A. (1986). The periodic table and electron configurations. *J. of Chemical Education*. 63 (10), pp.834-836.

GOTH, G. W. (1986). The periodic table as a data base. *J. of Chemical Education*. 63 (10), pp.836-837.

GUENTHER, W.B. (1987). An upward view of the periodic table. *J. of Chemical Education*. 64 (1), pp.9-10.

GARRIGÓS, LL., FERRANDO, F. y MIRALLES, R. (1987). A simple postage stamp periodic table. *J. of Chemical Education*. 64 (8), pp.682-685.

MASON, J. (1988). Periodic contractions among the elements. Or, on being the right size *J. of Chemical Education*. 65 (1), pp.17-20.

CIPARICK, J.D. (1988). Introduction to atomic structure: demonstrations and labs. *J. of Chemical Education*. 65, pp.892-893.

SHARMA, R.C. (1988). Recommended format for the periodic table. *J. of Chemical Education*. 65, p.1114.

SMITH, R. (1989). The historic atom: from D to Q. *J. of Chemical Education*. 66 (8), pp.637-638.

CAMPELL, J.A.(1989). Let us make the table periodic. *J. of Chemical Education*. 66 (9), pp.739-740.

BOUMA, J. (1989). An application-oriented periodic table of the elements. *J. of Chemical Education*. 66 (9), pp.741-745.

LAINING, M. (1989). The periodic table – A new arrangement. *J. of Chemical Education*. 66 (9), p. 746.

GOH, N.K. y CHIA, L.S. (1989). Using the learning cycle to introduce periodicity. *J. of Chemical Education*. 66 (9), pp. 747-749.

BLANCK, H.F. (1989). Predicting nuclear stability using periodic table. *J. of Chemical Education*. 66 (9), pp.757-758.

VON MARTTENS OSORIO, H. y GOLDSMIDT, A. (1989). The electronic periodic chart of the elements. *J. of Chemical Education*. 66 (9), pp.758-761.

LEVINE, E.H. (1990). Create your own periodic table. *J. of Chemical Education*. 67 (12), pp.1045-1046.

LUDWIG, O.G. (1992). The best Aufbau mnemonic: the periodic table. *J. of Chemical Education*. 69, p.430.

HUIZENGA, J.R. (1993). Size of the periodic table. Answering a philosophical question about possibilities and limitations. *J. of Chemical Education*. 70, pp.730-731.

CARRADO, K.A. (1993). Presenting the fun side of the periodic table. *J. of Chemical Education*. 70, pp. 658-659.

ARCE DE SANABRIA, J. (1993). Relative atomic mass and the mole: A concrete analogy to help students understand these abstract concepts. *J. of Chemical Education*. 70 (3), pp.233-234.

LAST, A.M., (1993). Using monetary analogies to teach average atomic mass. *J. of Chemical Education*. 70 (3), pp.234-236.

TREPTOW, R.S. (1994). The periodic table of the atoms. Arranging the elements by a different set of rules. *J. of Chemical Education*. 71 (12), pp.1007-1012.

KHANG GOH, N., SAI CHANG, L. y TAN, D. (1994). Some analogies for teaching atomic structure at the high school level. *J. of Chemical Education*. 71 (9), pp.733-734.

BOLMGREN, I. (1995). Presenting the periodic system with pictures. *J. of Chemical Education*. 72 (4), pp.337-338.

WOODGATE, S.D. (1995). First-year chemistry in the context of the periodic table. *J. of Chemical Education*. 72 (7), pp.618-622.

GEROTHANASSIS, I.P. y KALODIMOS, C.G. (1996). NMR Shielding and the periodic table. *J. of Chemical Education*. 73 (8), pp.801-804.

HE, F.Ch. y LI, X.Y. (1997). The periodic building of the elements: Can the periodic table be transformed into stereo? *J. of Chemical Education*. 74 (7), pp.792-793.

DUTCH, S.I. (1999). Periodic tables of elemental abundance. *J. of Chemical Education*. 76 (3), pp.356-358.

BALABAN, A.T. (1999). A different approach to a 3-D periodic system including stable isotopes. *J. of Chemical Education*. 76 (3), p. 359.

OLBRIS, D.J. y HERZFELD, J. (1999). Nucleogenesis! A game with natural rules for teaching nuclear synthesis and decay. *J. of Chemical Education*. 76 (3), pp.349-352.

GLICKSTEIN, N. (1999). Before there was chemistry: The origin of the elements as an introduction to chemistry. *J. of Chemical Education*. 76 (3), pp.353-355.

WILLIAMS, K.R. y MYERS, G.H. (1999). The Cinderella Story revisited – again. *J. of Chemical Education*. 76 (1), p.19.

LEARY, J.J. y KIPPENY, T.C. (1999). A framework for presenting the modern atom. *J. of Chemical Education*. 76 (9), pp.1217-1218.

HOFFMAN, D.C. y LEE, D.M.(1999). Chemistry of the heaviest elements – one atom at a time. *J. of Chemical Education*. 76 (3), pp.331-347.

DREYFYSS, D. (2000). A rolling periodic table. *J. of Chemical Education*. 77 (4), p.434.

MARSHALL, J.L. (2000). A Living periodic table. *J. of Chemical Education*. 77 (8), pp.979-983.

RAYNER-CANHAM, G. (2000). Periodic patterns. *J. of Chemical Education*. 77 (8), pp. 1053-1056.

CANN, P. (2000). Ionization energies, parallel spins, and the stability of half-field shells. *J. of Chemical Education*. 77 (8), pp.1056-1061.

WALDRON, K.A., FEHRINGER, E.M., STREEB, A.E., TROSKY, J.E. y PEARSON, J.J. (2001). Screening percentages based on Slater effective nuclear charge as a versatile tool for teaching periodic trends. *J. of Chemical Education*. 78 (5), pp.635-639.

EDITORIAL (2003). Turning the (periodic) tables. *J. of Chemical Education*. 80 (8), p.847.

MABROUK, S.T. (2003). The periodic table as a mnemonic device for writing electronic configurations. *J. of Chemical Education*. 80(8), pp.894-898.

YIN, M. y OCHS, R.S. (2001). The mole, the periodic table, and quantum numbers: an introductory trio. *J. of Chemical Education*. 78 (10), pp.1345-1347.

BIBLIOGRAFÍA: Analogías

ADÚRIZ-BRAVO, A. (2001). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.

AHN, W., BREWER, W.F. y MOONEY, R.J. (1992). Schema Acquisition From a Single Sample. *Journal of Experimental Psychology*, 18(2), 391-412.

ANDERSON, C.W. (1989). Policy implications of research on the science teaching and teachers' knowledge. En *Competing Vision of Teacher Knowledge*, East Lansing National Center for Research on Teacher Education, 1-28.

ARAGÓN, M.M., BONAT, M., CERVERA, J., MATEO, J. y OLIVA, J.M. (1998). Las analogías como estrategia didáctica en la enseñanza de la física y la química. En *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*. Vol.I, 29 –35. Lleida, 1ª edición.

- ARBER, A. (1947). Analogy in the History of Science, in M.F. Ashley Montagu (ed.), *Studies and Essays in the History of Science and Learning Offerd in Homage to G. Sarton on the Occasion of his Sixtieth Birthday*, págs. 219-233, New York.
- ASIMOV, I. (1999). *Breve historia de la química*. Madrid: Alianza Editorial S.A.
- BLACK, D. y SOLOMON, J. (1987). Can pupils use taught analogies for electric current? *The School Science Review*, 69(247), 249 – 254.
- BLISS, J. (2002). Conferencia “El tratamiento de datos en la investigación cualitativa”, Universidad Autónoma de Barcelona, 2002, 25 de abril.
- CAREY, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge: MIT Press.
- CLEMENT, J. (1993). Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students’ preconceptions in physics. *Journal of research in science teaching* 30(10), 1241 – 1257.
- CORROVER, D. y WEIL- BARAIS, A. (1987). *Manuel pratique de methodologie pour la recherche en didactique des sciences experimentales. Analyse des dones*. LIRESP, Université de Paris.
- CHANG, R. (1992). *Química*, México, Mc Graw Hill, 4ª edición.
- DAGHER, Z. (1995). Review on studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. *Science education*, 79(3), 295 – 312.
- DONATI, E.R. y ANDRADE GAMBOA, J.J. (1990). La utilidad de las analogías en la enseñanza de las ciencias en base a una posible clasificación. *Enseñanza de las ciencias*, 8 (1), 89 – 91.
- DUIT, R. (1991). On the role of Analogies and Metaphors in Learning Science. *Science Education*, 75(6), 649-672.

DUIT, R. y WILBERS, J. (2000). On the benefits and pitfalls of analogies in teaching and learning physics, en R. Pintó y S. Suriñach (eds.) *Physics Teacher Education Beyond 2000*, 11-18. Paris: Elsevier.

GALAGOVSKY, L. y ADÚRIZ-BRAVO, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de Modelo Didáctico Analógico. *Enseñanza de las ciencias*, 19 (2), 231 –242.

GENTNER, D. (1989). The Mechanisms of analogical learning. En S. Vosniadou y A. Ortony (eds.), *Similarity and Analogical Reasoning* (págs. 199-241). Cambridge: Cambridge University Press.

GLYNN, S.M., (1991). Explaining science concepts: A teaching-with-analogies model. En S. M. Glynn, R.H. Yeany y B.K. Britton (eds.), *The psychology of learning Science* (págs. 219-240). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

GONZÁLEZ LABRA. M.J. (1997). *Aprendizaje por analogías: Análisis del proceso de inferencia analógica para la adquisición de nuevos conocimientos*. Editorial Trotta, Madrid.

HARRISON, A. y TREAGUST, D. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching Chemistry. *Science Education* 80(5), págs. 509 – 534.

HARRISON, A. y TREAGUST, D. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education* 22(9), págs. 1011-1026.

HAWLEY, G.G. (1985). *Diccionario de química y productos químicos*. Ediciones Omega, Barcelona.

HEESE, M. (1966). *Models and analogies in science*. South Bend, IN: Notre Dame University Press.

HEYWOOD, D. y PARKER, J. (1997). Confronting the analogy: primary teachers exploring the usefulness of analogies in the teaching and learning of electricity. *International Journal of Science Education*, 19(8), págs.869-885.

HOLLAND, J.H., HOLOYAK, K.J., NISBETT, R.E. y THAGARD, P. (1986). *Induction: Processes of Inference, Learning and Discovery*. Cambridge: MIT Press.

HOLOYAK, K.J. y KOH, K. (1987). Surface and structural similarity in analogical transfer. *Memory and Cognition*, 15, 332-340.

HOLYOAK, K.J. y THAGARD, P. (1989). Analogical Mapping by Constraint Satisfaction. *Cognitive Science* 13, 295-355.

IZQUIERDO, M. (1995a). Cognitive models of science and teaching of science, history of sciences and currículo, en Psillos, D. (ed.). *European Research in Science Education Proceedings of the Second Ph. D. Summer School*, 106-117. Salónica: Art of Text.

IZQUIERDO, M. (1995b). Epistemological foundations of science education. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.

IZQUIERDO, M. (1999b). *Memorias de acceso a la plaza de catedrática*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.

IZQUIERDO, M. (2001). Hacia una teoría de los contenidos escolares. Conferencia en el *VI Congreso Internacional de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Barcelona, España.

IZQUIERDO, M., CABELLO, M. y SOLSONA, N. (1992). Un projecte de ciències: "Ciències 12-16", en *Actes del 3er Simposi sobre l'Ensenyament de les Ciències Naturals*, 595-603. Vic: Eumo.

IZQUIERDO, M., ESPINET, M., GARCÍA, M.P., PUJOL y R.M., SANMARTÍ, N. (1999a). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra, 79 – 91.

KEANE, M.T.G. (1987). On retrieving analogues when solving problems. *The quarterly Journal of Experimental Psychology*, 39A, 29-41.

KOLODKINE, P. (1963). *Dimitri Mendeleiev y la tabla periódica de los elementos*, Ediciones CID, Madrid.

KRUGER, C., PALACIO, D. y SUMMERS, M. (1992). Surveys of English primary teachers' conceptions of force, energy and materials. *Science Education*, 76(4), 339-351.

LEMKE, J.L. (1997). *Aprender a hablar ciencias. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Paidós, Barcelona, 1ª edición, pág. 37.

MARCELO, C. y PARRILLA, A. (1991). El estudio de un caso: Una estrategia para la formación del profesorado y la investigación didáctica. En C. Marcelo et al. (eds.) *El estudio de caso en la formación del profesorado y la investigación didáctica*. S.P. de la Universidad de Sevilla. 11-73.

MASON, L. (1995). They changed my mind or: When classroom discourse-reasoning contributes to conceptual change. Comunicación presentada en The 6th EARLI Meeting, Nijmegen.

MELLADO, V., BLANCO, L. y RUIZ, C. (1999). *Aprender a enseñar Ciencias Experimentales en la formación inicial del profesorado*. Universidad de Extremadura, Instituto de Ciencias de la Educación, Badajoz.

OLIVA, J. M., ARAGÓN, M. M., MATEO, J. y BONAT, M. (2001). Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de las analogías en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 19(3), 453 – 470.

REYNOLDS, R.E. y ORTONY, A. (1980). Some issues in the measurement of children's comprehension of metaphorical language. *Child development*, 51, 1110-1119.

SANMARTI, N. (2000). Reflexiones acerca de la didáctica de las ciencias como área de conocimiento y de investigación UAB.

SOLSONA, N. (1997). *L'emergència de la interpretació dels fenòmens químics*. Tesis doctoral, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas, UAB.

THAGARD, P. (1992). Analogy, Explanation and Education. *Journal of Research in Science Teaching* 29 (6), 537 – 544.

THIELE, R. B. y TREAGUST, D. F. (1994). An Interpretative Examination of High School Chemistry Teacher's Analogical Explanations. *Journal of Research in Science Teaching* 14 (3), 227 – 242.

TOBIN, K. (1998). Issues and Trends in the Teaching of Science. En B.J. Fraser y K.G. Tobin (eds.) *International Handbook of Science Education*, 129-151. Great Britain: Kluwer Academic Publishers.

TOBIN, K. y TIPPINS, D.J. (1996). Metaphors as seeds for conceptual change and the improving of science teaching. *Science Education*, 80(6), 711-730.

TREAGUST, D. F. (1992). Science teachers' use of analogies: observations from classroom practice. *International Journal of Science Education*, 14 (4), 413 – 422.

VOSNIADOU, S. y SCHOMMER, M. (1988). Explanatory Analogies Can Help Children Acquire Information From Expository Text. *Journal of Educational Psychology*, 80(4), 524-536.

ZOOK, K. B. y DI VESTA, F.J. (1991). Instructional Analogies and Conceptual Misrepresentations. *Journal of Educational Psychology*, 83(2), 246-252.

Anexos

A continuación se encuentra el Anexo 6, correspondiente a las tablas de coherencia y los formatos de tabla periódica que fueron presentados a los profesores durante el desarrollo de la segunda entrevista.

En el CD adjunto se encuentran los demás, identificados de la siguiente manera:

Anexo 1: Definiciones en internet.

Anexo 2: Revisión de los libros de Química.

Anexo 3: Transcripción de la primera entrevista.

Anexo 4: Análisis de la primera entrevista, pregunta a pregunta

Anexo 5: Transcripción de la segunda entrevista.

Anexo 6A: Análisis de la visión de elemento de cada profesor.

Anexo 7: Analogías sobre tabla periódica.

Anexo 8: Preguntas de examen.

Muchas gracias por la lectura de esta memoria.

Anexo 1

Definiciones en internet

A continuación presentamos algunas de las definiciones encontradas en internet para los conceptos elemento, átomo y sustancia simple.

http://es.wikipedia.org/wiki/Elemento_químico

Elemento químico

De Wikipedia, la enciclopedia libre.

Material compuesto por uno o más [átomos](#) en que cada uno de éstos tiene el mismo número de [protones](#) en su núcleo. Estos átomos pueden, sin embargo, tener una cantidad variable de [neutrones](#). Estas variaciones se denominan [isótopos](#) del elemento. Un elemento no puede ser alterado con un proceso [químico](#).

Los elementos se clasifican según la [Tabla Periódica de los Elementos](#).

Átomo

De Wikipedia, la enciclopedia libre.

***Átomo** (Del [latín](#) atomum, y este del [griego](#), indivisible) es la menor cantidad de un [elemento químico](#) que tiene existencia propia, y que no es posible dividir mediante procesos [químicos](#).*

El concepto de átomo fue ya propuesto por filósofos griegos como [Demócrito](#) y los [Epicúreos](#). Sin embargo fue olvidado hasta que el químico inglés [John Dalton](#) revisó la idea en su teoría atómica. No obstante no sería hasta el [siglo XIX](#) cuando gracias a los trabajos de [Avogadro](#) se comenzó a distinguir entre átomos y [moléculas](#). La visión moderna de su estructura interna tuvo que esperar hasta el [experimento de Rutherford](#) en 1911. Posteriores descubrimientos científicos, como la [teoría cuántica](#), y avances tecnológicos, como el [microscopio atómico](#), han permitido conocer con mayor detalle las propiedades físicas y químicas de los átomos.

Aunque la mayor parte de un átomo es espacio vacío, los átomos están compuestos de partículas más pequeñas. Por conveniencia se suele dividir en:

- *[núcleo](#): En el centro, compuesta por los [nucleones](#) ([protones](#) y [neutrones](#))*

- corteza: La parte más externa consistente en una nube de electrones

En el caso de átomos en estado neutro el número de electrones es idéntico al de protones que es lo que caracteriza a cada elemento químico. El número de protones de un determinado átomo se denomina número atómico y determina su posición en la tabla periódica de los elementos. Los átomos con el mismo número atómico, pero distinta masa atómica (por tener diferente número de neutrones) se denominan isótopos.

<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0314-01/elemento.htm>

La definición de elemento, sustancia simple, que ofrece Lavoisier en su "Traité Élémentaire de Chimie" coincide con la que formuló Boyle un siglo antes. En términos actuales, un elemento químico es una sustancia que por ningún procedimiento, ni físico ni químico, puede separarse o descomponerse en otras sustancias más sencillas.

http://www.ejercitando.com.ar/teorquim/elem_quim.htm

Elemento químico

Es toda aquella sustancia que no se puede descomponer en otras más simples mediante procesos químicos. Ejemplos de elementos son: cobre, oro, sodio, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno.

Para representar a los elementos se emplea un conjunto de símbolos químicos que son combinaciones de letras. La primera letra del símbolo químico es siempre mayúscula acompañada por una segunda y hasta una tercera, que son siempre minúsculas.

Los símbolos de algunos elementos provienen de su nombre en latín, por ejemplo, el elemento sodio se simboliza Na (natrium), el hierro, Fe (ferrum), otros están relacionados con una zona geográfica, el galio (Ga) y el germanio (Ge). Uno sólo, el del tungsteno, W, proviene de la palabra en alemán wolfram.

<http://eureka.ya.com/geoquimica/tema02.html>

La experiencia muestra que cualquiera que sea el método analítico que empleamos, llegamos siempre, como resultado del análisis de cuerpos complejos, hasta ciertas sustancias simples que, por vía química, no pueden ser divididas en otras partes componentes más sencillas.

A estos cuerpos simples indivisibles, que constituyen todos los cuerpos existentes en la naturaleza, los llamamos elementos químicos.

La materia tiene siempre estructura granulada. Los granitos más pequeños de sustancia fueron denominados átomos y moléculas.

En resumen, los cuerpos que nos rodean, independientemente del grado de complejidad o simplicidad que posean, están formados por la combinación de partículas ínfimas o átomos, imperceptibles a simple vista, de la misma manera que un edificio grande y bonito está construido de ladrillitos pequeños aislados.

Esta hipótesis data de tiempos remotos y el concepto de "átomo" (del griego "indivisible") lo empleaban ya los filósofos materialistas griegos Leucipo y Demócrito, 600-400 años antes de nuestra era. Según la concepción moderna, cuyos fundamentos fueron establecidos en el siglo XIX, el elemento químico en estado libre, en forma de cuerpo simple, está integrado por el conjunto de átomos homogéneos, ulteriormente indivisibles, por lo menos sin llegar a perder las particularidades propias que caracterizan a la sustancia dada.

Los átomos de un mismo elemento químico tienen idéntica estructura y poseen una masa, o peso atómico, característico para cada uno.

<http://enciclopedia.us.es/wiki.phtml?title=Elemento+qu%EDmico>

Sustancia que por ningún procedimiento, ni físico ni químico, puede separarse o descomponerse en otras sustancias más sencillas. Se clasifican según la tabla periódica de los elementos

<http://alipso.com/monografias/atomolbachi/>

Átomo, la unidad más pequeña posible de un elemento químico

http://www.brasil.terravista.pt/areiasbrancas/2766/geral_alotropia.htm

Substância simples e alotropia

***Substância simples** é toda substância pura formada de um único elemento químico.*

***Alotropia** é o fenômeno em que um mesmo elemento químico (átomos de mesmo Z) forma duas ou mais substâncias simples diferentes.*

| Elemento | Variedades alotrópicas | |
|---------------------|---------------------------------------|--|
| Carbono (C) | Diamante (C_n) | Grafite (C_n) |
| Oxigênio (O) | Oxigênio (O₂) | Ozônio (O₃) |
| Fósforo (P) | Fósforo branco (P₄) | Fósforo vermelho (P_n) |
| Enxofre (S) | Enxofre rômico (S₈) | Enxofre monoclinico (S₈) |

<http://www.codelco.com/educa/divisiones/norte/estudio/naturales4.html>

Modelo atómico y elemento químico

Toda la materia (sustancias químicas) presente en el universo está formada por átomos que son las unidades mínimas o básicas. Existen sólo 110 tipos de átomos en el universo, pero muchísimas más

sustancias químicas. Esto se explica porque la materia puede estar formada por combinaciones de estos átomos y estas combinaciones en proporciones distintas.

Cuando una sustancia química está formada por un solo tipo de átomo se llama **elemento químico**. El cobre es un elemento químico, ya que está formado por un tipo de átomo, presentando características y propiedades únicas y de mucho interés comercial, de ahí su valor económico y el interés por obtenerlo. Sin embargo, el cobre se encuentra en la naturaleza asociado a otros elementos químicos como el oxígeno, azufre, etc., los cuales presentan otras características distintas al cobre. En Radomiro Tomic, a través del proceso de **lixiviación** y de **electroobtención**, se obtiene y luego purifica el elemento químico "cobre" de sus elementos asociados.

Elemento químico

Un elemento químico es una sustancia química formada por un tipo de átomo, lo cual la hace tener características físicas y químicas particulares. En la naturaleza se han descubierto aproximadamente 110 elementos químicos diferentes, y por lo tanto, 110 átomos distintos

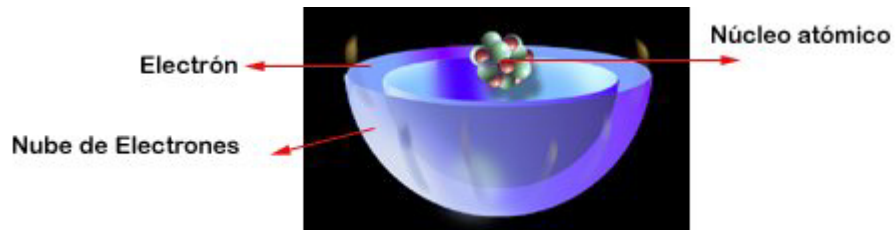


Es interesante observar en este gráfico que el símbolo químico está asociado directamente al átomo, aunque en la definición escrita en la misma página lo refiere al elemento: “El símbolo químico de un elemento es la representación gráfica y abreviada de su nombre.”, con lo cual se introduce un nuevo factor de confusión, tal como lo reconoce la IUPAC (Thibault et al., 1994).

Átomo

Un átomo es la mínima partícula que forma la materia y que presenta las características y propiedades del elemento a quien conforma. El átomo está formado por partículas más pequeñas que le proporcionan

la masa y la carga eléctrica, aunque en condiciones normales el átomo es eléctricamente neutro, ya que tiene igual cantidad de cargas positivas y negativas. Cada átomo tiene un número atómico (Z) propio, que corresponde al número de protones y por tanto también al de electrones. También cada átomo posee un número másico (A) particular, que corresponde a la suma del número de protones y de neutrones.



Símbolo químico

El símbolo químico de un elemento es la representación gráfica y abreviada de su nombre. Los símbolos se escriben con una o dos letras, dependiendo del elemento del cual se trate. Ejemplo: Cobre (Cu), Nitrógeno (N), Oxígeno (O), Carbono (C) etc.

Todo lo anterior pone en evidencia que, a pesar de los esfuerzos realizados a lo largo de los siglos por la comunidad química internacional, no ha sido posible unificar el lenguaje científico y se siguen utilizando las mismas palabras y símbolos para referirse a entidades y conceptos diferentes.

Anexo 2

Revisión de los libros de Química General

A continuación se presentan las plantillas correspondientes a los textos de Química General revisados en este trabajo.

| | | | |
|-------------------------------------|--|---------------------------------|-----------------------------------|
| | 1 | | |
| Título: | QUÍMICA GENERAL: Una introducción a la química descriptiva y a la moderna teoría química | | |
| Autor: | PAULING; Linus | | |
| Editorial: | Aguilar | | |
| Edición: | 9ª | | |
| Ciudad: | Madrid | | |
| Año: | 1967 | | |
| Nivel: | Universitario | | |
| # total de páginas: | 694 | | |
| Idioma: | Castellano | | |
| # de capítulos | 33 + 2 apéndices | | |
| # del capítulo tabla periódica: | 5 y 6 (incluye química descriptiva) después de EA pero el tratamiento cuanto mecánico está después de TP | | |
| # de páginas Tabla Periódica: | 7 | | |
| # ejercicios tabla periódica | 27 | | |
| # de los grupos (A y B) | A – B | | |
| Propiedades. Atómicas | Z* no r no I en estructura electrónica AE (+) en est. Electr pol no EN en enlace | | |
| Otras Propiedades: sustancia | Volumen atómico/ propiedades metálicas /conductividad. eléctrica y térmica/ brillo metálico /maleabilidad y ductibilidad | | |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Propiedades de los elementos y sus compuestos. Aclara que la Tabla Periódica está en función de Z | | |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 9 | | |
| # Páginas Química descriptiva: | 143 | | |
| # ejercicios química descriptiva | 118 | | |
| Hace recuento histórico | Si | | |
| Sustancia Simple diferente elemento | Sustancia elemental se compone de un elemento | | |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras | Consiste en átomos idénticos 1º | Z o # de protones en su núcleo 2ª |
| Contenido | | | |
| Capítulo # | Nombre | | |
| 1 | Naturaleza y propiedades de la materia | | |
| 2 | Átomos, moléculas y cristales | | |
| 3 | El electrón y el núcleo | | |

Anexo 2

| | |
|----|---|
| 4 | Elementos, sustancias elementales y compuestos |
| 5 | Elementos químicos y ley periódica |
| 6 | Elementos químicos y ley periódica. (química descriptiva) |
| 7 | Relaciones ponderales en las reacciones químicas |
| 8 | Teoría cuántica y estructura molecular |
| 9 | Iones, valencia iónica y electrólisis |
| 10 | Covalencia y estructura electrónica |
| 11 | Reacciones de oxidación reducción |
| 12 | Química de los halógenos |
| 13 | Leyes de la electrólisis. Procesos electroquímicos |
| 14 | Propiedades de los gases |
| 15 | Agua |
| 16 | Propiedades de las disoluciones |
| 17 | Azufre, selenio, telurio |
| 18 | Nitrógeno, fósforo, arsénico, antimonio y bismuto |
| 19 | Velocidad de las reacciones químicas |
| 20 | Equilibrio químico |
| 21 | Ácidos y bases |
| 22 | Producto de solubilidad |
| 23 | Iones complejos |
| 24 | Naturaleza de los metales y aleaciones |
| 25 | Cromo, manganeso y metales afines |
| 26 | Hierro, cobalto, níquel y metales del grupo del platino |
| 27 | Cobre, zinc, galio y germanio y sus congéneres. |
| 28 | Química orgánica |
| 29 | Bioquímica |
| 30 | Química del silicio |
| 31 | Termoquímica |
| 32 | Equilibrio de oxidación reducción |
| 33 | Química nuclear |
| | 2 apéndices |

Comentarios:

En 1911 A. Van der Brock sugirió que la carga nuclear de un elemento podía ser igual al # ordinal del elemento en el sistema periódico. En 1912 Moseley determinó Z por Rayos X.

“En un texto de química muy conocido, escrito en los primeros años de este siglo se definían los átomos como “las unidades imaginarias que, agrupadas, constituyen los cuerpos””.

“Los átomos son las unidades que conservan su identidad cuando tienen lugar reacciones químicas y, por lo tanto, son las que nos interesan ahora”.

| | | | |
|--|--|---|---------------------------------------|
| | 2 | | |
| Título: | QUÍMICA GENERAL | | |
| Autor: | SLABAUGH, Wendell H. Y PARSONS, Theran R. | | |
| Editorial: | Limusa Wiley S.A. | | |
| Edición: | 1ª | | |
| Ciudad: | México | | |
| Año: | 1968 | | |
| Nivel: | Universitario | | |
| # total de páginas: | 490 | | |
| Idioma: | Castellano | | |
| # de capítulos | 27 | | |
| # del capítulo tabla periódica: | 3 TP después de EA y relacionada con ella | | |
| # de páginas Tabla Periódica: | 16 | | |
| # ejercicios tabla periódica | 19 | | |
| # de los grupos (A y B) | A-B-A | | |
| Propiedades. Atómicas | Z* no r si (Volumen) I si AE si + pol en aniones monoatómicos EN si (Pauling) | | |
| Otras Propiedades: sustancia | Punto de fusión/ punto de ebullición/ valencia /densidad | | |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Distribución electrónica, aunque cuenta la historia de Mendeleiev y Lothar Meyer | | |
| # de Capítulos Química descriptiva: | No | | |
| # Páginas Química descriptiva: | No | | |
| # ejercicios química descriptiva | No | | |
| Hace recuento histórico | Poco | | |
| Sustancia Simple diferente elemento | Sustancias puras | | |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse :en otras | Consiste en átomos idénticos...X | Z o # de protones en su núcleo |
| Contenido | | | |
| Capítulo # | Nombre | | |
| 1 | Principios elementales de la Química | | |
| 2 | Estructura atómica | | |
| 3 | Propiedades periódicas | | |
| 4 | Enlace químico | | |
| 5 | Iones y moléculas | | |
| 6 | Ecuaciones y fórmulas químicas | | |
| 7 | Gases | | |
| 8 | Sólidos | | |
| 9 | Líquidos | | |
| 10 | Soluciones | | |
| 11 | Cinética química y equilibrio | | |
| 12 | Naturaleza de los compuestos químicos | | |
| 13 | Equilibrios iónicos | | |
| 14 | Electroquímica | | |
| 15 | La fuerza impulsora en las reacciones químicas | | |
| 16 | Aniones monoatómicos | | |
| 17 | Cationes | | |
| 18 | Oxianiones | | |
| 19 | Iones y moléculas poliméricos | | |
| 20 | Metales y no metales | | |
| 21 | Complejos de coordinación | | |
| 22 | Química nuclear | | |

| | |
|----|----------------------------------|
| 23 | Geoquímica y metalurgia |
| 24 | Química orgánica I |
| 25 | Química orgánica II |
| 26 | Bioquímica |
| 27 | Coloides y química de superficie |
| | 8 apéndices |

Comentarios:

QUÍMICA: es una rama de las ciencias físicas, estrechamente relacionada con la física y que se extiende a varias disciplinas, desde la astronomía hasta la zoología” La QUÍMICA trata esencialmente de la composición y el comportamiento de la naturaleza”.

“Z es mejor descripción del elemento que el peso atómico”

103 elementos.

En átomo hace referencia a Dalton

“Probablemente el concepto más significativo en Química, particularmente desde el punto de vista del desarrollo histórico, fue introducido en 1869, por Mendeleiev y Lothar Meyer. Este concepto es ...este orden basado originalmente en el aumento sucesivo de los pesos atómicos, es primordialmente una función del número atómico de los elementos la relación periódica de las propiedades de los elementos”

Menciona el descubrimiento de los gases nobles.

Dicen “que hay que estudiar los hechos que antecedieron a la teoría que conocemos, pues lo contrario sería empezar a construir la casa por el tejado”

“La Tabla Periódica está relacionada directamente a la estructura electrónica de los elementos”

“Para los estudiantes de Química, el uso más importante de la tabla periódica estriba en la habilidad para acomodar y resumir la gran cantidad de química descriptiva que se encuentra en el primer curso” “El estudiante debe tratar de asociar toda la información química posible con la tabla y con la sólida armazón de la química que ella representa”.

“Entre los conceptos simples en química, el más importante y útil es indudablemente, la relación periódica de los elementos”.

“Es notable que la conformación de la tabla periódica se correlaciona perfectamente con los conceptos cuánticos de estructura atómica”.

Hace referencia a la Z^* pero no la calcula. Dice que I depende de 4 factores: dimensión atómica, carga del núcleo, efecto de pantalla de los otros e del átomo y tipo de e eliminado en la ionización.-

Va enlazando el trabajo de Mendeleiev con la estructura atómica

-Dimensiones atómicas: r covalente e iónico -I y AE juntas y EN como resumen de las dos.

Explica “anormalidades” como las relaciones diagonales.

Texto MAGISTRAL

| | | | |
|--|---|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Evaluación de libros de Química | 3 | | |
| Título: | QUÍMICA FUNDAMENTAL | | |
| Autor: | ANDREWS, D.H., KOKES, R.J. | | |
| Editorial: | Limusa – Wiley S.A. | | |
| Edición: | 2ª | | |
| Ciudad: | México | | |
| Año: | 1968 | | |
| Nivel: | Universitario | | |
| # total de páginas: | 846 | | |
| Idioma: | Castellano | | |
| # de capítulos | 27 | | |
| # del capítulo tabla periódica: | 3 junto con EA | | |
| # de páginas Tabla Periódica: | 6 (el capítulo tiene 34) | | |
| # ejercicios tabla periódica | 3 | | |
| # de los grupos (A y B) | No especifica | | |
| Propiedades. Atómicas | Z* si r si I si AE si (-) pol no EN no | | |
| Otras Propiedades: sustancia | Punto de fusión/ punto de ebullición/ resistencia eléctrica/ Energía libre de formación | | |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Distribución electrónica | | |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 5 | | |
| # Páginas Química descriptiva: | 137 | | |
| # ejercicios química descriptiva | | | |
| Hace recuento histórico | no | | |
| Sustancia Simple diferente elemento | | | |
| Define elemento como : no lo define | Sustancia q no puede dividirse en otras | Consiste en átomos idénticos | Z o # de protones en su núcleo |
| Contenido | | | |
| Capítulo # | Nombre | | |
| 1 | La arquitectura del átomo | | |
| 2 | El núcleo | | |
| 3 | Estructura atómica | | |
| 4 | Ecuaciones químicas y estequiometría | | |
| 5 | Enlace químico | | |
| 6 | Enlace covalente | | |
| 7 | Naturaleza de los gases | | |
| 8 | Estructura cristalina | | |
| 9 | Líquidos | | |
| 10 | Soluciones | | |
| 11 | Primera ley de la termodinámica | | |
| 12 | 2ª y 3ª leyes de la termodinámica | | |
| 13 | Equilibrio químico | | |
| 14 | Equilibrios en solución | | |
| 15 | Equilibrios complejos en disoluciones | | |
| 16 | Electroquímica | | |
| 17 | Reacciones de oxido-reducción | | |
| 18 | Cinética química | | |
| 19 | Química de los elementos I, II, y III | | |
| 20 | Química de los subgrupos del Cu, Zn, Ga y Ge | | |
| 21 | Química de los elementos de los grupos V, VI y VII | | |
| 22 | Estructura y reacciones de los no metales | | |
| 23 | Los elementos de transición | | |

| | | | |
|--|---|---------------------------------|--------------------------------|
| 24 | Naturaleza de los metales y las aleaciones | | |
| 25 | Iones complejos | | |
| 26 | Química orgánica y bioquímica | | |
| 27 | Química nuclear | | |
| | apéndices | | |
| Comentarios: Menciona Z* pero no la calcula. No explica por qué 4s antes que 3d | | | |
| | | 4 | |
| Título: | COURS DE CHIMIE | | |
| Autor: | AMIÉL, Jean | | |
| Editorial: | Collection Dunod Université | | |
| Edición: | 1ª | | |
| Ciudad: | París | | |
| Año: | 1969 | | |
| Nivel: | Universitario | | |
| # total de páginas: | 1037 | | |
| Idioma: | Francés | | |
| # de capítulos | 39 | | |
| # del capítulo tabla periódica: | 19 después de EA | | |
| # de páginas Tabla Periódica: | 14 | | |
| # ejercicios tabla periódica | No tiene | | |
| # de los grupos (A y B) | A - B | | |
| Propiedades. Atómicas | Z* si r si I si (-) AE si (*) pol. en iones EN si | | |
| Otras Propiedades: sustancia | # oxidación/ carácter del enlace/ punto de fusión/ calor de formación de óxidos | | |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Niveles de energía | | |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 12 | | |
| # Páginas Química descriptiva: | 180 | | |
| # ejercicios química descriptiva | No tiene | | |
| Hace recuento histórico | si | | |
| Sustancia Simple diferente elemento | Definición de Lavoisier: Cuerpo simple o elemento | | |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras 1º | Consiste en átomos idénticos 2º | Z o # de protones en su núcleo |
| Contenido | | | |
| Capítulo # | Nombre | | |
| | PRIMER TOMO: | | |
| | Introducción | | |
| | PRIMERA PARTE: atomística | | |
| 1 | Granos de materia y de luz y ondas asociadas | | |
| 2 | Estructura del átomo | | |
| 3 | Estudio de e planetarios | | |
| 4 | Niveles energéticos de átomos | | |
| | SEGUNDA PARTE: El edificio químico | | |
| 5 | Estructuras iónicas | | |
| 6 | Estructuras covalentes | | |
| 7 | Estructuras metálicas | | |
| 8 | Enlaces de energía débil | | |
| 9 | Otros modos de enlace | | |
| 10 | Isomería | | |
| 11 | Desmotropía, metamería, transposición, mesomería | | |
| 12 | Propiedades físicas y estructuras moleculares | | |
| 13 | Nociones elementales de cinética química | | |
| 14 | Adsorción | | |

| | |
|----|--|
| | TOMO II |
| 15 | Catálisis heterogénea |
| 16 | Nociones de termodinámica química |
| 17 | Los iones en solución |
| 18 | Pilas, potenciales de electrodos |
| | TERCERA PARTE: Química mineral |
| 19 | Clasificación periódica de los elementos: Tabla Periódica de Mendeleiev. Estudio general de la TP. |
| 20 | Hidrógeno |
| 21 | Elementos del grupo IA: metales alcalinos |
| 22 | Elementos del grupo IIA : metales alcalinotérreos |
| 23 | Elementos del grupo III B |
| 24 | Elementos del grupo IV B |
| 25 | Elementos del grupo V B |
| 26 | Elementos del grupo VI B |
| 27 | Elementos del grupo VII B |
| 28 | Elementos de la columna 0 : Gases nobles |
| 29 | Elementos de transición |
| 30 | Lantánidos |
| 31 | Transuránidos |
| 32 | Complejos minerales |
| 33 | Mecanismos de reacciones minerales |
| | CUARTA PARTE: Química orgánica |
| 34 | Funciones en química orgánica |
| 35 | Mecanismos de reacciones orgánicas |
| 36 | Funciones múltiples |
| 37 | Funciones mixtas |
| 38 | Heterociclos fundamentales |
| 39 | Macromoléculas orgánicas |

Comentarios:

Calcula Z^* por Slater.

A. de Gramont en el Congreso internacional de Química en París en 1900 : “Todo elemento químico será definido por su peso atómico y por su espectro visible y sus prolongaciones inmediatas en el UV e IR.”

En 1967 el último elemento era el 103, lawrencio

En la Tabla Periódica aparecen: lantánidos, uránidos y cúridos.

Define metales y no metales como “cuerpos simples” y como electropositivos y electronegativos.

| | | | |
|-------------------------------------|--|------------------------------|--------------------------------|
| | 5 | | |
| Título: | PRINCIPIOS BÁSICOS DE QUÍMICA | | |
| Autor: | GRAY, H.B., HAIGHT, G.P. Jr. | | |
| Editorial: | Reverté, S.A. | | |
| Edición: | 1ª | | |
| Ciudad: | Barcelona | | |
| Año: | 1969 | | |
| Nivel: | Universitario | | |
| # total de páginas: | 600 | | |
| Idioma: | Castellano | | |
| # de capítulos | 20 + apéndice | | |
| # del capítulo tabla periódica: | 4 y 9 TP antes de EA | | |
| # de páginas Tabla Periódica: | 24 | | |
| # ejercicios tabla periódica | 7 | | |
| # de los grupos (A y B) | A-B-A | | |
| Propiedades. Atómicas | Z* no r si I si AE si (+) pol no EN en enlace | | |
| Otras Propiedades: sustancia | Punto de fusión/ punto de ebullición /proporciones de combinación con H/ carácter metálico | | |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Propiedades de las sustancias observadas por los químicos. Historia | | |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 1 | | |
| # Páginas Química descriptiva: | 44 | | |
| # ejercicios química descriptiva | 11 | | |
| Hace recuento histórico | Si | | |
| Sustancia Simple diferente elemento | Sustancias puras | | |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras X | Consiste en átomos idénticos | Z o # de protones en su núcleo |
| Comentarios | Definición de Boyle: "sustancia que gana peso al sufrir un cambio químico" | | |
| Contenido | | | |
| Capítulo # | Nombre | | |
| 0 | Prólogo. Introducción | | |
| 1 | Sustancias, propiedades y cantidades | | |
| 2 | Teoría cinética molecular | | |
| 3 | Materia con carga eléctrica | | |
| 4 | Clasificación de los elementos: Propiedades periódicas | | |
| 5 | Conceptos y modelos de la estructura molecular. Punto de vista clásico | | |
| 6 | Las cantidades en los cambios químicos : estequiometría | | |
| 7 | La luz, el espectro del hidrógeno atómico y la teoría de Bohr | | |
| 8 | La teoría moderna de la estructura atómica | | |
| 9 | Propiedades atómicas | | |
| 10 | Enlaces químicos | | |
| 11 | Orbitales moleculares | | |
| 12 | El enlace en fases condensadas | | |
| 13 | La energía y las reacciones químicas | | |
| 14 | Equilibrio y cambios de estado | | |
| 15 | Dinámica química: velocidad, equilibrio y mecanismos | | |
| 16 | Equilibrios ácido - base | | |
| 17 | Química de coordinación: estructura, reactividad y equilibrio | | |
| 18 | Equilibrios heterogéneos en disolución acuosa: precipitación, extracción líquido vapor | | |
| 19 | Equilibrio de oxidación reducción | | |
| 20 | La química de los no metales : estructura y reacciones | | |
| | apéndices | | |

Comentarios:

Dice que elementos son aquellos q están en la TP.

Sustancias puras: elementales y compuestos.

Los QUÍMICOS estudian las diferentes clases de sustancias materiales, sus estructuras y transformaciones e intentan comprender sus descubrimientos mediante las leyes de la física.

Explica bien la historia de la TP : Döbereiner, Newlands, Lothar Meyer, Mendeleiev.

“Una teoría aceptable de la estructura atómica ha de ser coherente con la ley periódica”

EN la define por Mulliken como $I+AE/2$, también tiene escala de Pauling

Es un texto MAGISTRAL.

Tiene citas de personajes famosos, por ejemplo:

“La naturaleza no se preocupa en absoluto de que sus abstrusos métodos y razones sean expuestos o no según la capacidad de los hombres”. Galileo

“Hemos convenido en que existe lo dulce y lo amargo, el calor y el frío, y según esta convención existe el orden. En la realidad existen los átomos y el vacío”. Demócrito.

“Con las cargas eléctricas dispersas en el caos primitivo se ha formado 92 tipos distintos de materia- 92 elementos químicos”. Eddington

En 1912 Henry G.J. Moseley (1888-1915) observó que la frecuencia de los Rayos X emitidos por los elementos dependían del número atómico y no del peso atómico. Moseley también dejó huecos en su tabla , como Mendeleiev para los elementos 43 (tecnecio), 61(prometio) y 75(renio). El elemento 72 (hafnio) descubierto en 1923 por D.Coster y G.Henessey, se basó en un hueco del diagrama de Moseley.

Anexo 2

| | | | |
|-------------------------------------|--|------------------------------|--------------------------------|
| | 6 | | |
| Título: | QUÍMICA GENERAL MODERNA | | |
| Autor: | BABOR, Joseph A., IBARZ AZNÁREZ, José | | |
| Editorial: | Editorial Marín S.A. | | |
| Edición: | 8ª | | |
| Ciudad: | Barcelona | | |
| Año: | 1974 | | |
| Nivel: | Universitario | | |
| # total de páginas: | 1144 | | |
| Idioma: | Castellano | | |
| # de capítulos | I Parte, 39 | | |
| # del capítulo tabla periódica: | 9 antes que EA | | |
| # de páginas Tabla Periódica: | 14 | | |
| # ejercicios tabla periódica | 11 | | |
| # de los grupos (A y B) | A - B | | |
| Propiedades. Atómicas | Z* no r en enlace I si AE si (+) en EA pol no EN en enlace | | |
| Otras Propiedades: sustancia | Volumen atómico | | |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Historia | | |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 15 | | |
| # Páginas Química descriptiva: | 298 | | |
| # ejercicios química descriptiva | 118 | | |
| Hace recuento histórico | Si, muy bueno | | |
| Sustancia Simple diferente elemento | Sustancia pura | | |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras X | Consiste en átomos idénticos | Z o # de protones en su núcleo |
| Contenido | | | |
| Capítulo # | Nombre | | |
| 1 | Introducción histórica | | |
| 2 | Algunos conceptos fundamentales | | |
| 3 | Leyes de las combinaciones químicas y teoría atómica | | |
| 4 | El estado gaseoso | | |
| 5 | Los estados líquido y sólido | | |
| 6 | Pesos atómicos y moleculares | | |
| 7 | Símbolos, fórmulas y ecuaciones. Cálculos | | |
| 8 | Cambios de energías en las reacciones químicas | | |
| 9 | Clasificación periódica de los elementos | | |
| 10 | Estructura atómica. I Introducción al átomo nuclear | | |
| 11 | Estructura atómica. II. Distribución electrónica de los átomos | | |
| 12 | Estructura atómica. III. Valencia y estructura molecular | | |
| 13 | Estructura atómica IV. Radiactividad natural | | |
| 14 | Estructura atómica. V. Transmutaciones atómicas artificiales y energía nuclear | | |
| 15 | Velocidad de reacción y equilibrio químico | | |
| 16 | El agua | | |
| 17 | Disoluciones. I. Características generales y solubilidad | | |
| 18 | Disoluciones. II. Propiedades coligativas | | |
| 19 | Disoluciones electrolíticas | | |
| 20 | Ácidos y bases. Equilibrios iónicos | | |
| 21 | Oxígeno. Oxidación reducción. Ozono y peróxido de hidrógeno | | |
| 22 | Pilas voltaicas. Electroquímica | | |
| 23 | Estado coloidal | | |
| 24 | Hidrógeno | | |

| | |
|----|---|
| 25 | Halógenos |
| 26 | Grupo del azufre |
| 27 | Atmósfera y elementos inertes |
| 28 | Nitrógeno y compuestos |
| 29 | Familia del fósforo |
| 30 | Carbono y silicio |
| 31 | Metales y metalurgia |
| 32 | Grupo I. Metales alcalinos y cobre, plata y oro |
| 33 | Grupo II. Metales alcalinotérreos y cinc, cadmio y mercurio |
| 34 | Grupo III B : Familia del boro y aluminio |
| 35 | Germanio, estaño y plomo |
| 36 | Metales de transición. Familias del escandio y del titanio. Lantánidos. Actínidos |
| 37 | Familias de vanadio, cromo y manganeso |
| 38 | Grupo VIII. Hierro, cobalto, níquel y grupo del platino |
| 39 | Métodos del análisis químico |
| | QUÍMICA ORGÁNICA : 18 capítulos |
| | 13 apéndices |

Comentarios:

Química: se ocupa fundamentalmente de la constitución y transformación de la materia.

Tiene muchas gráficas, dibujos de experimentos y aparatos y fotografías de científicos y científicas famosos.

Contiene muchas notas aclaratorias a pie de página. También muchas biografías.

Cuenta la historia de la TP antes de EA, pero el estudio de la variación de las propiedades periódicas lo hace después de EA.

102 elementos, 14 artificiales.

| | | | | |
|-------------------------------------|--|---|------------------------------|--------------------------------|
| | 7 | | | |
| Título: | QUÍMICA GENERAL | | | |
| Autor: | BARROW, Gordon | | | |
| Editorial: | Reverté | | | |
| Edición: | 1ª | | | |
| Ciudad: | Barcelona | | | |
| Año: | 1974 | | | |
| Nivel: | Universitario | | | |
| # total de páginas: | 792 | | | |
| Idioma: | Castellano | | | |
| # de capítulos | 22 | | | |
| # del capítulo tabla periódica: | 5 y 6 después de EA | | | |
| # de páginas Tabla Periódica: | 62 | | | |
| # ejercicios tabla periódica | 26 | | | |
| # de los grupos (A y B) | No especifica- habla de bloques s, p, d y f | | | |
| Propiedades. Atómicas | Z* no r no I no AE no pol no EN si | | | |
| Otras Propiedades: sustancia | Carácter metálico y no metálico/# oxidación (oxidantes y reductores) | | | |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Orden creciente de Z y semejanzas químicas | | | |
| # de Capítulos Química descriptiva: | No tiene | | | |
| # Páginas Química descriptiva: | No tiene | | | |
| # ejercicios química descriptiva | No tiene | | | |
| Hace recuento histórico | No | | | |
| Sustancia Simple diferente elemento | | | | |
| Define elemento como: define | No lo | Sustancia q no puede dividirse en otras | Consiste en átomos idénticos | Z o # de protones en su núcleo |
| Contenido | | | | |
| Capítulo # | Nombre | | | |
| 1 | Componentes y propiedades de la atmósfera de la tierra | | | |
| 2 | El modelo molecular de los gases | | | |
| 3 | Las energías y las velocidades de las moléculas de los gases Teoría cinético-molecular | | | |
| 4 | La luz y otras radiaciones: estudio de atmósferas, átomos y moléculas | | | |
| 5 | Los elementos y la TP | | | |
| 6 | La base electrónica de la TP | | | |
| 7 | Moléculas y estructura molecular | | | |
| 8 | Introducción al estudio de las estructuras cristalinas. La estructura cristalina de los materiales que componen la corteza de la tierra. | | | |
| 9 | Las propiedades de las aguas naturales | | | |
| 10 | La solubilidad de materiales en soluciones. Introducción al estudio del equilibrio y constantes de equilibrio. | | | |
| 11 | Ácidos y bases | | | |
| 12 | Equilibrios | | | |
| 13 | La cantidad de calor absorbida o liberada en las reacciones químicas | | | |
| 14 | Obtención de trabajo a partir de reacciones químicas | | | |
| 15 | Calor, trabajo, espontaneidad y entropía | | | |
| 16 | Una interpretación molecular de la entropía | | | |
| 17 | Recursos energéticos y energía nuclear | | | |
| 18 | Recursos, necesidades y su relación con la química. Productos inorgánicos. | | | |
| 19 | Recursos, necesidades y su relación con la química: productos orgánicos | | | |
| 20 | Los productos químicos como artículos de consumo | | | |
| 21 | Las moléculas en el mundo vegetal y animal: hidratos de carbono, proteínas y ácidos nucleicos | | | |
| 22 | Control de los procesos biológicos | | | |

Comentarios:

Capítulo 5 “Los elementos se ordenan en orden creciente de Z, de acuerdo a la carga positiva del núcleo y al número de electrones del átomo neutro”.

La clasificación periódica se basa en las propiedades químicas y físicas de un elemento.

- Se buscan semejanzas entre los elementos.

- “la familia que mejor se reconoce es la de los gases nobles” –OJO: FUE LA ÚLTIMA EN
DESCUBRIRSE

“Todas las TP de hoy se basan en la de Mendeleiev”

Los grupos son denominados “familias”

Habla de las relaciones diagonales, además de las variaciones en grupos y periodos.

Los números de oxidación son tratados extensivamente.

| | | | |
|--|---|-------------------------------------|---------------------------------------|
| | 8 | | |
| Título: | QUIMICA GENERAL | | |
| Autor: | LONGO, Frederick | | |
| Editorial: | Mc.Graw Hill | | |
| Edición: | 1ª | | |
| Ciudad: | México | | |
| Año: | 1974 | | |
| Nivel: | Universitario | | |
| # total de páginas: | | | |
| Idioma: | Castellano | | |
| # de capítulos | 21 + 2 apéndices | | |
| # del capítulo tabla periódica: | 4 EA antes q TP | | |
| # de páginas Tabla Periódica: | 14 | | |
| # ejercicios tabla periódica | 19 | | |
| # de los grupos (A y B) | A-B-A | | |
| Propiedades. Atómicas | Z* no r si I si AE si (+) pol no EN en enlace | | |
| Otras Propiedades: sustancia | #oxidación o de valencia /metales y metaloides/ oxidantes y reductores. | | |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Historia desde Döbereiner hasta Moseley/ estructura atómica y ley periódica | | |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 1 | | |
| # Páginas Química descriptiva: | 36 | | |
| # ejercicios química descriptiva | 53 | | |
| Hace recuento histórico | Si | | |
| Sustancia Simple diferente elemento | No define sustancia | | |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras X | Consiste en átomos idénticos | Z o # de protones en su núcleo |
| Contenido | | | |
| Capítulo # | Nombre | | |
| 1 | Átomos y moléculas | | |
| 2 | Conceptos básicos | | |
| 3 | Los electrones del átomo | | |
| 4 | La ley periódica | | |
| 5 | Teoría del enlace | | |
| 6 | El estado gaseoso | | |
| 7 | Sólidos cristalinos | | |
| 8 | Los líquidos y una comparación de los 3 estados de la materia | | |
| 9 | El estado de disolución | | |
| 10 | Termoquímica y termodinámica | | |
| 11 | Equilibrio químico | | |
| 12 | Electroquímica | | |
| 13 | Ácidos, bases y equilibrio iónico | | |
| 14 | Soluciones de electrolitos | | |
| 15 | Química orgánica | | |
| 16 | Química celular | | |
| 17 | Cinética química | | |
| 18 | Principales elementos de las familias normales | | |
| 19 | Los metales de transición | | |
| 20 | Química nuclear | | |
| 21 | El ambiente | | |
| | 2 apéndices | | |

Comentarios:

La labor del QUÍMICO...su oficio es relacionar las propiedades de la materia con el comportamiento de estas partículas invisibles”

“No siempre es tan práctico como interesante seguir el desarrollo histórico y cronológico de la química. Como muchos estudios se realizaron simultáneamente, su mutua influencia es complicada...”

Tiene prólogos al estudiante y al profesor.

Tiene gráficas, dibujos y tablas

Tiene estilo MAGISTRAL-

Después de contar la historia de la TP, trabaja sobre la estructura electrónica de los átomos y la ley periódica-

No nombra Z^* pero habla de apantallamiento y de la carga central como $Z - \#e$ internos.

“En 1913, H.G.J. Moseley descubrió el principio que guía la clasificación moderna: “Las propiedades de los elementos son funciones periódicas de sus números atómicos”. El descubrimiento de esta ley periódica necesitó. A) Una serie de pesos atómicos consistentes y confiables y B) un átomo nuclear con un #de protones igual al número de electrones.

Anexo 2

| | | | |
|-------------------------------------|--|----|--|
| | 9 | | |
| Título: | QUÍMICA UNIVERSITARIA | | |
| Autor: | USON LACAL, Rafael | | |
| Editorial: | Alambra | | |
| Edición: | 2ª | | |
| Ciudad: | Madrid | | |
| Año: | 1974 | | |
| Nivel: | Universitario | | |
| # total de páginas: | 424 | | |
| Idioma: | Castellano | | |
| # de capítulos | 44 | | |
| # del capítulo tabla periódica: | 8 junto con EA | | |
| # de páginas Tabla Periódica: | 3 | | |
| # ejercicios tabla periódica | No tiene | | |
| # de los grupos (A y B) | No los nombra. Usa configuración de valencia: s ¹p ⁶ | | |
| Propiedades. Atómicas | Z* no r como volumen atómico I en enlace (gráficas.) AE (+) en enlace pol. en enlace covalente EN en enlace covalente | | |
| Otras Propiedades: sustancia | Punto de fusión/ punto de ebullición/ densidad en química descriptiva | | |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Configuración Electrónica después historia de Mendeleiev | | |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 4 | | |
| # Páginas Química descriptiva: | 177 | | |
| # ejercicios química descriptiva | No tiene | | |
| Hace recuento histórico | No | | |
| Sustancia Simple diferente elemento | Sustancia | | |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras | 1º | Consiste en Z o # de protones en su núcleo 2º |
| Contenido | | | |
| Capítulo # | Nombre | | |
| | PRIMERA PARTE: Fundamentos y conceptos básicos. | | |
| | I. La materia y la constitución de los átomos | | |
| 1 | Materia | | |
| 2 | Partículas fundamentales | | |
| 3 | Estabilidad de los núcleos atómicos | | |
| 4 | Propiedades de los núcleos atómicos | | |
| 5 | Inestabilidad nuclear | | |
| 6 | Reacciones nucleares | | |
| 7 | Isótopos radiactivos | | |
| 8 | Estructura de los átomos | | |
| | II. Formación de compuestos químicos | | |
| 9 | Las uniones entre átomos: enlaces químicos | | |
| 10 | Propiedades de los compuestos iónicos | | |
| 11 | Enlace covalente | | |
| 12 | El enlace metálico | | |
| 13 | Interacciones más débiles entre átomos | | |
| | III. Estados de agregación y sistemas dispersos | | |
| | IV. Aspectos de las reacciones químicas | | |
| | V. Clases especiales de reacciones químicas | | |
| | 2ª PARTE: Los elementos químicos y sus compuestos | | |
| | 3ª PARTE: La química de los compuestos del Carbono | | |

Comentarios:

“El sistema de periodos de Mendeleiev, a pesar de su base empírica, supuso un paso gigantesco en la comprensión y la sistematización de las propiedades de los elementos químicos”

Habla de “sistema de periodos” y dice: “Si ordenamos los elementos según el orden de llenado de sus orbitales atómicos, de menos a mayor energía, obtenemos una representación esquemática como la de la figura..(TP)...la estructura electrónica de los elementos varía periódicamente”.

“Como veremos más adelante, las propiedades químicas de los elementos vienen determinadas por el número y distribución de sus e más externos”.

“Efectivamente, sobre la base de una consideración detallada de las analogías de las propiedades de los elementos conocidos, Dimitri Mendeleiev en 1869 estableció un sistema de periodos. Como quiera q en esa época no se conocía sobre las estructuras electrónicas, está claro que el sistema ordenador de Mendeleiev tuvo que ser forzosamente distinto, el peso atómico.....Así, salvo en los 4 casos conocidos, se tienen la aparente paradoja de que la ordenación de los elementos según sus masas atómicas y el aumento del número de protones(que residen en el núcleo) sino de la estructura electrónica mas externa...

“Cuando se subdivide una materia hasta separarla en las partículas más pequeñas que la constituyen, sin que desaparezcan sus propiedades específicas, y todas esas partículas resultan ser iguales entres sí, la porción de materia de que partimos es una SUSTANCIA, y cada una de las partículas que la constituyen es una molécula. La molécula puede dividirse en átomos, y si son idénticos, entonces se trata de un ELEMENTO.

“Polarización: El modo inverso de enfocar la existencia de transiciones entre tipos de enlace.....Esta deformación se llama polarización y será mayor cuánto más positivo y más pequeño sea el catión y mayor sea la carga y el tamaño del anión”:

Anexo 2

| | | | | |
|-------------------------------------|---|------------------------------|------------------------------------|--|
| | 10 | | | |
| Título: | QUÍMICA GENERAL (2 TOMOS) | | | |
| Autor: | BECKER, Ralph S., WENTWORTH, Wayne E. | | | |
| Editorial: | Reverté | | | |
| Edición: | 1ª | | | |
| Ciudad: | Barcelona | | | |
| Año: | 1977 | | | |
| Nivel: | Universitario (para Ciencias e Ingenierías) | | | |
| # total de páginas: | 868 | | | |
| Idioma: | Castellano | | | |
| # de capítulos | 19 | | | |
| # del capítulo tabla periódica: | 5 y 9 después EA | | | |
| # de páginas Tabla Periódica: | 38 | | | |
| # ejercicios tabla periódica | 25 (comparación de propiedades periódicas) | | | |
| # de los grupos (A y B) | A – B - A | | | |
| Propiedades. Atómicas | Z* no r si (atómico e iónico) I si AE si (+) pol no EN si | | | |
| Otras Propiedades: sustancia | Metálicas o no / conductividad eléctrica | | | |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Configuración Electrónica | | | |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 1 | | | |
| # Páginas Química descriptiva: | 32 | | | |
| # ejercicios química descriptiva | 24 | | | |
| Hace recuento histórico | Poco | | | |
| Sustancia Simple diferente elemento | | | | |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras | Consiste en átomos idénticos | Z o # de protones en su núcleo...X | |
| Contenido | | | | |
| Capítulo # | Nombre | | | |
| 1 | Introducción | | | |
| 2 | Estructura y estado de la materia | | | |
| 3 | Reacciones químicas | | | |
| 4 | Estructura atómica | | | |
| 5 | TP – Correlación de los parámetros atómicos | | | |
| 6 | Estructura molecular y enlace en las moléculas diatómicas | | | |
| 7 | Estructura molecular y enlace en las moléculas poliatómicas | | | |
| 8 | Interacciones moleculares e iónicas | | | |
| 9 | Correlación de propiedades moleculares y reacciones con la TP | | | |
| 10 | Termodinámica química | | | |
| 11 | Transiciones de fase y equilibrios | | | |
| 12 | Disoluciones – sistemas con 2 componentes | | | |
| 13 | Equilibrio químico | | | |
| 14 | Electroquímica | | | |
| 15 | Cinética química | | | |
| 16 | Elementos de transición | | | |
| 17 | Química nuclear | | | |
| 18 | Bioquímica | | | |
| 19 | Fotoquímica | | | |
| | 21 apéndices | | | |

Comentarios:

“La configuración electrónica determina propiedades físicas y químicas, la periodicidad de estas propiedades es la base de la TP”

Aclara que las primeras TP se hicieron antes de conocer la EA.

- Tiene tablas y gráficas de la variación de las propiedades periódicas con Z

Habla de radios atómicos, iónicos, covalentes y de Van der Waals

Capítulo 9: Correlaciona las propiedades moleculares y las reacciones con la TP. Acidez y basicidad, covalencia de enlaces.

Anexo 2

| | | | |
|-------------------------------------|---|------------------------------|------------------------------------|
| | 11 | | |
| Título: | FUNDAMENTOS DE QUÍMICA GENERAL E INORGÁNICA (2 TOMOS) | | |
| Autor: | CHRISTEN, Hans Rudolf | | |
| Editorial: | Reverté | | |
| Edición: | 1ª | | |
| Ciudad: | Barcelona | | |
| Año: | 1977 | | |
| Nivel: | Universitario | | |
| # total de páginas: | 840 | | |
| Idioma: | Castellano | | |
| # de capítulos | 25 + 10 apéndices | | |
| # del capítulo tabla periódica: | 2 después de TP | | |
| # de páginas Tabla Periódica: | 27 | | |
| # ejercicios tabla periódica | 15 | | |
| # de los grupos (A y B) | A - B | | |
| Propiedades. Atómicas | Z* no r si (atómico e iónico) I si AE si (-) pol en enlace EN si | | |
| Otras Propiedades: sustancia | #oxidación/ metales semimetales y no metales/ índice de refracción/densidad/dureza/conductividad térmica y eléctrica/comportamiento magnético/punto de fusión/punto de ebullición/entalpía de fusión, sublimación y evaporación/entalpía de solvatación/espectros | | |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Distribución electrónica | | |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 12 | | |
| # Páginas Química descriptiva: | 263 | | |
| # ejercicios química descriptiva | 202 | | |
| Hace recuento histórico | poco | | |
| Sustancia Simple diferente elemento | | | |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras | Consiste en átomos idénticos | Z o # de protones en su núcleo...X |
| Contenido | | | |
| Capítulo # | Nombre | | |
| 1 | El modelo atómico | | |
| 2 | El sistema de periodos | | |
| 3 | El enlace químico | | |
| 4 | Gases | | |
| 5 | El estado sólido | | |
| 6 | El estado líquido: disoluciones | | |
| 7 | Relaciones cuantitativas | | |
| 8 | Termodinámica de las reacciones químicas. Equilibrio químico | | |
| 9 | La velocidad de las reacciones químicas | | |
| 10 | Equilibrio ácido -base | | |
| 11 | Procesos de oxido - reducción | | |
| 12 | Gases nobles e hidrógeno | | |
| 13 | Los halógenos | | |
| 14 | Los elementos del grupo VI (calcógenos) | | |
| 15 | Los elementos del grupo V | | |
| 16 | Los elementos del grupo IV | | |
| 17 | Los elementos del grupo III | | |
| 18 | Los elementos del grupo II (metales alcalinotérreos) | | |
| 19 | Los elementos del grupo I (metales alcalinos) | | |
| 20 | Metales de transición I: generalidades | | |

| | |
|----|---|
| 21 | Metales de transición II: compuestos complejos |
| 22 | Metales de transición III: los grupos secundarios III A al VIII A |
| 23 | Metales de transición IV: metales del grupo del Fe y del Pt |
| 24 | Metales de transición V: los grupos secundarios I B y II B |
| 25 | Metales de transición VI: carbonilos y compuestos organometálicos |
| | 10 apéndices |

Comentarios:

“Todos los núclidos con una determinada carga nuclear pertenecen al mismo lugar (casilla) del sistema y constituyen, en conjunto, un elemento”.

Cuatro bloques: Gases nobles, grupo principal, elementos de transición y elementos de transición interna.

Menciona la carga nuclear pero no hace cálculo de Z^*

| | |
|--|--|
| | 12 |
| Título: | QUIMICA |
| Autor: | MAHAN, Bruce |
| Editorial: | Fondo educativo Interamericano S.A. |
| Edición: | 2ª en castellano, 3ª en inglés |
| Ciudad: | Bogotá, Caracas, México, Panamá, San Juan, Santiago, Sao Pablo |
| Año: | 1977 |
| Nivel: | Universitario |
| # total de páginas: | 813 |
| Idioma: | Castellano |
| # de capítulos | 18 + 5 Apéndices |
| # del capítulo tabla periódica: | 13 (también en el 10 con estructura atómica)/EA antes que TP/ ENLACE antes de TP aunque ya ha mencionado I y AE |
| # de páginas Tabla Periódica: | 22 |
| # ejercicios tabla periódica | 9 |
| # de los grupos (A y B) | A-B-A |
| Propiedades. Atómicas | Z* no r si I si AE si (+) pol no EN si |
| Otras Propiedades: sustancia | Conductividad eléctrica /estructura cristalina/#de oxidación/metales y no metales |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Distribución electrónica |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 3 |
| # Páginas Química descriptiva: | 140 |
| # ejercicios química descriptiva | 39 |
| Hace recuento histórico | Poco |
| Sustancia Simple diferente elemento | NO DEFINE SUSTANCIA |
| Define elemento como NO LO DEFINE | Sustancia q no puede dividirse en otras Consiste en átomos idénticos Z o # de protones en su núcleo |
| Contenido | |
| Capítulo # | Nombre |
| 1 | Estequiometría y la bases de la teoría atómica |
| 2 | Propiedades de los gases |
| 3 | Propiedades de los sólidos |
| 4 | Líquidos y soluciones |
| 5 | Equilibrio químico |
| 6 | El equilibrio iónico en las soluciones acuosas |
| 7 | Reacciones de oxidación reducción |
| 8 | Termodinámica química |
| 9 | Cinética química |
| 10 | La estructura electrónica de los átomos |
| 11 | El enlace químico |
| 12 | Orbitales moleculares |
| 13 | Las propiedades periódicas |
| 14 | Los elementos representativos: Grupos I - IV |
| 15 | Los elementos no metálicos |
| 16 | Los metales de transición |
| 17 | Química orgánica |
| 18 | El núcleo |
| | 5 apéndices |

Comentarios:

QUIMICA: No la define.

Da por sentado que el estudiante YA sabe algunos conceptos fundamentales y NO LOS DEFINE
Halla del efecto de pantalla y atracción neta del átomo pero no menciona Z^* ni la calcula. Habla del aumento de la carga nuclear.

“Las propiedades de los elementos son funciones periódicas de sus números atómicos” (ley periódica).

“La TP nos ayudará a correlacionar, recordar y pronosticar la química detallada de los elementos”.

*** Propiedades químicas de los óxidos, propiedades ácido-base, hidruros.

“EN aumenta a medida que se pierde el carácter metálico”

Presenta la TP con los bloques s,p,d y f

“La totalidad de nuestra comprensión del fenómeno químico se basa en la teoría atómica de la materia”.

La TP también sirvió como una guía para los valores aproximados de los pesos atómicos. La tabla publicada por Mendeleiev en 1869 ordenaba los elementos según su peso atómico”.

“En este capítulo (propiedades periódicas) hemos estudiado unas cuantas propiedades generales de los elementos químicos y sus compuestos simples” –

Los reúne en metales, no metales y semimetales.

En el prólogo: “Los 4 primeros capítulos se dedican a las propiedades macroscópicas de la materia, a los orígenes de la TA y la aritmética de la química. Luego 5 capítulos con énfasis en la caracterización de las reacciones y sistemas químicos....

Es un texto MAGISTRAL, muy detallado y muy profundo, con mucho desarrollo matemático y gráfico.
SOLO LE ADICIONARÍA LA RELACIÓN DE LAS PROPIEDADES ATÓMICAS CON LA Z^* .

Anexo 2

| | | | |
|-------------------------------------|---|------------------------------|----------------------------------|
| | 13 | | |
| Título: | QUÍMICA GENERAL | | |
| Autor: | PAULING, Linus – Premio Nobel química 1954 | | |
| Editorial: | Aguilar | | |
| Edición: | 10ª - primera reimpresión de la de 1977 | | |
| Ciudad: | Madrid | | |
| Año: | 1980 | | |
| Nivel: | Universitario | | |
| # total de páginas: | 910 | | |
| Idioma: | Castellano | | |
| # de capítulos | 26 + 15 apéndices | | |
| # del capítulo tabla periódica: | 5 junto con EA | | |
| # de páginas Tabla Periódica: | 13 | | |
| # ejercicios tabla periódica | 18 | | |
| # de los grupos (A y B) | A - B | | |
| Propiedades. Atómicas | Z* si r no I si AE en enlace (+) pol en Fuerzas de van der Waals EN en enlace | | |
| Otras Propiedades: sustancia | Densidades/ fórmulas de los cloruros | | |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Periodicidad de propiedades físicas y químicas. Pero se explica por estructura atómica. | | |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 5 | | |
| # Páginas Química descriptiva: | 120 | | |
| # ejercicios química descriptiva | 74 | | |
| Hace recuento histórico | Si | | |
| Sustancia Simple diferente elemento | Sustancia elemental formada por elementos | | |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras | Consiste en átomos idénticos | Z o # de protones en su núcleo X |
| Contenido | | | |
| Capítulo # | Nombre | | |
| 1 | Naturaleza y propiedades de la materia | | |
| 2 | Estructura atómica y estructura molecular de la materia | | |
| 3 | El electrón, los núcleos atómicos y el fotón | | |
| 4 | Elementos y compuestos. Masas atómica y molecular | | |
| 5 | La EA y la TP de los elementos | | |
| 6 | El enlace químico | | |
| 7 | Los elementos no metálicos y algunos de sus compuestos | | |
| 8 | Compuestos oxigenados de los elementos no metálicos | | |
| 9 | Gases: mecánica cuántica y mecánica estadística | | |
| 10 | Termodinámica química | | |
| 11 | Equilibrio químico | | |
| 12 | El agua | | |
| 13 | Propiedades de las soluciones | | |
| 14 | Ácidos y bases | | |
| 15 | Reacciones de oxidación reducción. Electrólisis | | |
| 16 | Velocidad de las reacciones químicas | | |
| 17 | Naturaleza de los metales y de las aleaciones | | |
| 18 | Litio, berilio, boro, silicio y sus congéneres | | |
| 19 | Los complejos inorgánicos y la química de los metales de transición | | |
| 20 | Hierro, cobalto, níquel y metales del grupo del platino | | |
| 21 | Cobre, zinc, galio y sus congéneres | | |
| 22 | Titanio, vanadio, cromo, manganeso y sus congéneres | | |

| | |
|----|---|
| 23 | Química orgánica |
| 24 | Bioquímica |
| 25 | Química de las partículas fundamentales |
| 26 | Química nuclear |
| | 15 apéndices |

Comentarios:

“Un elemento es una clase de materia que consta de átomos cuyos núcleos tienen todos la misma carga eléctrica”.

“Una sustancia elemental es la formada exclusivamente por átomos de un solo elemento y normalmente se da el nombre de elemento a tal sustancia”.

Usa “núclido” para designar la clase de materia que contiene núcleos con determinados valores de A y de Z. Los distintos núclidos de un mismo elemento son isótopos.

“Las propiedades de los elementos químicos no son arbitrarias, sino que dependen de la estructura del átomo y varían de manera sistemática con el número atómico”.

“El hecho importante de esta dependencia implica una periodicidad que se manifiesta en la repetición periódica de las propiedades características”.

“El estudio de la química se facilita auxiliándose continuamente con la TP, en la que los elementos están ordenados por sus números atómicos y resalta la periodicidad de sus propiedades. Además, en los últimos 50 años se han averiguado las estructuras electrónicas detalladas de los átomos y se ha visto que es posible establecer una relación satisfactoria entre tales estructuras y las propiedades de los elementos”.

La energía de los electrones es el fundamento de la TP. Esta energía depende de los números cuánticos n y l, excepto H-

“El artículo “átomo” de la Enciclopedia Británica, en su undécima edición (1910) terminaba con estas palabras: “ La teoría atómica ha sido de incalculable valor para los químicos; pero más de una vez ha sucedido en la historia de la ciencia que una hipótesis, tras haber mostrado su utilidad para descubrir y coordinar conocimientos, ha tenido que ser abandonada y sustituida por otra más en armonía con los descubrimientos posteriores. Algunos distinguidos opinan que tal es el destino que aguarda a la Teoría atómica.....Sin embargo, los recientes descubrimientos en radiactividad apoyan la existencia del átomo, si bien nos llevan a pensar que este (el átomo) no es una cosa tan eterna e inalterable como Dalton y sus predecesores habían imaginado”.

Anexo 2

| | | | |
|-------------------------------------|---|------------------------------|--------------------------------|
| | 14 | | |
| Título: | QUÍMICA MODERNA | | |
| Autor: | METCALFE, H.C., WILLIAMS, J.E., CASTKA, J.F. | | |
| Editorial: | Interamericana | | |
| Edición: | 1ª | | |
| Ciudad: | México D.F. | | |
| Año: | 1982 | | |
| Nivel: | Universitario (para alumnos no de ciencias) | | |
| # total de páginas: | 635 | | |
| Idioma: | Castellano | | |
| # de capítulos | 30 | | |
| # del capítulo tabla periódica: | 5 después de EA | | |
| # de páginas Tabla Periódica: | 20 | | |
| # ejercicios tabla periódica | 35 (propiedades. Periódicas, estabilidad de átomos e iones, I y AE) | | |
| # de los grupos (A y B) | No los menciona, bloques s, p, d, f / BP de I a VIII | | |
| Propiedades. Atómicas | Z* no r si I si AE si (+) pol no EN no | | |
| Otras Propiedades: sustancia | Punto de fusión/punto de ebullición/color/densidad/ # de oxidación | | |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | historia | | |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 8 | | |
| # Páginas Química descriptiva: | 113 | | |
| # ejercicios química descriptiva | 264 | | |
| Hace recuento histórico | poco | | |
| Sustancia Simple diferente elemento | sustancia | | |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras...X | Consiste en átomos idénticos | Z o # de protones en su núcleo |
| Contenido | | | |
| Capítulo # | Nombre | | |
| 1 | La ciencia de la química | | |
| 2 | La materia y sus transformaciones | | |
| 3 | Estructura atómica | | |
| 4 | Arreglo de e en átomos | | |
| 5 | La ley periódica | | |
| 6 | Enlaces químicos | | |
| 7 | Composición química | | |
| 8 | Ecuaciones y relaciones de masa | | |
| 9 | Dos gases importantes: hidrógeno y oxígeno | | |
| 10 | Las leyes de los gases | | |
| 11 | Composición molecular de los gases | | |
| 12 | Líquidos, sólidos, agua | | |
| 13 | Procesos de disolución | | |
| 14 | Ionización | | |
| 15 | Ácidos, bases y sales | | |
| 16 | Titulaciones ácido - bases, sales | | |
| 17 | El carbono y sus óxidos | | |
| 18 | Hidrocarburos | | |
| 19 | Productos de sustitución de los hidrocarburos | | |
| 20 | Energía de reacción y cinética de reacción | | |
| 21 | Equilibrio químico | | |
| 22 | Reacciones de oxidación reducción | | |
| 23 | Los metales del grupo I | | |
| 24 | Los metales del grupo II | | |

| | |
|----|-------------------------------|
| 25 | Los metales de transición |
| 26 | El aluminio y los metaloides |
| 27 | El nitrógeno y sus compuestos |
| 28 | El azufre y sus compuestos |
| 29 | La familia de los halógenos |
| 30 | Radiactividad |

Comentarios:

Menciona a Mendeleiev pero aclara que el número atómico es mejor que los pesos atómicos para armar la TP.

Va describiendo los primeros elementos por su estado natural.

Remite al lector a leer sobre Döbereiner y Meyer.

“La ley periódica: Las propiedades físicas y químicas de los elementos son funciones periódica de sus Z”.

Divide la TP en metales y no metales.

Menciona la carga nuclear, pero no menciona ni calcula Z^* .

“Una sustancia es un material homogéneo constituido por una clase particular de materia”

Una sustancia tiene una composición química definida.

| | | | |
|--|---|-------------------------------------|---------------------------------------|
| | 15 | | |
| Título: | QUÍMICA | | |
| Autor: | MORTIMER, Charles E. | | |
| Editorial: | Grupo Editorial Iberoamérica | | |
| Edición: | 5ª (en inglés) | | |
| Ciudad: | México | | |
| Año: | 1983 | | |
| Nivel: | Universitario | | |
| # total de páginas: | 770 | | |
| Idioma: | Castellano | | |
| # de capítulos | 27 + apéndice | | |
| # del capítulo tabla periódica: | 4 con EA y 5 con enlace iónico | | |
| # de páginas Tabla Periódica: | 10 | | |
| # ejercicios tabla periódica | 21 | | |
| # de los grupos (A y B) | A -B -A | | |
| Propiedades. Atómicas | Z* si r si (atómico e iónico) I si (gráficas) AE si (-) pol si EN enlace | | |
| Otras Propiedades: sustancia | Tipos de iones (#oxidación) /metales y no metales | | |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Configuración electrónica | | |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 5 | | |
| # Páginas Química descriptiva: | 130 | | |
| # ejercicios química descriptiva | 148 | | |
| Hace recuento histórico | Si | | |
| Sust. Simple diferente elemento | Sustancias puras | | |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras...X | Consiste en átomos idénticos | Z o # de protones en su núcleo |
| Contenido | | | |
| Capítulo # | Nombre | | |
| 1 | Introducción | | |
| 2 | Estequiometría | | |
| 3 | Termoquímica | | |
| 4 | Estructura atómica | | |
| 5 | Propiedades de los átomos y el enlace iónico | | |
| 6 | El enlace covalente | | |
| 7 | Geometría molecular. Orbitales moleculares | | |
| 8 | Gases | | |
| 9 | Líquidos y sólidos | | |
| 10 | Soluciones | | |
| 11 | Reacciones en solución acuosa | | |
| 12 | Cinética química | | |
| 13 | Equilibrio químico | | |
| 14 | Teoría de ácidos y bases | | |
| 15 | Equilibrio iónico. Parte I | | |
| 16 | Equilibrio iónico. Parte II | | |
| 17 | Elementos de termodinámica química | | |
| 18 | Electroquímica | | |
| 19 | Los no metales. Parte I: el hidrógeno y los halógenos | | |
| 20 | Los no metales. Parte II: los elementos del grupo VI A | | |
| 21 | Los no metales. Parte III: los elementos del grupo VA | | |
| 22 | Los no metales. Parte IV: C, Si, B y los gases nobles | | |
| 23 | Metales y metalurgia | | |
| 24 | Compuestos complejos | | |

| | |
|-----------|-------------------------|
| 25 | Química nuclear |
| 26 | Química orgánica |
| 27 | Bioquímica |
| | apéndices |

Comentarios:

QUÍMICA: Ciencia que se ocupa de la caracterización, composición y transformaciones de la materia (dice que esta definición es insuficiente)

La química tiene que ver con la composición y estructura de las sustancias y con las fuerzas que las mantienen juntas.

La parte central de la química es la reacción química.

Nombra Z^* y el apantallamiento, pero no la calcula.

Trata polarizabilidad y electronegatividad en enlace para explicar la transición entre iónico y covalente

Dice que la historia de la química se divide en 5 partes: 1) artes prácticas, 2) griegos, 3) alquimia, 4) flogisto 5) química moderna (Lavoisier)

Aclara que otros textos consideran la AE positiva.

Tiene TP pequeñas indicando las tendencias de las propiedades en grupos y períodos

| | | | | |
|--|---|-------------------------------------|---------------------------------------|--|
| | 16 | | | |
| Título: | INTRODUCTION TO CHEMISTRY | | | |
| Autor: | MASTERTON, W.L., CHERIM,S.M. | | | |
| Editorial: | CBS college publishing | | | |
| Edición: | 1ª | | | |
| Ciudad: | Philadelphia, USA | | | |
| Año: | 1984 | | | |
| Nivel: | Universitario | | | |
| # total de páginas: | 489 | | | |
| Idioma: | Inglés | | | |
| # de capítulos | 15 + 2 apéndices | | | |
| # del capítulo tabla periódica: | 7 junto con EA | | | |
| # de páginas Tabla Periódica: | 30 | | | |
| # ejercicios tabla periódica | 60 (incluye distribución electrónica) | | | |
| # de los grupos (A y B) | No los menciona. Numera del 1 -8 el Bloque Principal | | | |
| Propiedades. Atómicas | Z* no r no I si AE no pol no EN si | | | |
| Otras Propiedades: sustancia | Carácter metálico | | | |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Configuración electrónica | | | |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 1 | | | |
| # Páginas Química descriptiva: | 30 | | | |
| # ejercicios química descriptiva | 60 | | | |
| Hace recuento histórico | Poco | | | |
| Sustancia Simple diferente elemento | | | | |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras.....X | Consiste en átomos idénticos | Z o # de protones en su núcleo | |
| Contenido | | | | |
| Capítulo # | Nombre | | | |
| 1 | Medidas | | | |
| 2 | Materia y energía | | | |
| 3 | Los ladrillos de la materia | | | |
| 4 | Fórmulas químicas y nombres | | | |
| 5 | Ecuaciones químicas | | | |
| 6 | El comportamiento químico de los gases | | | |
| 7 | Electronic structure and the periodic table | | | |
| 8 | Enlace químico | | | |
| 9 | Soluciones | | | |
| 10 | Velocidad de reacción y equilibrio químico | | | |
| 11 | Ácidos y bases | | | |
| 12 | Reacciones de óxido reducción | | | |
| 13 | Química inorgánica descriptiva: metales y no metales | | | |
| 14 | Introducción a la química orgánica | | | |
| 15 | Química nuclear | | | |

Comentarios:

Muy general

| | | | |
|---|---|------------------------------|--------------------------------|
| | 17 | | |
| Título: | QUÍMICA BÁSICA. PRINCIPIOS Y ESTRUCTURA | | |
| Autor: | BRADY, James E., HUMISTON, Gerald E. | | |
| Editorial: | Limusa | | |
| Edición: | 1ª (2ª reimpresión) 2ª en inglés | | |
| Ciudad: | México | | |
| Año: | 1985 | | |
| Nivel: | Universitario | | |
| # total de páginas: | 1009 | | |
| Idioma: | Castellano | | |
| # de capítulos | 23 + 5 apéndices | | |
| # del capítulo tabla periódica: | 3 junto con EA | | |
| # de páginas Tabla Periódica: | 35 | | |
| # ejercicios tabla periódica | 73 junto con EA | | |
| # de los grupos (A y B) | A (Bloque Principal) los de transición no especifica | | |
| Propiedades. Atómicas | Z* si r si (atómico e iónico) I si (gráficas) AE si (-) pol Fuerzas de London EN en enlace | | |
| Otras Propiedades: sustancia | No | | |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Configuración electrónica | | |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 3 | | |
| # Páginas Química descriptiva: | 150 | | |
| # ejercicios química descriptiva | 160 | | |
| Hace recuento histórico | No (no menciona a Mendeleiev en TP) | | |
| Sustancia Simple diferente elemento | Sustancias puras | | |
| Define elemento como forma más simple de la materia | Sustancia q no puede dividirse en otras | Consiste en átomos idénticos | Z o # de protones en su núcleo |
| Contenido | | | |
| Capítulo # | Nombre | | |
| 1 | Introducción | | |
| 2 | Estequiometría: aritmética química | | |
| 3 | EA y la TP | | |
| 4 | Enlace químico: conceptos generales | | |
| 5 | Reacciones químicas en solución acuosa | | |
| 6 | Gases | | |
| 7 | Sólidos | | |
| 8 | Líquidos y cambios de estado | | |
| 9 | Propiedades de los sólidos | | |
| 10 | Termodinámica química | | |
| 11 | Cinética química | | |
| 12 | Equilibrio químico | | |
| 13 | Ácidos y bases | | |
| 14 | Equilibrios ácido – base en solución acuosa | | |
| 15 | Solubilidad y equilibrio de iones complejos | | |
| 16 | Electroquímica | | |
| 17 | Enlace químico y estructura molecular | | |
| 18 | Química de los elementos representativos : Parte I | | |
| 19 | Química de los elementos representativos: Parte II | | |
| 20 | Elementos de transición | | |
| 21 | Química orgánica | | |
| 22 | Bioquímica | | |
| 23 | Química nuclear | | |

Comentarios:

QUÍMICA: “Rama de las ciencias físicas en la que se estudia la composición de las sustancia, las formas en que sus propiedades se relacionan con su composición y la acción recíproca de esas sustancias para producir nuevos materiales”.

“Estas configuraciones electrónicas basadas en la teoría y para ser consideradas útiles u válidas, deben evidenciarse de alguna manera. UNO de los más fuertes apoyos para la asignación de configuraciones electrónicas es la TP misma. Se debe recordar que, al elaborar la TP actual, los elementos fueron acomodados uno tras otro en grupos, debido a sus propiedades semejantes.

$Z^* = Z - \#e$ internos.

Parece un texto APODÍCTICO.

| | |
|--|--|
| | 18 |
| Título: | QUIMICA GENERAL |
| Autor: | WHITTEN, Kenneth W. , GAILEY, Kenneth D. |
| Editorial: | Nueva ed. Interamericana S.A. de C.V. |
| Edición: | 1ª |
| Ciudad: | México |
| Año: | 1985 |
| Nivel: | Universitario |
| # total de páginas: | 893 |
| Idioma: | Castellano |
| # de capítulos | 31 + 11 apéndices |
| # del capítulo tabla periódica: | 4 junto con enlace iónico / EA antes de TP |
| # de páginas Tabla Periódica: | 20 |
| # ejercicios tabla periódica | 25 |
| # de los grupos (A y B) | A-B-A |
| Propiedades. Atómicas | Z* no r si I si AE energía liberada + pol no EN si |
| Otras Propiedades: sustancia | E de valencia(grupo)/# oxidación /MENCIONA: punto de fusión/punto de ebullición/ volumen atómico |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Configuración electrónica AUNQUE cuenta la historia de Mendeleiev |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 7 |
| # Páginas Química descriptiva: | 128 |
| # ejercicios química descriptiva | 234 incluye temas afines: estequiometría, gases, etc. |
| Hace recuento histórico | Poco /en estructura atómica y en TP. Mendeleiev y L.Meyer |
| Sust. Simple diferente elemento | SUSTANCIA PURA |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras X |
| | Consiste en átomos idénticos |
| | Z o # de protones en su núcleo |
| | Dice: sustancia PURA q no puede dividirse.. |
| Contenido | |
| Capítulo # | Nombre |
| 1 | Fundamentos de Química |
| 2 | Estequiometría, símbolos químicos, fórmulas y ecuaciones |
| 3 | Estructura atómica |
| 4 | Periodicidad Química y enlace iónico |
| 5 | Enlace covalente y Nomenclatura Inorgánica |
| 6 | Orbitales moleculares y Enlace Químico |
| 7 | Reacciones Químicas: estudio sistemático |
| 8 | Los gases y la teoría cineticomolecular |
| 9 | Líquidos y soluciones |
| 10 | Disoluciones |
| 11 | Ácidos, bases y sales |
| 12 | Reacciones de oxido-reducción |
| 13 | Termodinámica Química |
| 14 | Cinética Química |
| 15 | Equilibrio químico |
| 16 | Equilibrio en disolución acuosa I |
| 17 | Equilibrio en disolución acuosa II |
| 18 | Equilibrio en disolución acuosa III |
| 19 | Electroquímica |
| 20 | Metales y metalurgia |
| 21 | Metales representativos |

| | |
|----|---|
| 22 | Elementos no metálicos: Parte I: Los gases nobles y el grupo VII A |
| 23 | Los elementos no metálicos: Parte II : Elementos del grupo VI A |
| 24 | Los elementos no metálicos: Parte III: no metales del grupo V A |
| 25 | Los elementos no metálicos: Parte IV: C, Si, B |
| 26 | Metales de transición |
| 27 | Compuestos de coordinación |
| 28 | Reacciones Químicas: Parte II: estudio sistemático |
| 29 | Química nuclear |
| 30 | Química Orgánica I : Hidrocarburos |
| 31 | Química Orgánica II: Grupos funcionales |
| | 11 apéndices |

Comentarios:

QUIMICA: nombre q recibe el intento de descripción y explicación sistemática de la materia y de los cambios que sufre-

- 106 elementos
- ÁTOMO: Dice: se ha definido tradicionalmente como: “la partícula más pequeña de un elemento la cual puede participar en una combinación química”.
- Tratamiento mecánico cuántico. Tiene muchos dibujos y gráficas.
- En el capítulo de estructura atómica Ya presenta la TP con los subniveles de energía que se llenan en cada bloque: s, p, d y f.

En el capítulo 4 dice: “La posición de un elemento en la TP depende de su configuración .electrónica que a su vez juega un importante papel en los tipos de enlace q puede poseer el elemento.

Def. de TP: ordenación de los elementos según su número atómico que pone de manifiesto la periodicidad.

Presenta la TP de M, el cuadro de comparación del eka-silicio y el germanio. Aclara que Mendeleiev ordenó por peso atómico y AHORA es por Z.

Divide en metales, no metales y metaloide.

En propiedades periódicas: r atómico, I con gráficas., r iónico, AE y EN. No calcula ni menciona z^* ni similar.

Tiene tres TP: una con metales y no metales, otra con bloques s, p, d, f y gases raros , y otra con EN. Es un texto APODÍCTICO. Trae prólogo para el profesor y otro para el estudiante.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|--------------------------------|
| | 19 | | |
| Título: | GENERAL CHEMISTRY | | |
| Autor: | ATKINS, Peter William | | |
| Editorial: | Scientific American Books | | |
| Edición: | 1ª | | |
| Ciudad: | New York | | |
| Año: | 1989 | | |
| Nivel: | universitario | | |
| # total de páginas: | 989 | | |
| Idioma: | Inglés | | |
| # de capítulos | 21 | | |
| # del capítulo tabla periódica: | 7 con EA | | |
| # de páginas Tabla Periódica: | 45 (EA y TP) 5 de TP | | |
| # ejercicios tabla periódica | | | |
| # de los grupos (A y B) | No especifica | | |
| Propiedades. Atómicas | Z* si r si(atómico e iónico) I si AE si (-) pol en enlace iónico EN si (I + AE)/2 | | |
| Otras Propiedades: sustancia | Punto de fusión/punto de ebullición/densidad/descubridor/año de descubrimiento | | |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Distribución electrónica | | |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 4 | | |
| # Páginas Química descriptiva: | 140 | | |
| # ejercicios química descriptiva | | | |
| Hace recuento histórico | poco | | |
| Sustancia Simple diferente elemento | | | |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras | Consiste en átomos idénticos....X | Z o # de protones en su núcleo |
| Contenido | | | |
| Capítulo # | Nombre | | |
| | PARTE I: Materia y reacciones | | |
| | PARTE II: átomos, moléculas e iones | | |
| | PARTE III: velocidades y equilibrios | | |
| | PARTE IV: los elementos | | |
| | PARTE V: Química orgánica | | |
| | Apéndices | | |
| 1 | Propiedades, medidas y unidades | | |
| 2 | La composición de la materia | | |
| 7 | Estructura atómica y tabla periódica | | |

Comentarios:

“El concepto más importante en química es el átomo, la partícula más pequeña de un elemento que tiene propiedades químicas de ese elemento.”

“Los átomos de un elemento no tienen necesariamente las propiedades físicas del elemento” (Por ejemplo, el punto de fusión)

Explica Z* pero no la calcula. Hace una descripción de períodos y grupos y algunas propiedades características de cada grupo..

Cuenta que el 17 de febrero de 1869 Mendeleiev organizó los elementos en orden creciente de pesos atómicos. Tiene foto.

| | | | | |
|--|---|-------------------------------------|---------------------------------------|--|
| | 20 | | | |
| Título: | QUÍMICA GENERAL SUPERIOR | | | |
| Autor: | MASTERTON, W., SLOWINSKI, E., STANITSKI, C. | | | |
| Editorial: | Mc Graw – Hill – Interamericana | | | |
| Edición: | 6ª | | | |
| Ciudad: | Madrid | | | |
| Año: | 1990 | | | |
| Nivel: | Universitario | | | |
| # total de páginas: | 803 + apéndice | | | |
| Idioma: | Castellano | | | |
| # de capítulos | 28 + apéndices | | | |
| # del capítulo tabla periódica: | 8 después de EA | | | |
| # de páginas Tabla Periódica: | 31 | | | |
| # ejercicios tabla periódica | 66 (incluidos metales) | | | |
| # de los grupos (A y B) | No especifica. Numera del 1 –8 el B:P: | | | |
| Propiedades. Atómicas | Z* si r si I si (gr.) AE no pol no EN en enlace | | | |
| Otras Propiedades: sustancia | Metales, no metales, metaloides. Propiedades de los metales | | | |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Diferencias y similitudes de los elementos | | | |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 3 | | | |
| # Páginas Química descriptiva: | 60 | | | |
| # ejercicios química descriptiva | 130 | | | |
| Hace recuento histórico | Si | | | |
| Sust. Simple diferente elemento | Sustancia pura | | | |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras X | Consiste en átomos idénticos | Z o # de protones en su núcleo | |
| Contenido | | | | |
| Capítulo # | Nombre | | | |
| 1 | Materia y medidas | | | |
| 2 | Átomos, moléculas e iones | | | |
| 3 | Fórmulas químicas | | | |
| 4 | Fuentes de los elementos | | | |
| 5 | Termoquímica | | | |
| 6 | Propiedades físicas de los gases | | | |
| 7 | Leyes de los átomos | | | |
| 8 | El sistema periódico y las propiedades de los metales | | | |
| 9 | Enlace químico | | | |
| 10 | Estructura molecular | | | |
| 11 | Líquidos y sólidos | | | |
| 12 | Disoluciones | | | |
| 13 | Estructura de los no metales y sus compuestos binarios | | | |
| 14 | Espontaneidad de la reacción: H, S y G | | | |
| 15 | Equilibrio químico en sistemas gaseosos | | | |
| 16 | Velocidad de reacción | | | |
| 17 | La atmósfera | | | |
| 18 | Reacciones de precipitación | | | |
| 19 | Ácidos y bases | | | |
| 20 | Equilibrio ácido – base | | | |
| 21 | Iones complejos – compuestos de coordinación | | | |
| 22 | Análisis cualitativo | | | |
| 23 | Oxidación reducción, células electroquímicas | | | |
| 24 | Oxidación reducción, potenciales de pilas | | | |

| | |
|-----------|---|
| 25 | Química de los metales de transición |
| 26 | Química de los no metales |
| 27 | Reacciones nucleares |
| 28 | Moléculas orgánicas pequeñas y grandes |
| | 5 apéndices |

Comentarios:

QUÍMICA: ciencia que trata de la materia, aquello de lo que está formado el Universo. La química examina la estructura de la materia, sus propiedades y los cambios que sufre.

Capítulo 1: “Probablemente esté familiarizado con el modo de organizar las propiedades de los elementos. Se realiza mediante el sistema periódico de los elementos” y dice: 1) las filas horizontales se llaman periodos y 2) las columnas, grupos.

Capítulo 8: “Los científicos tienden constantemente a agrupar los hechos de tal manera que sean más aparentes sus diferencias o sus similitudes. En química, el instrumento más útil para este fin es el sistema periódico de los elementos”.

Cuenta toda la historia de la TP y luego hace la relación entre la configuración electrónica y el sistema periódico.

Calcula Z^* como $Z - S$ ($s = \#$ e internos). Habla de apantallamiento.

108 elementos.

| | |
|--|--|
| | 21 |
| Título: | QUÍMICA (2 tomos) |
| Autor: | GUILLESPIE,R.J.,BAIRD,N.C.,HUMPHREYS, D.A., ROBINSON,E.A. |
| Editorial: | Reverté S.A. |
| Edición: | 1ª |
| Ciudad: | Barcelona |
| Año: | 1990 |
| Nivel: | Universitario |
| # total de páginas: | 1140 |
| Idioma: | Castellano |
| # de capítulos | 26 |
| # del capítulo tabla periódica: | 4 junto con enlace y ANTES que Estructura Atómica |
| # de páginas Tabla Periódica: | 34 |
| # ejercicios tabla periódica | 40 |
| # de los grupos (A y B) | 1-18, I-VIII para el Bloque Principal |
| Propiedades. Atómicas | Z* si r si I si AE energía liberada (+) pol en Fuerzas de London EN en halógenos muestra la variación en la TP |
| Otras Propiedades: sustancia | Valencia (hidruros y óxidos) todos los de un grupo tienen el mismo # de e de valencia |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Propiedades de elementos y compuestos/ Para propiedades. Periódicas parte del modelo de capas de valencia |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 9 |
| # Páginas Química descriptiva: | 363 |
| # ejercicios química descriptiva | 357 |
| Hace recuento histórico | Sí |
| Sustancia Simple diferente elemento | SUSTANCIA PURA = SUSTANCIA SENCILLA |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras 1º Consiste en átomos idénticos...2º Z o # de protones en su núcleo |
| | en 2º añade: porque no puede descomponerse en nada más simple |
| Contenido | |
| Capítulo # | Nombre |
| 1 | Estructura de la materia |
| 2 | Estequiometría |
| 3 | La atmósfera y las leyes de los gases |
| 4 | El sistema periódico y el enlace químico |
| 5 | Los halógenos |
| 6 | Niveles de energía, configuración electrónica y el enlace covalente |
| 7 | Fósforo y azufre |
| 8 | Geometría molecular |
| 9 | Algunos metales comunes |
| 10 | El estado sólido |
| 11 | Carbono |
| 12 | Termoquímica |
| 13 | Líquidos, agua, disoluciones y fuerzas intermoleculares |
| 14 | Equilibrio químico |
| 15 | Metales alcalinos y alcalinotérreos |
| 16 | Electroquímica |
| 17 | Más consideraciones sobre la química del nitrógeno y el oxígeno |
| 18 | Velocidad de las reacciones químicas |
| 19 | Química orgánica |

| | |
|-----------|---|
| 20 | Los gases nobles |
| 21 | Los metales de transición |
| 22 | Boro y silicio |
| 23 | Polímeros |
| 24 | Química nuclear y radioquímica |
| 25 | El enlace químico y la mecánica cuántica |
| 26 | La termodinámica y la fuerza conductora de las reacciones químicas |
| | 2 apéndices |

Comentarios:

QUÍMICA: estudio acerca de los materiales y sus transformaciones

ÁTOMO: definición de Dalton

103 elementos y 4 más probables.

“La gran diversidad de comportamientos que se observan entre los elementos y sus compuestos debió constituir un auténtico quebradero de cabeza para los primeros químicos, como debe parecérselo en ocasiones a los estudiantes que comienzan un curso de química” (ontogenia y filogenia).

“Los distintos intentos que se hicieron para clasificar los elementos en función de las semejanzas y diferencias existentes entre sus propiedades, culminaron en 1869 con la formulación de la “ley periódica” reflejada en forma de “tabla o sistema periódico” por Dimitri Mendeleiev”.

“La formulación de la TP estableció el comienzo de una nueva era para la química. Sirvió desde entonces para alcanzar una comprensión mucho más profunda de las propiedades de los elementos y todavía, hoy en día, constituye uno de los más importantes instrumentos de sistematización de que disponen los químicos”.

Clasifica en metales y no metales y semimetales o metaloides

Dedica uno o dos párrafos a cada familia de elementos con sus generalidades.

Nombra la Z^* y también el efecto de pantalla, después la llama carga del core y la define y calcula como $Z - \text{electrones en las capas internas}$.

Plantea TP antes que EA y pone el modelo de capas para explicar las variaciones.

La variación del radio la hace en función del core o “resto atómico”

En el capítulo 6 hace todo lo de niveles y configuración electrónica y retoma TP.

Los ejercicios al final de cada capítulo incluyen descriptiva más los temas respectivos de cada grupo o elemento como ácidos y bases, kps, oxidación-reducción, etc.

Es un texto MAGISTRAL con muchos dibujos a color.

| | |
|--|---|
| | 22 |
| Título: | QUIMICA |
| Autor: | RUSELL, John B. Y LARENA, Alicia |
| Editorial: | Mc Graw Hill |
| Edición: | 1ª |
| Ciudad: | México |
| Año: | 1990 |
| Nivel: | Universitario |
| # total de páginas: | 980 |
| Idioma: | Castellano |
| # de capítulos | 27 |
| # del capítulo tabla periódica: | 7 TP después de EA |
| # de páginas Tabla Periódica: | 20 |
| # ejercicios tabla periódica | 33 |
| # de los grupos (A y B) | A-B-A |
| Propiedades. Atómicas | Z* si r si I si AE (energía liberada pero +) pol en Fuerzas de London EN en enlace |
| Otras Propiedades: sustancia | Punto de fusión/punto de ebullición/conductividad térmica/conductividad eléctrica/dureza/densidad |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Desde la historia y DESPUÉS periodicidad de las configuraciones electrónicas |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 3 |
| # Páginas Química descriptiva: | 140 |
| # ejercicios química descriptiva | 191 |
| Hace recuento histórico | Si |
| Sust. Simple diferente elemento | SUST PURA equivalente a SUST.SIMPLE = elemento o compuesto |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras....X Consiste en átomos idénticos Z o # de protones en su núcleo |
| Contenido | |
| Capítulo # | Nombre |
| 1 | Conceptos preliminares y premisas |
| 2 | Materia y energía |
| 3 | Fórmulas, ecuaciones y estequiometría |
| 4 | Gases ideales |
| 5 | El átomo |
| 6 | Electrones: energías, ondas y probabilidad |
| 7 | Periodicidad química |
| 8 | Enlace químico |
| 9 | El enlace covalente |
| 10 | Sólidos y líquidos ideales |
| 11 | Materia real y cambios de estado |
| 12 | Soluciones |
| 13 | Reacciones en solución acuosa |
| 14 | Cinética química |
| 15 | Equilibrio químico |
| 16 | Soluciones acuosas. Equilibrios ácido-base |
| 17 | Soluciones acuosas: solubilidad y equilibrio de los iones complejos |
| 18 | Termodinámica química |
| 19 | Electroquímica |
| 20 | Los no metales |
| 21 | Los metales y metaloides representativos |
| 22 | Los metales de transición |

| | |
|----|------------------------------------|
| 23 | Procesos nucleares |
| 24 | Introducción a la química orgánica |
| 25 | Hidrocarburos |
| 26 | Compuestos orgánicos oxigenados |
| 27 | Compuestos orgánicos nitrogenados |
| | 7 apéndices |

Comentarios:

Desarrolla el concepto de Átomo desde Dalton hasta ahora.

QUÍMICA: es el estudio de la naturaleza, propiedades y composición de la materia y de cómo se producen sus cambios"...dice q esta definición tradicional debe ampliarse a partir de los años 30's.

Hace la historia de la TP hasta Mendeleiev.

Presenta la TP moderna como periodicidad de las configuraciones electrónicas.

Habla de TENDENCIAS en el r, I y AE y tiene gráficas de r, I, densidad y punto de fusión.

Comenta los comportamientos anormales como I del B < que I del Be.

Inicia cada capítulo con una presentación para el estudiante.

Tiene pocas gráficas y dibujos.

Menciona la estequiometría de los compuestos con H y O, propiedades metálicas y comenta q Meyer y Mendeleiev se basaron en propiedades químicas y ordenaron los elementos por su peso atómico, aunque hoy en día ya sabemos que es por Z...

"La ley periódica establece que si los elementos se colocan según el aumento de Z, se observará una repetición periódica de sus propiedades"

"El valor de la TP en la organización del conocimiento químico está más que demostrado".

Habla de Z* y del efecto de pantalla, pero no hace cálculos.

Es un texto MAGISTRAL, me gusta.

| | |
|--|---|
| Evaluación de libros de Química | 23 |
| Título: | QUÍMICA |
| Autor: | CHANG, Raymond |
| Editorial: | Mc Graw Hill |
| Edición: | 4ª |
| Ciudad: | México |
| Año: | 1992 |
| Nivel: | Universitario |
| # total de páginas: | 1064 |
| Idioma: | Castellano |
| # de capítulos | 26 |
| # del capítulo tabla periódica: | 1 - 8 |
| # de páginas Tabla Periódica: | 2 - 41 |
| # ejercicios tabla periódica | 6- 102 |
| # de los grupos (A y B) | A-B-A y 1-18 |
| Propiedades. Atómicas | Z* x r x I x AE x(-) pol x en fuerzas de dispersión EN x en enlace |
| Otras Propiedades: sustancia | A lo largo del período pasa de Metálico a No Metálico, densidad, punto de fusión, calor molar de fusión, punto de ebullición, calor molar de vaporización, conductividad eléctrica, conductividad térmica |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Desde la historia |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 2 |
| # Páginas Química descriptiva: | 100 |
| # ejercicios química descriptiva | 216 |
| Hace recuento histórico | Si |
| Sustancia Simple diferente elemento | SUSTANCIA |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras X |
| | Consiste en átomos idénticos |
| | Z o # de protones en su núcleo |
| | Dice SUSTANCIA PURA q no puede.... |

| Contenido | |
|-------------------|---|
| Capítulo # | Nombre |
| 1 | Las Herramientas de la química |
| 1.4 | Loa elementos químicos y la tabla periódica |
| 2 | Átomos, moléculas e iones |
| 3 | Reacciones químicas I: Ecuaciones químicas y reacciones en solución acuosa |
| 4 | Reacciones químicas II: Relaciones ponderales |
| 5 | El estado gaseoso |
| 6 | Termodinámica |
| 7 | La teoría cuántica y la estructura atómica |
| 8 | Relaciones periódicas entre los elementos |
| 9 | Enlace químico I: Conceptos básicos |
| 10 | Enlace químico II: Geometría molecular |
| 11 | Las fuerzas intermoleculares y los líquidos y los sólidos |
| 12 | Propiedades físicas de las disoluciones |
| 13 | Cinética química |
| 14 | Equilibrio químico |
| 15 | Ácidos y bases: Propiedades generales |
| 16 | Equilibrios ácido-base |
| 17 | Equilibrios de solubilidad |
| 18 | Entropía, energía libre y equilibrio |

| | |
|-----------|---|
| 19 | Electroquímica |
| 20 | Metalurgia y química de los metales |
| 21 | Elementos no metálicos y sus compuestos |
| 22 | La química de los metales de transición y los compuestos de coordinación |
| 23 | Química nuclear |
| 24 | Química orgánica |
| 25 | Polímeros orgánicos: Sintéticos y naturales |
| 26 | Química industrial |
| | 4 apéndices |

Comentarios:

Los elementos se pueden dividir en metales, no metales y metaloides.

La TP correlaciona el comportamiento químico de los elementos en forma sistemática y ayuda a recordar y entender. Tiene varias tablas periódicas, incluida la de Mendeleiev.

Tiene muchas fotografías de las sustancias simples.

Plantea $Z^* = Z - \text{apantallamiento}$. No habla de las reglas de Slater.

Radio atómico, iónico.

| | |
|--|--|
| | 24 |
| Título: | QUIMICA GENERAL |
| Autor: | WHITTEN, Kenneth, GAILEY, Kenneth (q.e.p.d.) DAVIS, Raymond |
| Editorial: | Mc Graw Hill |
| Edición: | 3ª (2ª en español) |
| Ciudad: | México |
| Año: | 1992 |
| Nivel: | Universitario |
| # total de páginas: | 884 + apéndices |
| Idioma: | Castellano |
| # de capítulos | 32 |
| # del capítulo tabla periódica: | 5 EA antes de TP |
| # de páginas Tabla Periódica: | 20 |
| # ejercicios tabla periódica | 78 |
| # de los grupos (A y B) | A-B-A |
| Propiedades. Atómicas | Z* no r si (atómico e iónico) I si (gráficas) AE si (-) Pol. no EN si |
| Otras Propiedades: sustancia | Metales y no metales |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Propiedades de elementos y compuestos/ La configuración electrónica determina su posición en la TP |
| # de Capítulos Química descriptiva: | |
| # Páginas Química descriptiva: | |
| # ejercicios química descriptiva | |
| Hace recuento histórico | Poco / en TP algo de Mendeleiev/para descubrimientos |
| Sustancia Simple diferente elemento | SUSTANCIA PURA |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras X Consiste en átomos idénticos Z o # de protones en su núcleo |
| | En la def. de elemento ya no dice PURA |

| Contenido | |
|------------|--------|
| Capítulo # | Nombre |
| | |
| | |

Comentarios:

QUIMICA: "Ciencia q describe la materia, sus propiedades físicas y químicas, los cambios q experimenta y las variaciones de energía que acompañan dichos procesos"

La def. de TP es la misma q en la edición anterior.

Tiene muchas fotos en color y en blanco y negro.

En el capítulo 5: Periodicidad – ahora separado de enlace, tiene muchas tablitas pequeñas con las tendencias de las propiedades. En grupos y períodos: r, I, AE, EN (ESO ME GUSTA). Clasifica en metales y no metales.

Habla DEL AUMENTO en la carga nuclear en el período, pero no menciona Z* ni la calcula.

"Las propiedades de los elementos son función periódica de sus números atómicos".

"La partícula más pequeña de un elemento q mantiene su identidad química a través de todos los cambios químicos y físicos se llama átomo"-

"La EN de un ELEMENTO mide la tendencia relativa del ÁTOMO a atraer los e-.....cuando está unido con otro átomo".

No se copiaron los capítulos, puesto que sólo nos interesaba ver si había cambios respecto de la anterior edición en cuanto a tabla periódica.

| | |
|--|--|
| | 25 |
| Título: | FUNDAMENTOS DE QUÍMICA |
| Autor: | ZUMDAHL, Steven S. |
| Editorial: | Mc Graw Hill |
| Edición: | 1ª |
| Ciudad: | México |
| Año: | 1992 |
| Nivel: | Universitario |
| # total de páginas: | 750 |
| Idioma: | Castellano |
| # de capítulos | 21 |
| # del capítulo tabla periódica: | 11 dentro de Teoría atómica moderna |
| # de páginas Tabla Periódica: | 10 |
| # ejercicios tabla periódica | 35 |
| # de los grupos (A y B) | A (bloque principal) |
| Propiedades. Atómicas | Z* no r si I si AE no pol no EN en enlace |
| Otras Propiedades: sustancia | Metales y no metales |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Capítulo 4: Descripción de la TP y de cada una de sus casillas: símbolo, Z y propiedades similares de las flías. Capítulo 11: configuración .electrónica y TP |
| # de Capítulos Química descriptiva: | No |
| # Páginas Química descriptiva: | No |
| # ejercicios química descriptiva | No |
| Hace recuento histórico | Poco |
| Sustancia Simple diferente elemento | SUSTANCIAS PURAS |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras...1º Consiste en átomos idénticos...2º Z o # de protones en su núcleo 3º |

| Contenido | |
|-----------|--|
| Cap. # | Nombre |
| 1 | Química: Una introducción |
| 2 | Cálculos y medidas |
| 3 | Materia y energía |
| 4 | Fundamentos de la Química: elementos y átomos |
| 5 | Elementos, iones y nomenclatura |
| 6 | Reacciones químicas: Introducción |
| 7 | Reacciones en solución acuosa |
| 8 | Clasificación de las reacciones químicas |
| 9 | Composición Química |
| 10 | Cantidades químicas |
| 11 | Teoría atómica moderna |
| 12 | Enlace químico |
| 13 | Gases |
| 14 | Líquidos y sólidos |
| 15 | Soluciones |
| 16 | Equilibrio |
| 17 | Ácidos y bases |
| 18 | Reacciones de oxidación - reducción y electroquímica |
| 19 | Radiactividad y energía nuclear |
| 20 | Química Orgánica |
| 21 | Bioquímica |

Comentarios:

QUÍMICA: ciencia que estudia los materiales del universo y los cambios que estos experimentan.

Tiene muchos dibujos y fotografías.

“Cuando se enseña o se practica la química, casi siempre se emplea una TP que suele estar colgada en las paredes del salón de clases. En ella se indican todos los elementos conocidos y mucha información acerca de ellos. Al progresar en el estudio de la Química, la utilidad de esta tabla será más evidente”.

Capítulo 4: Fundamentos de Química: elementos y átomos. Muestra una TP y menciona a Mendeleiev como el primero en ordenar los elementos de esta manera.

Clasifica en metales y no metales. Hace una introducción a la TP.

Capítulo 5: Iones: También menciona la TP y los iones característicos de cada grupo.

Capítulo 11: Relaciona la TP con distribución electrónica aunque recuerda que los elementos se organizaron por sus semejanzas en sus propiedades químicas. “Los elementos con el mismo número de e de valencia muestran comportamiento químico muy similar”

TP regada en varios capítulos. TP junto a Estructura Atómica pero antes del desarrollo mecánico cuántico.

GLOSARIO:

ÁTOMO: Unidad fundamental que forma los elementos

TP: Tabla en la que se indican todos los elementos ordenados en columnas de manera que los que se encuentran en una columna dada tienen propiedades químicas similares”

109 elementos.

Magistral pero muy general y superficial.

| | | | |
|-------------------------------------|---|---------------------------------|-----------------------------------|
| | 26 | | |
| Título: | QUÍMICA: ESTRUCTURA DE LA MATERIA | | |
| Autor: | COSTA, J.M., LLUCH, J.M., PÉREZ, J.J. | | |
| Editorial: | Biblioteca Universitaria, Enciclopedia Catalana | | |
| Edición: | 1ª | | |
| Ciudad: | Barcelona | | |
| Año: | 1993 | | |
| Nivel: | Universitario | | |
| # total de páginas: | 352 | | |
| Idioma: | Catalán | | |
| # de capítulos | 15 + apéndices | | |
| # del capítulo tabla periódica: | 6 después de EA | | |
| # de páginas Tabla Periódica: | 26 | | |
| # ejercicios tabla periódica | 12 | | |
| # de los grupos (A y B) | No especifica | | |
| Propiedades. Atómicas | Z* no r si (atómico e iónico) I si AE si (+) pol. en propiedades eléctricas EN si como (I + AE)/2 | | |
| Otras Propiedades: sustancia | Metales y no metales | | |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Historia pero aclara que sólo se pudo explicar cuando se conoció la EA y → parte de la configuración electrónica | | |
| # de Capítulos Química descriptiva: | No tiene | | |
| # Páginas Química descriptiva: | No tiene | | |
| # ejercicios química descriptiva | No tiene | | |
| Hace recuento histórico | No | | |
| Sustancia Simple diferente elemento | No la define | | |
| Define elemento como: define | no lo Sustancia q no puede dividirse en otras | Consiste en átomos idénticos | Z o # de protones en su núcleo |
| Contenido | | | |
| Capítulo # | Nombre | | |
| | Prefacio | | |
| 1 | Orígenes de la teoría cuántica | | |
| 2 | Elementos de mecánica ondulatoria | | |
| 3 | Resolución de la ecuación de ondas | | |
| 4 | Átomo de un e | | |
| 5 | Átomos polieletrónicos | | |
| 6 | Periodicidad y propiedades de los elementos | | |
| 7 | Moléculas sencillas | | |
| 8 | Moléculas diatómicas | | |
| 9 | Moléculas poliatómicas | | |
| 10 | Rotación y vibración de las moléculas | | |
| 11 | Espectros electrónicos moleculares | | |
| 12 | Propiedades eléctricas y magnéticas | | |
| 13 | Interacciones intermoleculares | | |
| 14 | Estructura de los sólidos cristalinos | | |
| 15 | Los cristales según los motivos | | |
| | apéndice | | |

Comentarios:

Habla de la carga nuclear y del efecto de pantalla, pero no menciona Z^* ni la calcula..

Tiene gráficas con volúmenes con la variación de las propiedades periódicas. Tiene tablas y gráficas.

Entre los objetivos de la QUÍMICA está : El estudio de los componentes de la materia y sus interacciones.

Los componentes principales son el protón, el electrón y el neutrón.

Anexo 2

Es un tratamiento desde la mecánica cuántica.

En el prefacio: "La creación y la transmisión de conocimientos científicos es una de las tareas irrenunciables de cualquier sociedad que pretenda ser moderna y competitiva".

..."En particular, cabe señalar la modificación de los programas de la llamada "Química General" de las carreras de ciencias e ingenierías: En algunas carreras esta asignatura ha quedado distribuida bajo distintas denominaciones, entre ellas, estructura de la materia".

| | | | |
|-------------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|
| | 27 | | |
| Título: | QUÍMICA: Moléculas/ Materia/Cambio | | |
| Autor: | ATKINS, Peter, JONES, Loretta | | |
| Editorial: | Omega | | |
| Edición: | 3ª | | |
| Ciudad: | Barcelona | | |
| Año: | 1998 | | |
| Nivel: | Universitario | | |
| # total de páginas: | 910 + apéndices | | |
| Idioma: | Castellano | | |
| # de capítulos | 22 | | |
| # del capítulo tabla periódica: | 7 junto con EA | | |
| # de páginas Tabla Periódica: | 12 | | |
| # ejercicios tabla periódica | 30 | | |
| # de los grupos (A y B) | A - B - A | | |
| Propiedades. Atómicas | Z* no r si (atómico e iónico) I si AE si (+) pol en enlace EN en enlace | | |
| Otras Propiedades: sustancia | No | | |
| Punto de Partida Tabla Periódica: | Configuración electrónica. Tiene un cuadro con la historia de Mendeleiev | | |
| # de Capítulos Química descriptiva: | 3 | | |
| # Páginas Química descriptiva: | 130 | | |
| # ejercicios química descriptiva | 340 | | |
| Hace recuento histórico | Poco | | |
| Sustancia Simple diferente elemento | Sustancia = materia simple y pura | | |
| Define elemento como | Sustancia q no puede dividirse en otras | Consiste en átomos idénticos X | Z o # de protones en su núcleo |
| | Luego aclara que los átomos de un elemento no son todos exactamente iguales, pues hay isótopos | | |
| Contenido | | | |
| Capítulo # | Nombre | | |
| 1 | La materia | | |
| 2 | Medidas y moles | | |
| 3 | Reacciones químicas: la modificación de la materia | | |
| 4 | Estequiometría de la reacción: la contabilidad química | | |
| 5 | Las propiedades de los gases | | |
| 6 | Termoquímica: el fuego interno | | |
| 7 | En el interior del átomo | | |
| 8 | En el interior de los materiales : enlaces químicos | | |
| 9 | Forma, tamaño, y fuerzas de enlace en las moléculas | | |
| 10 | Materiales líquidos y sólidos | | |
| 11 | Materiales basados en el carbono | | |
| 12 | Las propiedades de las disoluciones | | |
| 13 | Equilibrio químico | | |
| 14 | Protones en transición: ácidos y bases | | |
| 15 | Sales en agua | | |
| 16 | Energías en transición: termodinámica | | |
| 17 | E en transición: electroquímica | | |
| 18 | Cinética: las velocidades de las reacciones | | |
| 19 | Los elementos de los grupos principales: I. Las primeras familias | | |
| 20 | Los elementos de los grupos principales: II. Las últimas familias | | |
| 21 | El bloque de los metales de transición | | |
| 22 | Química nuclear | | |

Comentarios:

Prefacio: Nuestro principal objetivo es ayudar a adquirir una percepción química, una forma de mirar.

QUÍMICA: Ciencia que estudia la materia y los cambios que puede sufrir

No menciona Z^* , sólo dice que en un período la carga del núcleo aumenta y atrae con más fuerza a los e.

En enlace tiene un gráfico que indica la transición de enlace covalente a iónico y viceversa en función de la polarizabilidad y la electronegatividad.

Modelo iónico

| |
|---|
| ←- aumento de la diferencia de EN Incremento del carácter polarizante del catión y de la polarizabilidad del anión → |
|---|

Modelo Covalente

Aclara que AE es exotérmica pero la pone +.

113 elementos

Es un libro muy lindo, con muchas fotos y gráficos a color. Dan ganas de leerlo.

Anexo 3

Entrevista sobre Tabla Periódica

P1

1.- No. No se puede..- Porque es que la tabla periódica es un instrumento que le permite a uno entender muchos principios de la química, la reactividad, por ejemplo, la formación de los compuestos, los diferentes tipos de reacción, la reactividad de los compuestos, la formación de enlaces, el rompimiento de enlaces, la afinidad entre elementos, etc, etc, hay muchas explicaciones de tipo químico que se basan en la tabla periódica.

2. ¿con que objetivo? El objetivo es entender, entender la química. Si no tiene conocimiento de donde están ubicados los elementos y toda la información q hay alrededor de cada elemento, seguro q no va a entender nada de la química..

3. ¿sobre tabla periódica? Pues yo creo que las propiedades periódicas sería lo fundamental. Tales como tamaño, radio, potencial de ionización, electroafinidad, propiedades metálicas y no metálicas. Todo esto que uno ve en química inorgánica, con cierta profundidad, en química general se puede ver también.

- ¿Ud. Enseña carga nuclear efectiva?

R/ En química inorgánica, en química general no.

-¿Y cómo les explica la variación de las propiedades?

R/ Bueno, hay ejemplos, usamos analogías para poder entender esto de carga nuclear efectiva y creo que a nivel de química general se pueden dar estas analogías, estos ejemplos para que ellos entiendan este concepto de carga nuclear efectiva sin necesidad de entrar a hacer esos cálculos con unas ecuaciones que a veces los confunde o con unas reglas que tendrían que memorizar. Lo de la carga nuclear efectiva, lo que yo les enseño usando la analogía de...Uso varias analogías, pero una de ellas es una orquesta que va a dar un concierto y la gente se coloca en filas y lógicamente los que están en las primeras filas pueden participar más del concierto porque están más cerca, pueden oír mejor, en cambio los que están lejos, lejos, ellos se distraen mucho, no alcanzan a oír bien, por la interferencia que hay de toda la gente que hay adelante. Entonces hay una gran diferencia entre la impresión que recibe el que está adelante que el que está bien, bien lejos. Es una cosa completamente diferente. Lo mismo pasa con los electrones en el átomo, los electrones que están más lejos del núcleo tienen un comportamiento muy diferente a los que están más adentro. Esa sería una analogía. Hay muchas, pero esa me ha permitido explicarle a los estudiantes lo de la famosa carga nuclear efectiva.

E. -Sin hacer cálculos.

- Sí, sin hacer cálculos.

Sin usar reglas, sin tener que memorizar reglas.

Lógicamente cuando uno logra explicarles a ellos a través de cálculos cuantitativos, en donde se puede conocer la fuerza con que el núcleo atrae a sus electrones, y ver la diferencia entre la fuerza que atrae a un electrón que está adentro y uno q está afuera, eso aclara más al estudiante le puede interesar, si es que está en realidad muy motivado por la

química. El problema con la química general es que hay que dársela a gente q no le gusta la química. Hay una diferencia entre darle la química a un estudiante de química que a un ingeniero civil, o agrónomo. A un ingeniero civil, a un ingeniero sanitario, a un ing. Agrónomo no creo que les interesa mucho eso. Si uno a un químico le habla de números cuánticos desde primer semestre, y le habla de carga nuclear efectiva, y todas esas cosas, él se entusiasma, porque él va a la universidad a eso. Pero a un ingeniero agrónomo, o a un ingeniero civil, no creo que le entusiasmen mucho esas cosas.

La respuesta concretamente es que si le estoy haciendo química general a estudiantes del plan de química yo con mucho gusto le gasto tiempo y le hablo de ecuaciones y de reglas y de todo, sí, a un químico, porque sé que él está muy motivado y le servirá en cursos posteriores como físico química, cuando vea inorgánica, cuando vea cuántica. Pero si es un cursito de química general para un ingeniero sanitario, no profundizo mucho en... en carga nuclear efectiva, simplemente les doy la analogía de la orquesta y otros ejemplos por ahí sencillos.

E.- Si en la Universidad del Valle a usted le dieran un curso de Química I para estudiantes de química, a pesar de ser un curso de química general ¿Usted q cree q se les debería enseñar sobre tabla periódica?

¿en cuánto a tabla periódica? Bueno, sería las propiedades periódicas, con unos buenos ejemplos, creo yo. Yo les enseñaría propiedades periódicas. Al nivel que se da allí en la química inorgánica. A ese nivel...

E.- ¿Y ahí sí les daría cálculos de carga nuclear efectiva? ¿o tampoco?

Sí, sí les daría, a ese nivel, a estudiantes del plan de química, sí les daría. ¿Por qué les daría? Puede ser una explicación muy interesante. Ellos en el bachillerato han visto también eso, así por encima. Uno habla de potencial de ionización y ellos dicen, ¡ah, sí! Uno les habla de radio atómico y ellos dicen ¡ah, sí! Ellos ya han visto todo, ya se lo saben, mejor dicho, están sobrados...entonces hay oportunidades de darles cosas nuevas. Las cosas nuevas serían estos cálculos, calcular la carga nuclear efectiva. ¡Ay, que bueno, chévere! ¿qué ha pasado? Esto sí profesor nunca nos lo habían enseñado. Esto es lo que justifica un curso de química general.

Y yo los vivo animando desde el primer día. Les entrego el programa el primer día y les digo, lean. Tienen cinco minutos para leer el programa, y les pregunto ¿hay algo nuevo para ustedes? Entonces unos dicen, ¿los temas? Esos los hemos visto en la secundaria. Otros dicen, bueno, no los hemos visto todos, hemos visto una parte. Entonces ahí viene la explicación mía. Yo les digo, los temas son los mismos, pero la profundidad es distinta. Ustedes en el bachillerato han visto una cantidad de conceptos, pero a una profundidad muy pequeña. Aquí vamos a ver esos mismos temas pero vamos a profundizar.

E.- ¿Y usted les habla sobre polarizabilidad cuando hace tabla periódica?

A los que estudian química, sí les hablo de polarizabilidad. De pronto a los estudiantes primer semestre de química general de ingenierías, yo les hablo de polarizabilidad como preparándolos para cursos de física, que ellos hablan mucho de cargas y de fuerzas. Les

digo, eso es muy importante para física, porque ellos en física después lo van a ver. Entonces cuando el profesor de física les hable de polarizabilidad y de efecto polarizante, y de cargas y de todo esto, ellos después se van a acordar que en química lo vieron y que hay una relación. Pero si no es para químicos, no los enredo mucho.

Pero esa parte de carga nuclear efectiva sí es decisiva para un estudiante de química que lo entienda bien. Porque eso le sirve de base para poder explicar muchas cosas, para poder predecir, es que, la carga nuclear efectiva le permite a uno predecir muchos comportamientos y puede uno predecir el potencial, puede uno predecir estados de oxidación, facilidad para oxidarse, facilidad para reducirse. Si conoce bien, si entiende, ¿no? Entender, porque una cosa es entender y otra memorizar. Si entiende bien ese concepto, el puede predecir muchas cosas.

4.- ¿incluye todos los temas? Bueno ahí habla de propiedades atómicas. Las que más usamos, como radio atómico, potencial de ionización, electroafinidad, esas son las más comunes.

E.- ¿electronegatividad?

Electronegatividad, claro, muy importante.

E.- ¿esa sí se la da a todos?

A todos, claro. Es que la electronegatividad es una propiedad muy importante que todos tienen que entender. A veces yo les digo a los estudiantes que esto que les estoy explicando hoy aquí, esto también lo debería de saber el común de la gente, ¿sí? Por cultura. Hay cosas que el común de la gente debería saber para explicar muchas de las cosas que estamos viviendo, para explicar el efecto invernadero, explicar el fenómeno del ozono, y todas estas cosas que están tan de moda y que los periodistas a veces abusan y tergiversan. Pero como cultura debieran saberlo todas las personas.

E.- ¿Usted no cree que la polarizabilidad debería ser tan importante como la electronegatividad al momento de enseñarles propiedades periódicas a los estudiantes?

Bueno, lo de la polarizabilidad para un estudiante de química, de la carrera de química si lo veo importante. Claro, porque eso nos explica el carácter iónico y covalente de los enlaces, y eso es muy importante. Y considero que para prepararlos para cursos más avanzados, para fisicoquímica, para la química cuántica, esos conceptos son básicos, son fundamentales, pero para el químico, para el que estudia química.

La polarizabilidad estuvo como de moda allá en los años sesenta, pero ahora en los libros modernos de química inorgánica se trata poco de esto.

El programa que yo estoy viendo para ingenieros habla de propiedades periódicas, no especifica que es lo que uno debe dar. Eso ya corre por cuenta del profesor. A los químicos, yo sí les doy polarizabilidad, pero para los ingenieros, creo que polarizabilidad, no.

E.- O sea que usted cree que lo más común que se da es radio, potencial de ionización...

Potencial de ionización, electroafinidad y electronegatividad y muy importante son las propiedades metálicas, como avanzando hacia la izquierda las propiedades metálicas aumentan, avanzando hacia la derecha, la propiedad no metálica, eso es muy importante.

E.- ¿Y otras propiedades que no sean las atómicas que me ha mencionado?

Propiedades, ¿cómo cuáles, por ejemplo?

E.- Si son ácidos y bases, u oxidantes y reductores...

Bueno, eso viene ya en otro capítulo diferente al de la tabla periódica... Ya habla de ácidos y bases como otro capítulo y también estados de oxidación. Aunque en la tabla periódica, yo tengo por ahí algunas observaciones, anotaciones sobre la tabla periódica, qué es lo más importante de la tabla periódica, fuera de las propiedades periódicas, claro. Los números de oxidación son fundamentales, y en la tabla periódica, en una buena tabla periódica, como la de Sargent-welch, es un ejemplo de una buena tabla periódica, uno encuentra toda la información que uno necesita acerca de los elementos. A mis estudiantes les digo, la tabla periódica es una de las herramientas más poderosas que puede tener el químico, y usted es estudiante de química, tiene aquí una herramienta...preciosa... Para **mí la tabla periódica es como el directorio telefónico para uno**. Usted no tiene q memorizar nada, simplemente tiene q saber q es lo q va a buscar, q necesita y usted encuentra ahí todo. Y para usted buscar en un directorio telefónico, buscar una dirección, buscar una persona, buscar la información q necesite, usted sólo tiene q saber leer. En la tabla periódica hay una información parecida a la del directorio telefónico, usted encuentra una cantidad de información, pero debe de saber que clase de información es la que usted necesita para poder buscar en la tabla periódica. Entonces lo importante de la tabla no es memorizarla, o verla así como tan lejos de uno, es para usarla día a día, y entre más conozca más usted la tabla periódica, entre más uso le dé, se va a encariñar con ella, se va a dar cuenta que es un instrumento de trabajo, como para el ingeniero es la calculadora, como para el médico de pronto es el bisturí. La tabla periódica es una herramienta que le hace a usted más fácil el trabajo químico. Si usted conoce bien la tabla periódica, la información que contiene y sabe usarla, usted sabe bastante química.

5.- Bueno, podría ser, el tamaño, el radio atómico. Lo que es radio, radio atómico, radio iónico, radio covalente, todos los diferentes tipos de radio. Explicar muy bien como el átomo está en el espacio, el volumen que ocupa el átomo, todo lo que viene alrededor de la teoría atómica. Pero en la tabla periódica tenemos unos datos, unos números que nos indican muy bien como es que van creciendo los átomos, o como van disminuyendo, en la tabla periódica. Cuando hablamos de tabla periódica estamos considerando grupos verticales y grupos horizontales, y saber en que consiste esa secuencia. Entonces el volumen de los átomos y de los iones se puede entender muy bien a través de la tabla periódica.

E.- Y después, ¿qué les da?

Bueno, después de esto podríamos ver carga nuclear efectiva, porque la carga nuclear efectiva tiene mucha relación con el tamaño de los átomos. Para entender bien este concepto de carga nuclear pues se necesita que ellos entiendan bien lo de estructura electrónica, todo lo de estructura electrónica ¿cierto? Como la estructura electrónica también va variando también alrededor de la tabla, con sus excepciones...fenómenos raros que se presentan ahí a medida q aumenta el número de electrones en las capas. Entonces, sabiendo como es que varía el volumen de un átomo o de un ión a lo largo de la tabla periódica y entendiendo bien como es la distribución de los electrones alrededor de los átomos podemos entender mejor el concepto de carga nuclear efectiva.

Y después de eso, si ya hemos visto carga nuclear efectiva, ya podemos entrar a potencial de ionización ¿cierto? Porque el potencial de ionización va a depender de la carga nuclear efectiva y del tamaño. Digo yo, un estudiante puede predecir entre dos átomos, cuál tiene mayor potencial, si entiende lo de carga nuclear, lo de radio, lo del volumen.

Y luego, después de potencial de ionización enseñaría lo de afinidad electrónica, que es un concepto correlacionado con el potencial de ionización. Aunque sean opuestos, sin embargo, están muy relacionados. El uno es quitar electrones y el otro es adicionar electrones.

Después ¿qué más podríamos enseñar? Propiedades metálicas, ¿por qué? Porque comprendiendo el concepto de potencial de ionización podemos nosotros saber cuando un átomo se comporta como un metal. Si él pierde fácilmente los electrones se comporta como un metal, pero ¿en base a qué?, en base al concepto de potencial de ionización.

E.- ¿y electronegatividad?

Ay, verdad, la electronegatividad. La electronegatividad deberíamos meterla al principio. No sé por qué se me olvidó. Pero la electronegatividad podríamos colocarla de primero. Podría ser radio, electronegatividad, carga nuclear efectiva...pero la electronegatividad debería estar al principio, no al final..

Y lo de polarizabilidad también se puede explicar después de ver electronegatividad, y afinidad electrónica y propiedades metálicas, podemos hablar de polarizabilidad.

Cuando estamos hablando de potencial de ionización, ahí podemos hablar de números de oxidación, le estamos quitando electrones a un metal, lo estamos oxidando, y ahí se puede explicar muy bien los diferentes estados de oxidación. Sobre todo los elementos que están en el bloque d. Son los más ricos en estados de oxidación. Entonces ahí también tenemos q hablar de estabilidad, de cómo un ión es más estable, de por qué un d^5 es más estable que un d^4 , que un d^6 . Eso se puede y a los estudiantes les gusta. Eso por el lado de los metales. Por el lado de los no metales también se puede explicar por la afinidad electrónica, por qué el cloro gana un solo electrón, se puede explicar por el lado de la afinidad electrónica.

6.- Bueno, hace muchos años usaba mucho la química descriptiva, la usaba bastante, pero ahora mi tendencia es que entiendan más principios, entiendan el por qué de las cosas, y si quieren saber la densidad del ácido sulfúrico, el punto de ebullición o de fusión del agua, eso lo buscan en una tabla, en una cantidad de manuales. Pero ahora, mi tendencia es más hacia la química estructural, no hacia la descriptiva. Porque es que la química q a mí me enseñaron, la química general, aún con el libro de Babor y Lernard, había mucho de descriptivo, bastante descriptiva. Pero yo no le echo la culpa a Babor y Lernard, lo que pasa es que en ese tiempo las cosas eran de ese tamaño. Era lo mejor que se podía hacer en ese tema. Pero es que en los últimos cincuenta años la química ha experimentado un grado de desarrollo tan grande pues por varias razones, la informática, los computadores, todo eso ha hecho más fácil entender las cosas, la divulgación del conocimiento más rápido, y todos los avances tecnológicos, con los equipos de espectroscopía, donde uno pueda entender más la estructura de las moléculas. Entonces, para mí no es tan importante aprender la química descriptiva. La química descriptiva como su nombre lo dice describe, pero no explica. En química descriptiva usted tenía que memorizar una cantidad de propiedades, que el sodio reacciona con el agua, y que el sodio reacciona con el cloro, y que el sodio reacciona con el hidrógeno, y que el sodio reacciona con el oxígeno y que el sodio reacciona con el nitrógeno, para dar óxidos, hidruros, nitruros...etc, no más, y usted aprender eso de memoria para un examen, no le deja nada, no le deja nada, no le deja nada....eso es lo que hace la química descriptiva. Y la química descriptiva desvirtúa el sentido de la química. La química es más que descripción. La química es explicación de fenómenos, y de hechos. Y eso es lo que ha hecho avanzar a la química, porque ahora sabemos más de la estructura de los átomos, sabemos más de las moléculas y debido a ese conocimiento que se tiene de esa estructura es que se han hecho avances de la química en

campos como la medicina, la biotecnología, todos estos nuevos avances se deben a que se conoce tanto de la estructura interna de las moléculas que se conoce muy bien que pasa cuando a esa estructura le quitamos aquí este enlace, o cuando se le acerca alguien acá, eso lo permite es la química estructural, no la descriptiva.

6a. En la química descriptiva hablaba por ejemplo de los alcalinos, y los libros decían, la familia de los alcalinos y ya uno ubicaba los alcalinos en la tabla en el grupo uno y a hacer reacciones con cloro, ni con el hidrógeno, porque en ese tiempo el hidrógeno no era considerado un elemento muy importante. Recientemente es que se habla de los hidruros, y todas las cuestiones del hidrógeno, pero anteriormente era como menospreciado. Era considerado como de tercera categoría. Un solo electrón y un solo protón ¿para qué sirve eso? No es mucho lo que aporta. Pero hoy en día, se sabe que el hidrógeno, a pesar de tener un solo protón y un solo electrón, tiene una gran influencia sobre la moléculas. Tiene una influencia, digámoslo política dentro del concepto químico, en una molécula, tiene mucho poder, hasta capacidad de decisión, porque cuando él entra a una molécula le cambia totalmente las propiedades a una molécula. Eso lo ve uno en química inorgánica avanzada, como la formación de un hidruro le cambia completamente las características al compuesto. Si yo logro meter un hidrógeno en un compuesto de coordinación y saco un amoníaco, la presencia de ese enanito q es el hidrógeno, le cambia completamente las características a ese compuesto y lo hace más útil, por ejemplo en catálisis. Los hidruros tienen una gran aplicación en catálisis.

Estamos hablando del grupo uno ¿cierto? Cuando uno enseña la química descriptiva. Entonces uno dice que los del grupo uno reaccionan con el agua, o que se combinan con el agua, no más o que se pueden combinar con el oxígeno par formar óxidos. Pero no pasa de ahí. La química descriptiva, describe.

Entonces yo les pregunto, ¿ustedes conocen la tabla periódica? Sí, todos conocen la tabla periódica. Bueno, vamos a ver, hum, yo les muestro en el acetato toda la tabla periódica, y los bloques, s, p, d, f, y ellos entienden la terminología, elementos del grupo s, los del p, los del d, los del f. Luego les digo, bueno vamos a ver, ¿qué saben ustedes de este grupo acá? Entonces les tapo toda la tabla y ellos se concentran en el grupo uno. Algunos saben algo del uno, dicen que reaccionan con el agua, que reaccionan con el oxígeno, hay otros que no se acuerdan, que memorizaron pero que no se acuerdan. Bueno. Entonces después de que ya he agotado, que la gente ya no dice más del grupo uno, entonces yo les digo, del grupo uno podemos decir otras cositas. Entonces les hablo de estructura electrónica, que todos estos átomos tienen propiedades químicas semejantes, no iguales, semejantes o que tienen la misma tendencia. Todos tienen un electrón en el orbital ns, 1s o 2s, o 3s, o 4s o 5s. Eso con el grupo uno. Entonces ya estoy pasando de algo descriptivo a algo como más científico. Menos descriptivo, les estoy hablando de estructura, de estructura electrónica. Es un concepto de más alto nivel que el descriptivo. Es que la química descriptiva le habla de los hechos, les habla de cosas, pero no les explica el por qué. Es lo que hicieron mis profesores de historia, ¿no? en el colegio. Ellos nos hablaban de la Batalla de Boyacá, cómo había ocurrido, que Bolívar había ido en un caballo blanco, por el lado derecho, y que Ansuátegui iba por el otro lado, con un uniforme azul y unas botas negras. Esa es la historia que a mí me enseñaron. Una historia muy descriptiva pero en estos momentos a nosotros no nos importa eso, nos interesa saber por qué ocurrió eso...y cuales eran las consecuencias de todo eso... es más atractivo, ¿cierto? Lo mismo pasa en la química, si uno se pone a describir, a describir, a la gente se les está privando de que deguste la química, y a uno le gusta la química cuando logra explicar fenómenos, explicar hechos, predecir

comportamientos, predecir fenómenos, poder hacer aportes a la ciencia. La química descriptiva no... no hace ningún aporte de esos. Yo no estoy culpando a los autores de la química descriptiva, lo que pasa es que en su época eso era lo que se podía hacer, describir. Como lo que pasó en la medicina, ¿sí? Echemos 80 años atrás, los médicos no sabían ni por qué eran las enfermedades. Sabían que para la fiebre era la quinina, o un remedio casero, pero no sabían nada más... Pero hoy en día tenemos toda la tecnología para hacer cirugías, para combatir todas las enfermedades...

E.- ¿Y usted les habla de todos los grupos de la tabla?

No, no puedo, el tiempo no me alcanza. Siempre les doy como ejemplo, el uno o de pronto el de los halógenos. Con el uno les explico como es que se pierde el electrón y cuales son las consecuencias de eso. Y de pronto cojo halógenos del otro lado y ya no les quito electrones sino que les pongo electrones, y les doy el ejemplo del cloro más el sodio, y el NaCl, el sodio tiene que perder un electrón y el cloro tiene que ganar un electrón. Y con ese ejemplo les digo, la química es eso, la química ganancia y pérdida de electrones. No se rompan la cabeza tratando de explicarse la química en una forma muy complicada. La química es sencilla. La química es ganancia y pérdida de electrones y rompimiento y formación de enlace. Eso es todo. En una reacción, hace un negocio ahí con los electrones o rompe enlaces y forma algunos enlaces. A veces tiene ahí las cuatro cosas, ganancia y pérdida de los electrones más formación y rompimiento de enlaces. Esa es la química. La química se reduce a eso. Si usted entiende bien esos procesos de oxidación y de reducción y de formación de enlaces y rompimiento de enlaces pues con su parte termodinámica sencilla. Para romper un enlace yo necesito fuerza. Para romper una cuerda yo necesito fuerza, y en la formación de enlaces hay liberación de energía. Si usted entiende eso, usted ha avanzado mucho.

7a.- Cuando hay la tabla periódica grande, grande, grande, por ejemplo en los Estados Unidos todos los salones, todos los laboratorios tienen una tabla periódica gigante donde está toda la información. Bueno, aquí, pues, lo que yo les pido es que se consigan la tabla periódica de sargent-welch. Algunos la consiguen, otros le sacan fotocopia en color. [...] Todo estudiante de mis cursos de química general yo les exijo una tabla periódica completa y la sargent-welch es la mejor que hay, además está en color, y el color tiene un objetivo. Entonces ya tienen una herramienta ahí para poder trabajar. Además hay videos, sobre tabla periódica, sobre reacciones, aunque hay que actualizar esos videos, porque esos videos tienen como 20 años. Pero es básico lo que hay en esos videos, esos videos les hablan de todas las propiedades periódicas, les habla sobre reactividad. Es un resumen que le beneficia al estudiante cuando previamente se le ha explicado todo lo de tabla periódica. Se pude rematar el tema con un video de estos. Ningún estudiante puede entrar a la clase sin su tabla periódica.

7b. Los famosos talleres, ¿no? Talleres de tabla periódica hay muchísimos, de radios atómicos hay muchos ejercicios que uno se puede inventar, puede predecir entre dos átomos cual es el más grande, cuál es el más pequeño, cuál tiene mayor potencial de ionización, o cuál tiene más facilidad para oxidarse, para reducirse. De eso hay muchísimos ejercicios, talleres, unos talleres sencillos, no se necesita que sean complicados, porque es que esos conceptos son sencillos de entender.

Sí, el tema se presta para hacer una cantidad de talleres, hacer ejercicios, quices...

E.- ¿Y usted les deja entrar la tabla periódica al examen?

Sí, si, es que la tabla periódica es para que la puedan sacar. Uno tiene que tener cuidado de que lo que va a preguntar sea en base al uso de la tabla periódica. Yo no le voy a preguntar

cuál es el potencial de ionización del sodio, y use la tabla periódica. Entonces él tiene que usar el valor que encuentra en la tabla periódica para predecir comportamientos o para predecir si reacciona o no reacciona, o cual de los dos o tres es más reactivo. Pero yo dejo sacar la tabla periódica.

8.- Bueno hay algunos experimentos sobre tabla periódica. Hay una práctica con sodio, litio, calcio, hierro, azufre, en donde se hacen reaccionar con oxígeno, con agua. Esa práctica se llama periodicidad. Uno escoge por ejemplo sodio y potasio, aunque en esa práctica hay que tener mucho cuidado, porque los estudiantes tienden a jugar y eso puede ser peligroso, sobre todo cuando hay mucha gente.

9.- Pues cada vez encuentro como más ejemplos, como más justificación de la importancia de la tabla periódica, hacer como más fácil el uso. Antes, por ejemplo, yo les hacía exámenes con tabla periódica cerrada, porque yo les exigía que se aprendieran la tabla periódica de memoria, tenían que ubicar los elementos y más bien yo les daba los datos en el examen, el potencial de ionización, el radio atómico, se los daba yo en el examen. Después me dí cuenta que eso no debía ser así. Que mi responsabilidad era enseñar al estudiante a manejar la tabla periódica, entonces hay la posibilidad de poder preguntar cosas de más profundidad. Porque antes cuando no les permitía el uso de la tabla periódica, se me limitaba mucho hacer preguntas, hacer un examen, ya cuando usan la tabla periódica, abierta, se abre la posibilidad de preguntar mucho más. Es más a veces pienso que dependiendo del tipo de examen que uno haga puede dejarles el libro abierto. Eso depende de cómo enfoque uno el examen.

Si he cambiado mi metodología, mi visión sobre la tabla periódica, la respuesta es sí. Yo estuve revisando hace poco unos exámenes del año 80, haciendo algo acá, preparando los libros q iba a regalar, y encontré una cantidad de exámenes...

10.- Pues, propiedades físicas y todo lo que se desprenda para el físico, lo que es la física, sí se puede enseñar.

E.- Por ejemplo, de historia...

¿La historia de la tabla periódica?

E.- o la historia de la humanidad...

La química no ha sido ajena a la evolución de la humanidad., sino que ha sido como un factor del desarrollo. La química juega parte en la historia de la humanidad, es más, si vamos a la historia antigua, pues los fenicios, los egipcios, ahí se habla mucho de química... no crea que las pirámides y todas estas obras, ahí hay mucho de química. Aspectos como indumentarias, materiales que ellos usaban para construir sus casas, los medios de transporte, en todo eso estaba la química. La fundición, las aleaciones, los colorantes que usaban, los colorantes que usaban para protegerse del sol, para ir a la guerra, todo eso era pura química. La forma como preparaban los alimentos, el uso de la sal, el uso de condimentos, todo eso tiene que ver con química. Sí forma parte importante de la historia.

11.- Pues el haber podido enunciar o establecer esa ley de periodicidad y haber encontrado el modelo para explicarlo.

P2

1.- Se podría pero no estaría bien. (risas)

E.- ¿por qué?

Me parece que la tabla periódica es uno de los pilares de la química moderna, y siendo.. me parecería desastroso, y además me parece que es una buena... una evidencia muy fuerte de la teoría atómica... especialmente del modelo de capas que se maneja con la teoría atómica, la estructura.

2.-Me parece que es una buena justificación del concepto del modelo de capas de la estructura de un átomo. Eso por un lado. Es decir, En ese curso se introduce la teoría cuántica atómica, pero sin una justificación rigurosa, entonces al estudiante le puede quedar la duda de para qué un modelo tan complicado si hay otras cosas que se pueden explicar por modelos más simples. Entonces la tabla periódica justifica muy bien el modelo de capas.

3.- Me parece que el concepto básico que está en el trasfondo que es el concepto de configuración electrónica, en el cual se origina realmente la tabla periódica y algunas de las propiedades electrónicas, la electronegatividad y la afinidad electrónica, el potencial de ionización. También algunas propiedades estructurales como radios covalentes o radios iónicos. Inclusive no me parece mal que se introdujeran algunas cosas descriptivas como algunas tendencias de reactividad, formación de algún tipo de compuesto. Me parece que también sería interesante para los estudiantes.

E.- ¿Carga nuclear efectiva, cree que se debe enseñar en química general?

Si, no veo porque no.

4.- sí.

5.- A ver, yo hace dos o tres años que no enseño y no recuerdo exactamente. Pero me parece que yo introduzco la tabla periódica... Bueno, yo he intentado dos métodos. Primero hice la introducción histórica a donde explicaba las leyes de la estequiometría, cómo se definían los pesos atómicos y la tabla periódica, como se llegó hasta la tabla de Mendeleiev. Y luego más adelante sí se hablaba de la teoría cuántica y se mostraba cómo la teoría cuántica explicaba esas observaciones empíricas. Pero también he intentado el otro ángulo, y es comenzar de una vez por la teoría atómica e ir avanzando en orden más lógico hasta llegar a la tabla periódica como una consecuencia de la configuración electrónica. Todavía no sé cual es mejor. Yo le llamo el orden histórico y el orden lógico, pero yo no me atrevería a decir cual es mejor.

6. Hum, realmente no, sí recuerdo que una vez hablé un poco de algunos tipos de reacciones; reacciones de sustitución, de desplazamiento, como para justificarles a ellos, digamos, para motivarlos a estudiar la parte de estequiometría y los tipos de reacciones que hay. Pero darles un capítulo sobre química descriptiva, nunca he enseñado en química general.

7 a. No, realmente nunca he usado ningún material didáctico diferente al tradicional. Es decir, sencillamente les muestro la tabla periódica y les explico por qué se organiza de esa manera de acuerdo a la configuración electrónica, no más.

7b. ¿En particular para tabla periódica? No, si mal no recuerdo, lo que yo hago después de enseñarles el ordenamiento de energías que siguen los orbitales, de acuerdo con esta regla de la diagonal, esta regla mnemotécnica, entonces les hago la comparación de ese ordenamiento con el átomo de hidrógeno, entonces les muestro como eso se refleja en el

ordenamiento que hay en la tabla periódica. Y, para que ellos pues se familiaricen con el manejo, si les hago muchos ejemplos de diferentes átomos, me imagino que es lo que hace mucho profesor, de mirar la configuración electrónica de algún átomo en particular y de ahí si tratar de predecir cual sería el número de oxidación, o cuales serían las tendencias o las propensiones de ese átomo para su afinidad electrónica, su número de oxidación, todas sus propiedades. Pero, así un técnica particular, especial, nunca he usado.

Lo único que yo recuerdo, ahora hablando de analogías, digamos así un poquito jocoso, yo les digo que el argón tiene corazón de neón. Así les digo, pues todos los de ese período tienen corazón de neón.

8.-Pues me da vergüenza decirlo, pero no lo sé...

9.- A uno le llamo el orden histórico y al otro le llamo el orden lógico. Pero por orden lógico me refiero a ir desde el electrón, el núcleo, luego el átomo, luego las propiedades del átomo, la tabla periódica, luego moléculas, ese es el orden lógico. Y el orden histórico, pues como su nombre lo indica... pero yo creo que ninguno de los dos, por sí solo, es el orden más pedagógico. Es decir, yo creo que debe ser alguna combinación de esos dos. Porque el orden histórico le hace sufrir a los estudiantes algunos traumas que sufrieron los científicos, que para ellos no es necesario infringírselos. Pero el orden lógico es demasiado... doctrinario, es decir, así son las cosas, porque uno en un curso de ese nivel no las puede justificar de manera rigurosa y se vuelve un poco doctrinario y al estudiante le queda difícil estar motivado, y dice, bueno, a mí que me importa eso, para qué me enseñan eso. Por lo menos el orden histórico muestra cómo se han ido desarrollando las ideas. El ideal es tener una combinación de esos dos.

10. Pues, la tabla periódica tiene una historia muy bonita, me parece a mí, es decir, todos los esfuerzos que se hicieron por llegar a una clasificación de los elementos, que entre otras cosas, nadie se imaginó que iba a ser periódica, inicialmente, esa clasificación. Y todas las técnicas experimentales que se hubo que desarrollar para llegar a eso. Todas las técnicas para determinar pesos atómicos. Entonces detrás de la tabla periódica hay una historia muy bonita de desarrollos experimentales y conceptuales. Entonces me parece que es un buen tema para contar una historia de cómo se logran los avances en ciencias. Y la historia de Mendeleiev me parece una historia también muy bonita, pues él, como tú sabes, en Rusia fue rechazado, a él no le creían y tuvieron que ser los químicos de la Europa Occidental los que le dieron valor a su trabajo y en Rusia solamente mucho después se dio valor su trabajo. Y eso era porque él no era muy simpatizante del régimen zarista. Entonces también hay una historia humana detrás de eso, y me parece que identifica muy bien el quehacer científico, que no es lo que la gente piensa, que el tipo este estaba por ahí y que de un momento a otro se le ocurre una idea y sale gritando ¡eureka! y ya, sino que hay política, hay cuestiones personales...

11.- Su osadía, porque... la tabla periódica...normalmente cuando uno tiene un modelo matemático para un fenómeno, pues uno se siente como que tiene una base fuerte para hacer predicciones. Por alguna razón los científicos somos muy pitagóricos y pensamos que los números contienen la verdad. Pero el modelo de Mendeleiev era un modelo completamente cualitativo, era un modelo histórico, y sin embargo, estudiando los patrones él predijo la existencia de los elementos que él llamaba ekaboro y ekasilicio y otros, y luego se descubrieron. Entonces pues yo creo que no es tan fácil atreverse a decir que aquí debe

haber un elemento que todavía no se ha descubierto, con una herramienta tan cualitativa. Me parece que era un hombre muy osado.

P3

1.- No es posible que se haga porque la tabla periódica es fundamental para entender la química general. Proporciona muchos elementos para entender el comportamiento de elementos y de reacciones en sistemas químicos.

2.- Proporciona una visión de conjunto de la química. Permite entender propiedades físicas y químicas de elementos y compuestos.

3.- Primero, la utilización de grupos y períodos. Segundo, las propiedades de los elementos de acuerdo al período y al grupo donde se encuentra. ¿qué propiedades enseñar? Les daría tamaño atómico, energía de ionización, afinidad electrónica, electronegatividad, aunque esto es más de enlace químico. Pienso que algo de propiedades magnéticas se puede enseñar en un curso de estos.

4.- Sí, pero de una manera muy general. En realidad no profundizo mucho en ellos, solamente doy los conceptos más importantes o más relevantes en el tema de tabla periódica.

5.- Primero enseñé lo que es la estructura electrónica para justificar algunas propiedades periódicas, muy someramente enseñé la carga nuclear efectiva, luego enfatizo en el tamaño del átomo y luego energía de ionización y afinidad electrónica.

E.- ¿Polarizabilidad, no la trata en química general?

Muy, muy, muy... solamente cuando hablo de fuerzas intermoleculares hablo un poquito de polarizabilidad.

6.- No, no

7.- Me apoyo mucho en acetatos, de pronto algunas películas sobre tabla periódica. Primero empiezo dando la clasificación original, las tríadas de Dobereiner, las octavas, luego al concepto de Mendeleiev, y luego paso a lo de Moseley, en donde se define en base al número atómico.

8.- No.

9.- Mi experiencia es un poco diferente porque yo primero enseñé química en bachillerato, entonces allí era más didáctico en la enseñanza de la química. De pronto en la universidad voy más al grano, sin tanto detalle, dejo mucho al estudiante.

10.- A ver, como químico soy muy ceñido al conocimiento científico. Casi no utilizo las analogías o un poquito de historia. De pronto a un nivel general, ¿sí? Incluso un poquito de historia de la química, pero muy general.

No, yo pienso que sí, que implicaría un mayor compromiso del profesor con la clase. Pienso que implicaría que el profesor se documente un poquito mejor sobre el tema y no solamente con el libro de referencia.

11.- En la parte de Mendeleiev, pienso que, por ejemplo justificar la existencia de algunos elementos que aun no estaban conocidos, dar como criterio el peso atómico como criterio de clasificación, pienso que el aporte fue significativo para el desarrollo de la tabla periódica moderna.

P4

1.- No, pues porque hay que dar a conocer los elementos, los constituyentes de las sustancias, entonces, si no se identifican los elementos que constituyen las sustancias entonces ¿cómo habla uno de ellas?

2.- ¿con qué objetivo? Pues, es que cuando uno habla de tabla periódica, uno habla de su estructura, identifica los elementos, y una vez que identifica los elementos arma los grupos. Cuando usted ya tiene como son los grupos, entonces usted ya puede utilizar, decir, eh, como se combinan esos elementos para dar determinados tipos de compuestos. Y como usted lo que ve normalmente son los compuestos, entonces usted puede decir hombre que esta combinación viene de esto con esto, y esto se combina porque esta está en este grupo y este está en este otro y esto se combina así o así. Comparten, o es de tipo iónico, o lo que sea. Entonces para poder explicar cómo es que se están constituyendo las sustancias realmente, y tienes como base los elementos y luego los identificas en los grupos, abres una tabla periódica y entonces ya puedes hablar de otros tipos de interacciones de esos elementos.

3.- Fuera de la estructura ya lo que viene más que todo son las aplicaciones, ¿no?

E.- ¿y de propiedades periódicas?

De propiedades periódicas, ¿en referencia a qué? ¿al comportamiento de los elementos? Bueno, sí, todas las propiedades periódicas inherentes dentro de la tabla periódica. ¿no? La carga nuclear efectiva, el potencial de ionización... no, la energía de ionización, en vez de potencial para que no se confunda con el potencial que ven en analítica. Polarizabilidad, y es un concepto que poco usan, y es un concepto clave, interesantísimo, que puede ser usado para explicar por qué unos compuestos son coloreados y otros no, y eso generalmente no se mira así, la gente que no mira la inorgánica desde ese punto de vista, obvia el concepto de polarizabilidad. Lo confunde mucho con el concepto de polaridad, que son dos cosas totalmente distintas.

4.- Sí... simplemente habla de propiedades periódicas y cada uno da las propiedades periódicas que más o menos maneja.

5.- Se presenta primero carga nuclear efectiva, después de carga nuclear efectiva usted puede hablar de... radio, después de hablar de radio, habla de energía de ionización, después de afinidad, después habla de propiedades de los átomos. Estas son propiedades de los átomos, ahora ya vienen propiedades como especies formando un enlace, entonces habla electronegatividad y polarizabilidad. Y eso es todo.

6.- Sí, de lo más relevante. Hablo de hidrógeno, de oxígeno, de azufre, eh... dentro del oxígeno, hablo de ozono, para mostrar que esto tiene ingerencia en la capa de ozono, en contaminación... del hidrógeno para mostrar que se utiliza también como uno de los compuestos que llevan los señores al espacio, que es bastante energético. ¿qué más hablo? Hablo del carbono, del silicio, por aquello del uso en los computadores. O sea, mostrando elementos que son aplicados a cosas rutinarias ¿sí? el níquel, el platino, el iridio, el titanio, en los huesos... en cosas que ellos hayan oído. Incluso es interesante decirle a los estudiantes, usted, de todos los elementos de la tabla periódica ¿dónde ha oído que se usa uno de estos elementos? Entonces ellos mismos van mostrándole la pauta a uno. Entonces uno les va diciendo: ¡ah, mire este donde está en la tabla periódica! Ah, usted ¿dónde lo ubicaría en el contexto de que nos movamos en los elementos s o p o d...y entonces ellos mismos van armando sus conceptos y ubicando las cosas en la tabla periódica.

E.- ¿les hablas más de elementos que de grupos en sí?

No, no... se habla dependiendo de lo que se esté haciendo...

Pues normalmente uno da **propiedades generales** de cada grupo, pero particulariza con **algún ejemplo aplicativo** sobre algún elemento que a uno le llame la atención.

7.- Bueno, normalmente lo que uno hace es escribir los s, los p... el bloque. O sea hace uno cuadro aquí, un cuadro más grande acá, el d y el f. ¿sí? Una vez que uno ya ha hecho eso, uno sí presenta...yo tengo mis dos tablas periódicas, se las llevo, les presento, tengo los elementos ahí, todo sino por acetatos, ya establecidos los elementos en cada grupo. Eso es más o menos lo que uno hace.

8.- Pues... a nivel de química general, no. A nivel de inorgánica general y creo que todavía se hace en inorgánica I, sí. Y más que todo viendo las propiedades por grupos, ¿no? Si es ácido, si es básico, si da luz, si no da luz, si explota o no explota, o que tanto explota... no sé... son como esos tipos de ejemplos que se dan a nivel de tabla periódica en el laboratorio.

9.- No, generalmente yo parto de la estructura, porque partiendo de la estructura usted puede armar, de acuerdo al último nivel, los grupos, y entonces si usted arma los grupos, y ya después, como ya tienen el concepto de niveles, usted va armando los niveles, y así...

10.- La cuestión con la enseñanza más allá de otros conceptos que..., y ese es un chicle que yo siempre he tenido ¿no? la historia, es la falta de tiempo... Normalmente, especialmente en los cursos de química general que tocan tantos temas, prácticamente el tiempo que se le dedica a lo que es estructura, tabla periódica y enlace, relativamente al resto de tiempo, es muy corto, entonces no le alcanza a uno el tiempo para hacer eso. Sin embargo, en ocasiones como complemento a esto yo sí los he mandado a buscar historias sobre los elementos, y ellos los presentan a nivel de seminarios en los cursos de laboratorio. Buscan información sobre un elemento determinado y ellos determinan que van a hablar sobre ese elemento, aplicación industrial, historia, alguna aplicación, he notado mucho tendencias hacia la aplicación biológica. Entonces están tirando mucho hacia las aplicaciones biológicas. Entonces ellos mismos se encargan de hacer una discusión de esto y una presentación. No soy muy dada a que me entreguen trabajos para que yo los lea, yo siempre he sido... a mí nunca me ha gustado eso...pues a fin de cuentas uno no es el que se está educando, sino ellos, entonces si me entregan a mí una monografía sobre un elemento, yo para qué me leo eso. La idea es que ellos compartan toda esa experiencia con el resto del grupo y por lo menos echándoles el cuento a alguien le quede la inquietud o el conocimiento de algo para eso. Esa es la forma como yo miro ese punto.

11.- Tal vez como es la primera, o no la primera, porque ya había muchas, pero sí como una cosa más o menos lógica del ordenamiento de la tabla. Lo más interesante de pronto es haber dado expectativas de cosas que no se conocían a la fecha en que vivió Dimitri ¿no? Que podían existir, eso yo creo que ha sido lo más relevante del trabajo de Dimitri.

Comentario adicional:

Yo considero que hay cosas en química que nunca se pueden olvidar y que si uno no los graba de por vida, no se va a poder desenvolver.

Lo que pasa es que comienza uno a mirar que conocimiento el estudiante trae, para poderlo ubicar en lo que uno quiere que entienda. Tal vez uno de los conocimientos, una de las temáticas que... que.. el estudiante trae con una falsa imagen es el concepto de electronegatividad. El concepto de electronegatividad lo aplican para explicar hasta de qué color tenés los ojos. Para ellos, todo es electronegatividad. Nunca se tiene la diferenciación de que eso está aplicado al enlace covalente, ¿sí? Y entonces puede ser un concepto iónico

y entonces ellos te explican que eso se disoció porque la electronegatividad del uno era... y se queda uno ¡Dios mío! ¡Ay, Jesús! Para sacar uno que del bachillerato traen tan arraigadas, que es difícil y ese concepto de electronegatividad es el prototipo de todos los conceptos que traen. Lo mismo el que cuando uno habla de los orbitales y confunden orbital con órbita. Entonces para ellos todo es un sistema plano y conocen una órbita concéntrica y conocen eso y nada más,(se quedan en la analogía del sistema planetario) esos son conceptos que, para nosotros que nos dedicamos a la química inorgánica, es difícil, difícil, difícil, difícil, hacer que los estudiantes salgan de unos conceptos que traen tan arraigados y entren en uno nuevo. Y lo ve uno en los exámenes, hace uno preguntas relacionadas de uno con otro, y no saben. Entonces ahí también... y esto es una crítica que yo hago a mis compañeros, lo que pasa es que hay veces nosotros por el afán de calificar nos dedicamos mucho a los sistemas de opción múltiple y no vemos cómo piensa el estudiante, como razona el estudiante, si realmente el concepto es el correcto o no es el correcto. Una opción múltiple no nos da conocimiento de eso. Y yo ahora, así me demore, hago exámenes de desarrollo, es difícil, porque para uno un curso de más de 20 estudiantes es tenaz, pero uno les puede corregir la redacción, la ortografía, y mata muchas cosas, porque eso está dentro de la enseñanza de uno, hacer este tipo de cosas, no sólo darle el concepto químico sino un concepto íntegro de todas esas cosas.

P5

1.- No, no se puede. Para poder entender la química general hay que entender de los elementos, y los elementos en la tabla periódica, para poder hacer la clasificación.

2.- Yo creo que ya lo dije anteriormente.

3.- Para poderlos tener en esta periodicidad, saber sus propiedades físicas y químicas.

E.- ¿cuáles propiedades?

Todas, todas, todas...

E.-¿carga nuclear efectiva? ¿radio? ¿energía de ionización? ¿afinidad electrónica?

Todas.

E.- ¿polarizabilidad, la enseñas tú?

También, sí.

E.- ¿electronegatividad?

También...

4.- Sí, en nuestro curso está así, todos.

5.- Nosotros utilizamos aquí, primero la carga nuclear efectiva para poder saber que tan atraídos están los electrones para de ahí derivar las otras propiedades. No sé si sea el orden correcto.

6.- Algunas veces yo incluyo eso (descriptiva) cuando es necesario resaltar algunos conceptos.

E.- ¿algún grupo en particular?

En el curso nuestro, sí, damos todos los grupos. Este curso es el que dictamos aquí en química general y en química inorgánica.

E.- ¿recursos?

7.- Yo hago como una introducción histórica primero, y de como se fue construyendo la tabla periódica, y después sí ir llenando, hacer una tabla así como tú dices, blanca y se van colocando todos los elementos.

E.- ¿recursos metodológicos?

Bueno, sí se resuelven problemas. Como siempre al final de cada capítulo hay problemas, entonces tratar de resolver esos problemas, para ayudarles a interpretar.

8.- Hay un curso de química inorgánica general que tiene laboratorio y hace ese tipo de prácticas.

9.- ¿opciones para enseñar tabla periódica?

Algunas veces depende del grupo, porque hay unos grupos que son más inquietos que otros y como que exigen más, entonces con esos como que uno puede dar más que lo que uno acostumbra con otros grupos.

E.- Generalmente ¿empiezas por la historia?

Sí me gusta, dar la parte histórica como para que ellos sepan que eso no apareció de la nada. Que ha tenido todo un recorrido, un desarrollo.

10.- La lucha de la gente, ¿no? Para llegar a plantear esa tabla periódica tuvieron que luchar mucho y entrar en contradicción unos con otros, que a algunos no les creían y a otros sí, que como que tenían el poder sí les creían inmediatamente.

E.- ¿Y algo de historia?

Es importante, sí...

11.- Que él logró predecir propiedades de elementos que..., yo creo que es lo más impactante de él ¿no?, que pudo predecir la ubicación de elementos que todavía no existían y posteriormente fueron descubiertos y se comprobó que ellos estaban allí.

P6

1.- No. Porque de la tabla periódica y de todas las propiedades que uno estudia en ella se derivan los conceptos fundamentales de la química.

2.- Precisamente para entender todos los aspectos fundamentales de la química. La forma de comportarse los elementos, las reacciones químicas, las propiedades que tienen los átomos...

3.- Bueno inicialmente yo pienso que la configuración electrónica es fundamental. De allí se empieza normalmente a trabajar con radios atómicos, radios iónicos, y con base en la configuración electrónica se puede explicar perfectamente lo que es electronegatividad, potencial de ionización, afinidad electrónica...

E.- Polarizabilidad, ¿enseñas tú en química general?

Sí, claro.

E.- ¿Y carga nuclear efectiva?

También.

4.- En todos los programas de química, inorgánica, general y fundamental, están incluidos.

E.- ¿En que orden?

5.- Primero, efecto de apantallamiento, después del efecto de apantallamiento, la carga nuclear efectiva y después de la carga nuclear efectiva, el radio atómico y el radio iónico. Y después las otras propiedades.

6.- Sí, más o menos como los elementos cómo se pueden combinar, reacciones...

E.- ¿algún grupo en particular?

Depende del tipo de química. Si es la primera, pues los elementos de los grupos principales y luego de los de transición. De los lantánidos se estudia muy poco.

E.- ¿recursos?

7.- Normalmente la tabla que uno cuelga allí, configuración electrónica, cómo se fueron ubicando los elementos... y

¿recursos metodológicos?

Bueno, analogías, nunca, realmente... resolución de problemas y análisis de propiedades de los elementos.

8.- No, no, no recuerdo.

9.- Normalmente empiezo contándoles la historia, desde las primeras clasificaciones de tablas periódicas, luego ya voy enfocándolos a configuraciones electrónicas, para más o menos mirar que analogías había entre los elementos... en las tríadas, por ejemplo, que particularidad había, luego entre las octavas de Newlands, y más o menos todo eso lo voy llevando encadenado a configuración electrónica. De allí derivó el resto.

10.- No, no...

11.- Pues su clasificación de tabla periódica, la ubicación de los elementos.. .

P7

1.- ¿Cree usted que se podría hacer un curso de química sin incluir la tabla periódica? Ehm, yo creo que la tabla periódica es parte fundamental de los cursos de química general, precisamente porque el objetivo es mostrar que el comportamiento de los elementos, el comportamiento digamos de las propiedades químicas y físicas de los elementos no son digamos del todo azarosas, sino que hay unas tendencias en el comportamiento que empiezan a ser... empiezan a entenderse precisamente a partir de la organización de esos elementos en la tabla periódica.

2.- Ah, sí, por supuesto. Allí la idea es esa ¿no? El objetivo es mostrar que hay tendencias en el comportamiento tanto químico como físico de los elementos, ¿sí? eh... eso obviamente es importante dentro de toda ciencia porque se trata es de sistematización del conocimiento. No mostrar que tú tienes una cantidad de elementos, moléculas o especies químicas formadas de esos elementos que tiene comportamientos individuales, sin ninguna relación con los demás.

3.- Eso sí es buena pregunta... eh... digamos los conceptos de tamaños, aun cuando de todos modos en el concepto de tamaño, llámense radios iónicos, diámetros iónicos, viene el problema de la dicotomía entre el concepto clásico y cuántico... de digamos de tamaño, como entender tamaño del átomo como una barrera cerrada, como una pared o entenderlo desde el punto de vista de zonas de probabilidad. Ehh.. pero de todos modos es importante mostrar tamaños iónicos para tener una idea de las magnitudes de las estructuras con las cuales estamos jugando. También mostrar conceptos como afinidad electrónica, potenciales o energías de ionización, también son importantes para entender reactividad de los materiales en general, eh, el concepto de electronegatividad, aun cuando necesariamente esta no es una propiedad de un elemento sino que implica al menos dos... por el mismo concepto.

El concepto de polarizabilidad me parece mí que es útil, pero no necesariamente a nivel de química general. El concepto de polarizabilidad digamos es más de uso para la gente que se va meter en una carrera que tiene mucho más que ver con la química. O sea, yo entiendo que el curso de química general, pues allí hay estudiantes donde no necesariamente su objetivo principal es la química. Me parece a mí que el concepto de polarizabilidad es más para entender detalles a nivel de enlaces moleculares y estructuras, es útil para entender propiedades espectroscópicas, que son más de interés de la gente de química. En ese sentido, bien, pero si es un curso como para gente que solamente ve química para complementar su currículo y entender digamos la relación entre la química y su campo, tal vez me parece a mí que no es muy...

E.- carga nuclear efectiva ¿la enseñas tú?

Carga nuclear efectiva... de nuevo, con ese concepto.. tengo que aclarar, en primer lugar, mi experiencia haciendo cursos de química general es de dos años, un curso de química fundamental, que aquí en la Universidad del Valle está dedicado para estudiantes de ingenierías, de diferentes áreas de ingenierías, un curso de Química II en donde no se discute tabla periódica y un curso de Química I para los químicos en donde sí se discute tabla periódica. De todos modos está en el programa discutir el concepto de carga nuclear efectiva, sin embargo yo particularmente tengo mis dudas al respecto, porque de nuevo el problema con ese concepto es de nuevo el problema de los modelos ¿sí? Cuando tú tienes en última estructura atómica lo que tú quieres es llegar a un modelo cuántico de estructura atómica, pero el asunto es que para poder explicar cualitativamente el concepto de carga nuclear efectiva típicamente uno usa modelos clásicos ¿sí? El átomo como una estructura cerrada, en donde hay unos electrones que están ocupando una zona del espacio digamos cerca del núcleo, otros electrones que están en una zona mucho más allá, entonces hablar del concepto de apantallamiento significa que tú dices hay unos electrones que están más cerca y hay otros electrones que se sienten apantallados y que están más lejos, pero eso rompe con el modelo cuántico. Entonces, para mí digamos es una mezcla de modelos. La explicación del fenómeno implica mezclar dos modelos que en principio no tienen nada que ver el uno con el otro. Y eso crea, a mi modo de ver, confusiones en el estudiante.

4.- Sí, si están incluidos.

5.- Bueno, de nuevo, lo hice una sola vez, no recuerdo exactamente, creo que discutí primero los radios, radios atómicos y radios iónicos, después entonces hablé de los conceptos de afinidad electrónica y energía de ionización, luego entonces el concepto...no recuerdo...creo que el concepto de carga nuclear efectiva lo discutí después de tamaños de átomos, y al final ya el concepto de electronegatividad.

E.- ¿Tienes alguna razón para haber seguido ese orden?

Humm... bueno, no sé, me pareció un orden lógico en ese momento, tal vez era seguir el programa en ese momento, pero no había hecho una racionalización de cual orden debería seguir.

6.- Bueno lo que yo hice allí fue remitir, digamos en ese caso lo ideal es... creo que es útil de todos modos es la relación entre estructura de una cosa tan abstracta, de un concepto tan abstracto como es un átomo y la realidad pues macro que nosotros conocemos. Por supuesto que es útil, pero puesto que no tenía los recursos en ese momento, lo que yo hice fue remitir a los estudiantes a páginas de internet donde está toda la descripción digamos macro del comportamiento macro, inclusive hay videos donde tú puedes ver que forma tienen, que color tienen, algunas propiedades, inclusive algunas reacciones. Eso lo hicimos utilizando, como complementos, páginas de internet.

E.- ¿Algún grupo en particular?

No, no, no, no... lo que sí hice énfasis fue en los dos extremos de la tabla periódica. Porque digamos utilizando modelos relativamente sencillos es mucho más... tú puedes mostrar las generalidades de las propiedades y mostrar las diferencias digamos significativas ¿no?...de comportamientos. Entonces hice más énfasis en los elementos de los extremos.

7.- ¿recursos materiales?

Es decir, yo tengo recursos en videos y también en internet, pero en ese momento no tenía la posibilidad de utilizar el recurso en la clase. Entonces, el asunto es, los estudiantes de todos modos tienen un tiempo adicional que es de estudio para la clase y eso fue lo que usé.

¿recursos metodológicos?

Bueno, de nuevo, ese curso... allí tenía un problema fundamental, y es que ese curso era bastante numeroso. Cuando hablo numeroso con respecto al promedio de los cursos aquí. Obviamente en otras universidades hay cursos gigantescos, pero en UniValle los cursos son de 30, no más de 40 estudiantes... en ese caso yo tenía un curso de 112 estudiantes, y puesto que no tenía, digamos... asistentes de docencia asignados para el curso, solamente tenía uno, entonces era muy difícil para mí trabajar trabajos en clase, exámenes cortos u trabajos en grupo, discusiones dentro de la clase. Entonces en ese caso, digamos que aunque tenía otros recursos, teniendo en cuenta el tamaño de la clase, teniendo en cuenta el tamaño del auditorio, teniendo en cuenta la gran cantidad de material, el gran volumen para cubrir en el curso, tenía digamos muchas limitaciones y casi todas las clases fueron demasiado, digamos, tradicionales, magistrales... a pesar de que los estudiantes tenían de todas maneras unas tareas asignadas que tenían que resolver y que tenían taller. Sin embargo, de nuevo, el espacio de taller era muy pequeño, solamente tenían una o dos horas de taller a la semana y típicamente no estaban todos los estudiantes.

8. No, no. El de fundamental no tiene laboratorio. El de Química I sí tiene laboratorio, pero entonces ahí es introducción general a conceptos de moles, a conceptos de reactividad química, manejo de instrumentación química tradicional, material volumétrico, experimentos relativamente sencillos de gravimetría, precipitación de especies químicas de acuerdo a sus propiedades químicas o físicas.

9.- Yo hice un recuento histórico breve tratando en lo posible remitirme a los documentos originales del Siglo XIX. Allí entonces también utilicé pues como recurso materiales disponibles en páginas de internet, específicamente de universidades americanas que te permiten ver reimpresiones de documentos antiquísimos, y mostrar entonces cuál era entonces la intención de la gente que trabajó en el problema de organizar elementos, en demostrar la periodicidad de los elementos. Pero de nuevo, la experiencia mía con este curso no ha sido muy grande, más bien la experiencia mía es con cursos de nivel superior.

Si pudiera hacer el curso otra vez más bien cambiaría la forma de hacer el curso magistral por un curso donde haya mucho más lectura involucrada de los estudiantes, haya mucho más trabajo directo en la clase. Allí una de las cosas que traté de hacer participando con los estudiantes fue hacer discusiones a partir de conceptos, eso se logró en algunos casos, en otros no. El problema de nuevo es que por ser un grupo tan numeroso, sólo dos o tres estudiantes se atrevían a participar y entonces no se lograba el objetivo que era formar grupos de discusión alrededor de ciertos temas. Entonces lo que yo trataría de hacer sería cambiar la metodología radical de la enseñanza. De manera que pudiera tener grupos de discusión, organizar los estudiantes por grupos de discusión, poder hacer evaluación de forma mucho más continua... Un problema con ese curso, a mi modo de ver, es que solamente tiene dos evaluaciones durante el semestre, una digamos de mitad de término y otra, al final, y a mi modo de ver, puesto que los estudiantes tienden a estudiar solamente los días cercanos al examen, se pierden muchos de los objetivos, entonces me parece a mí que deberíamos trabajar con exámenes más cortos, pero con una periodicidad mucho mayor, y eso se logra o teniendo cursos más pequeños o teniendo varios asistentes de docencia encargados del curso.

E.- Entonces ¿te gusta abordar la tabla periódica desde la historia?

De todos modos yo creo que el objetivo fundamental de mostrar tabla periódica es eso, poder hacer una relación entre estructura y propiedades. Mostrar que química es una ciencia en tanto que el comportamiento de las cosas tiene un cierto orden que podemos

estudiar, podemos entender, y que a partir de esa regularidad en el comportamiento podemos predecir comportamientos y podemos manipular comportamientos. Desde ese punto de vista creo que es fundamental la enseñanza de la tabla periódica.

10.- Es en general, es un ejemplo, cuando tú haces tabla periódica, tú estás mostrando en últimas, metodología científica. No me atrevo a hablar del método científico, me atrevería más bien a hablar de metodología científica porque es bastante discutible eso. Pero es metodología científica llegar allí, hasta clasificar elementos, ya sea en triadas, en octavas, o en la forma que tú quieras, implica un método científico y me parece a mí que esa es una contribución importante, un ejemplo importante, puesto que, obviamente tú tienes que hablar de método científico también en química I.

E.- Y por ejemplo, también historia, o...

No solo a través de la tabla periódica. Cada concepto que tú pones allí, hay toda una historia detrás de eso. Detrás de los conceptos, la gente qué hacía en el pasado, cómo se logró llegar a ese concepto. Obviamente, a mi modo de ver, no es solamente entender el concepto como tal, si no poder ver todo lo que la gente sufrió para llegar a establecer ese concepto. Además que si tú lo miras desde el punto de vista histórico, también entiendes, no solamente la importancia del concepto, sino también las limitaciones del concepto... obviamente ya eso, qué tanto puedas profundizar allí, qué tanto puedas hacerlo directamente en la clase va a depender de las limitaciones de tiempo que tengas y de todos modos, también va a depender de qué tanto conocimiento histórico tengas. Yo pues trato de discutir el desarrollo histórico de un cierto concepto, claro en la medida que lo pueda hacer – cuando no lo puedo hacer, corto, ¿sí?

11.- Contribución significativa diferente, importante a pesar de que existían otros sistemas de clasificación diferentes anterior, es que su sistema perduró. Ha perdurado más de un siglo, así que ya tiene su espacio.

P8. EL

1.- En mi opinión, no creo. La química... uno de los puntos esenciales de la química es exactamente la tabla periódica. La química que es la ciencia que estudia no solamente las transformaciones de las sustancias, sino también cómo esas sustancias están compuestas, se necesita tener el conocimiento básico de su origen y en gran parte su origen ha sido la tabla periódica. Cualquier estudio que se haga de la química, sin antes haber al menos entendido las características principales de la información contenida en la tabla periódica, pues está incompleto.

2.- Exactamente ese, proveer a los estudiantes con una visión un poco más universal de cómo nuestro universo está construido, y la tabla periódica es un punto de inicio para todo esto, fundamental. Con esto el estudiante adquiere una visión amplia de que todo lo que le rodea realmente tiene una composición que los químicos, los científicos han estado estudiando hace muchos años, de que cada cosa tiene unas determinadas características, y esas características tienen su origen en cómo están hechas y no solamente en su estructura, sino también en su composición.

3.- Bueno, primero que todo lo que es ¿no? La clasificación que la tabla periódica es.. **CÓMO SE LEE LA TABLA PERIÓDICA, SUPERIMPORTANTE ENTENDER ESE TIPO DE COSAS.** Qué tipo de información y cómo se puede utilizar esa información a problemas reales ¿no? En sus otros cursos... que la tabla periódica contiene...

Entonces cómo la información está organizada en la tabla periódica, ya que no solamente es lo que está escrito, sino también como está organizado... el organigrama de la tabla periódica, que también te dice sobre determinadas propiedades de los elementos que allí están... entonces...sí yo pienso que toda la información de por qué la tabla periódica está construida como está construida, es muy importante.

E.- ¿qué propiedades crees que deben estar incluidas en el tema de tabla periódica?

A ver... en el tema de tabla periódica, principalmente, empezando por el principio es lo que es símbolos que hay en la tabla periódica, y bueno porqué algunas veces le hace una referencia a los estudiantes de por qué determinado símbolo tiene determinado nombre. Segundo por qué la tabla periódica está organizada como está organizada, propiedades periódicas de los elementos, y como estas se relacionan al punto en el cual están ubicados, en el cual cada elemento está ubicado y por qué está ubicado en ese punto en la tabla periódica. A ver...¿qué otro tipo de información importante?... También información de tipo electrónico que está contenida en la tabla periódica y cómo esa información de tipo electrónico relaciona diversos valores que la tabla periódica tiene, como energías de ionización, datos de electronegatividad, y bueno... etc, etc, muchos de los valores que hay... masa, número atómico...

4.- En el programa de química general que enseñaba o que se enseña en la Universidad de ... sí, hay ese tipo de puntos, creo que es muy, muy similar al que enseñan aquí en la Universidad del Valle, pero yo no he tenido la fortuna de entrar (¿?) en el programa de química general. En el programa de química inorgánica general se vuelve a repasar este tipo de propiedades, no todas, solamente algunos puntos importantes sobre como se desarrolla la teoría cuántica con algunos elementos ¿no? Con algunos principios... y cómo algunas propiedades como energía de ionización, electronegatividad, afinidad electrónica, carga nuclear efectiva...que es por cierto una de las más importantes... como este tipo de cosas importantes... la estructura electrónica de los elementos, como afectan su reactividad y sus propiedades y en fin, o sea uno hace una descripción un poco más profunda de cada uno de estos temas... básicamente.

E.- ¿en qué orden presentas estos temas?

5.- Sí, bueno, eso es algo interesante. En mi opinión, uno de los temas principales que debe mostrarse es carga nuclear efectiva, porque de allí se desprenden casi todos los otros. Entonces a mí me gusta hacer énfasis en ese primero, y tratar de explicar en qué consiste, ¿no? Y después, a partir de ese mismo derivar las otras propiedades, vamos a hablar de energía de ionización, afinidad electrónica, inclusive electronegatividad, y alguna aplicación del mismo, inclusive alguna reacción de algunos elementos. Entonces yo empiezo por allí y ahí comienzo a desprender los otros. El último que explico por lo general es electronegatividad.

E.- ¿Polarizabilidad, lo tratas?

Sí, también se trata, por supuesto, y se trata desde el punto de vista de carga nuclear efectiva, que nos permite explicar cómo esto afecta diferentes propiedades de los elementos y de iones y cómo esto interacciona de acuerdo a la polarizabilidad de cada uno.

6.- No, antes se incluía algo de química descriptiva. En el curso de química inorgánica general se trata sobre descriptiva de los elementos del bloque principal. Para el curso de inorgánica para químicos es diferente ¿no? Se les habla de compuestos de metales de transición ¿no? Pero, bueno, ese es otro cuento.

E.- ¿Algún grupo en especial?

Los del bloque principal, de todas maneras. Empieza uno por la química del oxígeno, los óxidos, la química del carbono, que tal vez la necesitan en química orgánica y también la química de los halógenos, principalmente... algo de la química del silicio...no demasiado, a ver, qué más, química de los metales, los alcalinos, los alcalinotérreos... y... lo más importante, creo que es eso.

7.- ¿Tabla periódica? Para ser honesto, nunca me ha tocado realmente enseñar tal cual la tabla periódica, porque en el curso de química general que me tocó a mí, como asistente, me tocaba más resolver problemas, pero nunca probablemente mostrar la tabla periódica y enseñarla, ahora la manera como la enseñaría sería como te expliqué antes ¿no? Explicando el significado de los elementos y el por qué están organizados a través de ella de la manera como están organizados y describiendo la información que hay en la tabla periódica y como identificar y como leer eso.

8.- Sí, tiene la primera práctica que está muy relacionada porque es sobre propiedades periódicas de los elementos y trata principalmente sobre los metales alcalinos y alcalinotérreos básicamente, la práctica.

9.- A ver. Lo que yo hago es a medida que se va explicando cada tema, pues desarrollar uno o dos ejercicios sobre el tema, de como pueden ser aplicados esos conocimientos que acabas de dar al estudiante, esos conceptos, a un problema específico. Pero así en particular, con una tabla...no.

10.- Eso como cultura general, por supuesto. El conocimiento químico, en sí, como yo lo veo a ese nivel...es más, es una parte de ese conocimiento general que uno debería tener, porque ya deja de ser algo científico para convertirse en algo cultural, y así debería de ser... es infortunado que no lo sea, en la mayoría de los casos... pero como cultura general, creo que la gente debería comprender, o debe comprender, mucha gente lo hace, los principios básicos de la química si se trata de enseñar a gente universitaria, para entender en algo el mundo que lo rodea a uno y como se relaciona con uno mismo, y cómo uno está relacionado con ese mundo y por qué somos como somos, y de pronto la manera de describir no solamente la estructura en sí del mundo, sino también su funcionamiento.

11.- Bueno, ese es imagínate, yo criticando a... Yo creo que como fue capaz de ver los patrones que existían en todo ese conocimiento que en su tiempo me imagino que era bastante desorganizado ¿no? nada metódico. Como fue capaz de ver estos patrones, de identificarlos, de organizarlos de una manera que hasta el día de hoy se conocen prácticamente como él los propuso. Entonces esa capacidad para ver ese patrón, ese orden en la naturaleza, es algo admirable, desde ese punto de vista... siempre yo pienso que pasará a la historia como uno de los alcances más nombrados en la historia de la química, ¿no?

P 9

1.- Pues, diría que no...porque para mí la tabla periódica es fundamental, o sea es como el sitio donde se reúnen todas las..o donde uno puede deducir, con sólo mirar la ubicación, puede deducir el comportamiento de los diferentes elementos.

2.- Pues pienso que con el que acabo de decir ¿no? con el objetivo de saber cómo un elemento se comporta.

3.- Bueno, la distribución de la tabla periódica, o sea que está organizada de acuerdo al número atómico, Z, la distribución, los grupos, hacer énfasis en cuáles son sus similitudes y por qué, que hay detrás de todo eso... fundamentalmente eso.

E.- ¿y qué propiedades periódicas?

¿en tabla periódica? Todas, tamaño, energía de ionización, electronegatividad, aunque no está muy clara, inclusive está ligada a carga nuclear efectiva.

E.- ¿polarizabilidad?

Yo les hablo de la polarizabilidad en química general, pero realmente no lo enseño como tal. Ni la relaciono con la tabla periódica.

Afinidad electrónica, sí.

4.- Sí están incluidos, pero la polarizabilidad, no.

E.- ¿y la carga nuclear efectiva?

Yo lo hago, pero sencillamente dice propiedades periódicas, pero no especifica.

5.- ¿Los de las propiedades? Pues siempre arranco con la parte histórica, después hablo un poquito sobre los representativos, cómo la primera tabla... más o menos les hago historia, les hablo de las octavas, de las triadas y todo eso. Y luego hago un poco de historia. Después llego finalmente a cómo está organizada la tabla periódica hoy en día, de lo importante que es la tabla periódica, y entonces ahí comienzo a decir por qué es tan importante, y comienzo a hablar de por qué las propiedades periódicas, relaciono esa periodicidad con la estructura, y creo que casi siempre arranco con energía de ionización, y después tamaño, o a veces puede que los invierta.

E.- ¿entonces no hace siempre el mismo orden?

No..., creo que no

6.- No.

7.- No, realmente los acetatos y en el pasado, pero no lo he vuelto a hacer, organicé unas hojitas que se llaman, yo las llamo hojas de trabajo en clase, en las que colocaba la tabla y luego les colocaba ciertos elementos y como que los ponía a jugar como para que ellos descubrieran qué elementos estaban allí, pero hace rato que no la uso.

Bueno, utilizo mucho los ejercicios en clase, muchísimos, y también utilizo analogías. Sobre todo por ejemplo para hablar de la carga nuclear efectiva uno utiliza la analogía del concierto, que el que está oye menos, siente menos las vibraciones que el que está adelante, que es igual al de la película...

8.- No hay una práctica...

9.- O sea, comenzar a hablar de los elementos y la tabla periódica sin haber hablado de la estructura, nunca lo he hecho, nunca lo he hecho. Siempre he tenido como eso mentalmente organizado de esa manera, siempre parto de ahí...

10.- No, pues obviamente se puede enseñar, o sea se podría diseñar un curso de historia alrededor de la tabla periódica, definitivamente, sí.

11.- Lo de la organización de acuerdo al número... Z...

P10

1.- Yo creo que sí, por ejemplo, para explicar el concepto de los gases, usted no necesita de tabla periódica, para explicar la termodinámica, usted no necesita la tabla periódica, para explicar la cinética, usted no necesita la tabla periódica. La tabla periódica se necesita especialmente para explicar la estructura de la materia, o sea, usted podría hacer un curso de química general, sin utilizar la tabla periódica. Yo lo podría hacer.

E.- ¿y no incluirías estructuras?

Un curso donde no se incluyera estructura. Más aún, incluir estructura a nivel de química general puede no ser muy bueno, ¿por qué? Porque se trata de explicar conceptos para los cuales los estudiantes no están capacitados. La mayoría de los conceptos de estructura

atómica son conceptos físico matemáticos. Un caso específico, cuando se habla de estructura y se habla del espín del electrón se recurre a la analogía de comparar el electrón con un puntico, y se dice que si ese puntico gira hacia un lado tiene espín de menos un medio, y si gira en sentido contrario tiene más un medio ¿no? esa es la analogía, pero el que habló inicialmente de espín electrónico no recurrió a esa analogía, más aún, nunca estuvo de acuerdo con esa analogía.

En primer lugar, el modelo, el modelo de electrón punto es un modelo demasiado rudimentario, y en segundo lugar, imaginar que el espín corresponda al movimiento de un trompo o sea análogo al movimiento de un trompo, también no es muy preciso.

E.- Entonces ¿con qué objetivo tú crees que se deba enseñar la tabla periódica en un curso de química general? ¿por qué será que se enseña?

2.- Es decir, no es que yo crea que no sea importante la tabla periódica. Yo creo que sí es importante, lo que pasa es que se podría dar un curso de química general sin la tabla periódica.

Yo pienso que el único objetivo de incluirlo (el tema de tabla periódica) es explicar la estructura de la materia.

3.- En química general lo más importante, lo más importante en química general a nivel de tabla periódica es demostrar, es mostrar cómo están organizados los elementos químicos, y mostrar que ese orden que siguen los elementos químicos de pronto pertenece a un orden mucho más general. Antiguamente salió una organización de la tabla periódica que organizaba los elementos como si fueran octavas. Desde ese punto de vista se puede demostrar que la organización de las sustancias químicas en todo el Universo obedecen cierto orden y ese orden podría ser el mismo orden que se incluye en la escala musical y prácticamente todo evento sigue el mismo orden que siguen las notas musicales.

E.- Y de propiedades...¿qué crees que se deba enseñar?

Yo creo que es muy importante, es importante, por ejemplo, mostrar qué orden sigue el potencial de ionización, la afinidad electrónica, como crece el tamaño, digamos en un período o en un grupo, eso es importante... Yo creo que específicamente para mostrar que todo en la naturaleza sigue un orden, que la naturaleza no es tan desordenada...

4.- ¿la tabla periódica? Sí, siempre... eso siempre se incluye dentro de un curso de química general.

5.- Realmente no recuerdo porque hace tantos años que no la enseñé...

6.- En los cursos de química general que yo recuerdo no había química descriptiva, química analítica descriptiva, no había eso ¿sí? pero yo creo que es muy importante.

7.- La tabla periódica... yo enseñaba... utilizando... pues... la tabla periódica... (risas) utilizando modelos, sí utilizando modelos... y para esto pues utilizaba esferas para mostrar los tamaños y eso...

E.- ¿recursos metodológicos?

Usualmente utilizaba solución de problemas...

8.- No...

9.- Pues yo siempre quise organizar la tabla periódica no de acuerdo al orden de Mendeleiev, sino tratar de definir un orden... pues quise hacerlo, realmente nunca lo logré hacer, tratando de seguir las octavas de Newlands, creo que eran eso ¿no? Me parecía interesante...¿no? tratando de seguir el orden de las octavas musicales... y también tratar de utilizar... como inventar o crear o sacar una tabla periódica como se hizo en la antigüedad, en forma de espiral, me parece que la espiral es como la ley de la vida.

10.- El conocimiento... Para que un conocimiento sea científico debe ser verificable por la mayoría de las personas. Debe poderse repetir ¿no? Y hay conocimiento, que es conocimiento, y que es conocimiento verdadero, pero que no es científico ¿no?

E.- ¿tú crees que los estudiantes podrían aprender otras cosas de la cultura general humana a partir de la tabla periódica?

Yo pienso que sí, ¿no? Y en ese sentido lo que es rescatable de la tabla periódica es que las cosas no son obvias. Y eso es lo que se demuestra realmente en la tabla periódica, que las cosas no están al azar, y eso es lo que realmente yo creo que es valioso en la enseñanza de la tabla periódica. El conocimiento humano...

¿Historia? Realmente yo nunca... yo no he sido como muy amigo de la historia... ¿no? Lo utilizo muy poquito ¿no?... pero pues sí, probablemente se pueda... aprender historia.

11.- A mí parece que lo sobresaliente es haber encontrado un orden dentro de la historia. Eso me parece un hecho sobresaliente. Más aún que con esa tabla periódica se pudo predecir la existencia de elementos y eso me parece formidable ¿no? Y que todas las cosas tienen un determinado orden.

P11.

1.- No, creo que no se podría dictar la clase...o programar un curso de química general sin incluir la tabla periódica, creo que la organización de los elementos en ella constituyen no solamente la aplicación para posteriores temas, sino que incluye todo un contexto histórico que hubo a través de ella, y es importante inculcarle al estudiante el por qué una teoría conlleva a otra, por qué una teoría o un modelo para organizar los elementos conlleva a otro modelo, lo que hace que sea una ciencia, una investigación.

2.- Tiene relación con lo que acabo de mencionar, o sea, es mostrar el contexto histórico de la organización de los elementos en la tabla periódica. Con base en la organización de ellos en los grupos y los períodos, podemos posteriormente inferir propiedades de acuerdo a esa ubicación.

3.- Se debe enseñar el por qué de la ubicación en los grupos y en los períodos. Es decir, como a partir de los números cuánticos se llega a la configuración electrónica, como la configuración electrónica, sea de la capa de valencia o todos los electrones nos indica como organizar esos elementos en períodos y en grupos, y posteriormente, las propiedades que se derivan de esa tabla periódica.

4.- No. (Lo que enseña no está contenido en el programa de química general)

5.- La primera propiedad que se debe enseñar es la carga nuclear, tanto la carga nuclear como la carga nuclear efectiva y con base en qué tanto retenga o no el núcleo a los electrones de valencia y qué tanto apantallamiento hagan los electrones internos, inferir propiedades como potencial de ionización, afinidad electrónica, radios o tamaños de los átomos, en cualquiera de sus conceptos y electronegatividad.

Primero, carga nuclear efectiva. Luego es distinto el orden, es indistinto... el orden entre energía de ionización y afinidad electrónica, porque qué tanto lo retenga o no va a dar para el uno o para el otro, entonces ese orden ahí, no me interesa. Y por último, la electronegatividad, porque ya voy a hablar ya es de la capacidad que tenga el elemento dentro del compuesto, mientras que energía de ionización y afinidad electrónica son básicamente del elemento.

El radio, primero... primero carga nuclear efectiva, segundo, radio, tercero y tercero a, energía de ionización y afinidad electrónica, y por último, electronegatividad.

6.- Sí. Incluyo unas generalidades de los tipos de elementos y los tipos de compuestos que forman generalmente, propiedades químicas generales, si son agentes reductores, si son agentes oxidantes, su utilización general y le pongo un seminarios sobre las aplicaciones, pero de cada grupo hago articular, me propongo es articular lo que hemos visto en las propiedades periódicas en cada grupo. Es decir, tomo elementos del primer grupo, qué características tienen ellos, baja energía de ionización, **alta afinidad electrónica, su radio atómico como va disminuyendo**, cómo estas propiedades periódicas influyen en su comportamiento químico.

E.- ¿algún grupo en particular?

Les hago diferenciación de los elementos, de los elementos del grupo representativo y de los metales de transición. Por mis líneas de investigación, creo que sí es subjetivo que yo hable más de los elementos del silicio en los del grupo representativo, y que hable en los metales de transición, sobre los elementos del grupo VIII, porque han sido materia de investigación. Siempre influye el que uno sepa de unos elementos más que de otros para darle un mayor contenido.

E.- ¿recursos?

7.- Los recursos son variables y yo creo que son como con base al curso... No con base al curso, sino con el enfoque. Por ejemplo, cuando tengo químicos, les hablo mucho de las estructuras de los elementos. Cuando les hablo a los físicos, aunque la química es una sola, y los conceptos no los varío, el enfoque es diferente, les hablo más de la parte cuántica, de los electrones, de los saltos de los electrones, entonces les llevo videos, o les hago experimentos sobre la estructura atómica. Ahí en física yo tengo una guía en la que ellos miden las líneas de Ryberg, les hago una parte experimental dentro de la teoría para que ellos puedan conceptualizar más eso.

E.- y ¿metodológicamente?

Por ejemplo, yo hago la clase, en base a lo primero...que es traer lo de los números cuánticos... hace primero la parte experimental, las constantes de Ryberg, el espectro atómico, les pongo a hacer con un cd, para que miren los espectros del átomo, y luego, hacemos la parte teórica. Con base en la parte teórica de los números cuánticos, sacamos cómo salen los grupos, los orbitales, los subniveles... todo eso, utilizo tablero. Y hago mucho ejercicio con ellos, que ellos salgan al tablero. Divido el tablero en cuatro, o en cinco, dependiendo del número de estudiantes y a cada uno le coloco una configuración electrónica, y me van diciendo en qué grupo y en qué período. Luego les presento un acetato, ya un acetato más bonito, como los del libro de Chang, o así, un acetato ya bien elaborado, sobre... estos son los periodos y estos son los grupos, del grupo 1 al 18, por qué antes era IA, IB y les muestro el acetato. Y luego, ellos hacen ejercicios.

E.- ¿tiene práctica de laboratorio?

8.- La de los espectros, esa es una. Y la otra, es la ley periódica. La ley periódica es mirar las propiedades físicas por elemento, los tipos de reacciones que hay, de sustitución, cómo reaccionan con el agua, y con eso se conlleva casi a la nomenclatura. Como un metal, básico, un metal más agua da una base y entonces se les colorea la fenolftaleína, para que cambie y se vea, pues, el efecto de la base. Se les da introducción, con esa práctica, a la tabla periódica y también a las propiedades químicas.

9.- Bueno yo creo que las dos opciones generales pueden ser: de lo particular a lo general, o sea, de lo abstracto a lo concreto, o sea de lo abstracto que es los números cuánticos, la estructura atómica, a lo concreto que es la tabla periódica. Muchas veces lo he dictado así. Pero otras veces lo he dictado al contrario, y ese método también me ha gustado, porque realmente, lo que nosotros vemos primero es lo concreto, los elementos y cómo esos elementos forman compuestos, y qué propiedades tienen, y luego bueno, lo que hay adentro, lo que nosotros no vemos, lo abstracto, es el átomo, y después les doy la estructura atómica. Puede ser cualquiera de las dos grandes metodologías.

E.- ¿Y cuál te parece más apropiada?

La última, de lo concreto a lo abstracto.

10.- Yo creo que la química debe tener un manejo holístico y no debe utilizarse el método científico, sino el método sistémico. Por lo tanto, pienso que la química se debe involucrar y, de hecho, es así con la biología, con la matemática, con la física, con la vida misma cotidiana, entonces debe dársele una educación y una cultura humana a esta química para que el joven, el estudiante, sepa que la química no está aislada, que los conceptos no son independientes si no que hay una interdisciplinaridad entre los saberes, que necesitan el uno del otro. Entonces se necesita la biología... de la filosofía, de la epistemología de las ciencias, de todos esos otros saberes de la ciencia para tener un conocimiento holístico.

E.- O sea ¿tú crees que a través de la tabla periódica se pueden aprender otras cosas?

Entonces el manejo de un químico, básico, debe ser en la tabla periódica. Cuando a mí me dan el programa, me empieza a preocupar, en determinado momento, que me he demorado mucho en la tabla periódica, pero yo digo, es la base de lo que viene posteriormente, eso sí les doy una base correcta, un por qué una lógica, una extrapolación, una interdisciplinaridad de los elementos en la tabla periódica con los otros saberes, ya ahí sí nos vamos rapidito.

E.- ¿qué crees tú que le falta al programa de química general?

Primero, lo de la carga nuclear efectiva, que no se incluye, y luego la interdisciplinaridad, las aplicaciones de los elementos en los otros saberes.

Primero, lo de la carga nuclear efectiva, repito, segundo, las aplicaciones de las propiedades periódicas por grupos de elementos, tercero, la interdisciplinaridad con otros saberes.

11.- Lo más sobresaliente, aunque la verdad casi no lo he leído y les he puesto trabajos sobre esto, es como en la época de ellos, en esa época, en ese contexto histórico se dimensionó, se proyectó lo que podría llegar a ser. Es decir, se da validez a que hay un descubrimiento posterior, y que ese descubrimiento va a tener otras herramientas y que va a encajar perfectamente en lo que él había proyectado.

P12

1.- No, pues porque me parece que la tabla periódica es una sistematización de las propiedades de los elementos relacionados con su configuración electrónica y realmente con base en esa configuración uno puede en cierta manera predecir las propiedades de los elementos. Entonces me parece que es un elemento fundamental en la enseñanza de la química.

2.- Pues básicamente es ... pues yo siempre he creído que uno de los poderes de la química estructural es la capacidad que se tiene de predecir propiedades con base en estructura electrónica, entonces orientando la enseñanza en ese sentido, que también vale eso para

otras ramas de la química, especialmente de la química orgánica, entonces creo yo que se debe tener muy en cuenta eso.

E.- Entonces, básicamente ¿por qué? ¿por la parte estructural?

Sí, porque yo pienso que en vez de enseñar como nos enseñaban antes memorísticamente las cosas, ahora uno con base en estructuras puede explicar propiedades y predecir, entonces me parece que es mucho más racional que el método memorístico.

3.- Pues, personalmente me parece que la actual tabla periódica con base en número atómico, o sea como elemento organizador o clasificador pues la, la organización en cuanto a periodos y grupos y como uno con base en la distribución electrónica de la capa de valencia puede agrupar una serie de elementos en un mismo grupo, yo diría que pues básicamente ese elemento sería lo fundamental. Para mí no es importante que el estudiante se aprenda todos los elementos pues de la tabla periódica, y realmente yo no me los sé tampoco, yo no soy capaz de decir todos los elementos de la tabla periódica, pero sí las familias de los elementos principales, descartando pues los metales de transición, los lantánidos y los actínidos, por lo menos esa porción de la tabla periódica de los grupos llamados principales pues debe ser fundamental. Ahora, en cuanto a los elementos de transición, pues obviamente es importante con base en el llenado de los orbitales d, pero por lo menos para mí es más sencillo, para un estudiante de primer semestre el que se ilustre la tabla periódica con los grupos de los elementos diferentes, que son.

E.- ¿qué propiedades enseñaría?

Energías de ionización, afinidad electrónica, electronegatividad, radio atómico, básicamente bueno esas, y por otro lado, las reacciones más características explicadas en base en... por ejemplo, para los metales alcalinos, las reacciones con el agua y comparados con los alcalinotérreos, con base en los potenciales de ionización, por qué unos reaccionan más rápido que otros formando hidrógeno, unos con agua fría, otros con agua caliente, etc.

E.- ¿Usted les enseña carga nuclear efectiva?

Sí, la carga nuclear efectiva me parece que es muy importante porque cuando uno habla de las tendencias y dice que, por ejemplo, la electronegatividad aumenta de izquierda a derecha en la tabla periódica, pues esa es una tendencia general pero que tiene excepciones, variaciones que uno puede explicar con base en el concepto de carga nuclear efectiva y de apantallamiento.

E.- ¿Y polarizabilidad, usted les enseña?

Polarizabilidad, realmente, no.

4.- No, realmente el programa que yo recibí fue un programa muy general, en donde se dan cuatro grandes temas, pero no hay ninguna... no hay ningún desglose de esos temas, entonces yo, francamente, no tuve en cuenta ese programa. Además, me pareció muy mal diseñado ese programa con base en parámetros pedagógicos y de didáctica. Por lo menos cuando yo empecé y tomé cursos del CREE, a uno le enseñaban como diseñar un programa con objetivos generales, con objetivos específicos, y en ese programa que yo recibí no hay ese diseño. Entonces a mí me pareció terrible que el departamento de Química tuviera ese programa.

5.- Pues lo primero es un desarrollo histórico, empezando con las tríadas, las octavas de Newlands y menciono también la propuesta de Chancourtois, de la hélice, para luego llegar a Lotar Meyer y Mendeleiev, y en ese caso yo comparo ambos y a mi modo de ver y con base en lo que he leído, pues, me parece que se le ha dado más crédito a Mendeleiev por el

hecho de que él realmente fue más allá de presentar los elementos clasificados en periodos y grupos con base en el peso atómico. Hasta el punto de pues predecir la existencia de elementos que no aparecían y que luego se comprobó que sí encajaban dentro de ese esquema. Entonces, primero, el desarrollo histórico. Ahora, normalmente eso viene precedido de una descripción de la estructura electrónica del átomo, porque pues no podría uno pasar a Moseley y la actual clasificación si no tiene uno conocimiento de la estructura electrónica del átomo, la distribución electrónica en niveles de energía, orbitales, todo eso. Entonces, viene precedido por un capítulo de estructura atómica, como es la estructura de la materia y luego sí, al empezar la tabla periódica con un desarrollo histórico para luego ya entrar a como la actual tabla periódica, en donde se tiene en cuenta como parámetro clasificador el número atómico, puede organizar las propiedades que mencioné anteriormente y lo que tú dijiste de la carga nuclear efectiva pues obviamente es muy importante para poder explicar digamos ciertas discrepancias, diría uno, en las tendencias generales.

E.- ¿en qué orden enseña usted esas propiedades?

Bueno, realmente yo he considerado para un estudiante primíparo es muy importante un libro de texto guía que él pueda consultar después de la clase. Porque evidentemente en la clase el estudiante realmente no aprende. Aprende es cuando se sienta por su propia cuenta a tratar de digerir y de organizar sus conceptos, y de lo que llamamos, apropiarse del conocimiento. Entonces, yo más o menos he seguido un libro texto, que es el libro de Chang, y pues con variaciones, pero básicamente he seguido el orden que presenta el libro de Chang, muy, muy pocas variaciones. Por ejemplo, yo en este momento no estoy dictando el curso, así que no recuerdo exactamente el orden.

E.- ¿en qué orden cree que se debería presentar?

Bueno, una de las cosas que me parece importante es el desarrollo de los modelos atómicos, entonces, si uno empieza por el modelo... o empieza, no, considera el modelo de Rutherford, en donde se plantea que el núcleo es una parte muy pequeña, o tiene un tamaño muy pequeño con respecto al tamaño del átomo, entonces me parece que ese parámetro, el tamaño del átomo, es importante. En ese caso, una analogía, hablando de analogías, que yo hago tratando de visualizar la relación del tamaño del núcleo con respecto al tamaño del átomo es el de la plaza de toros. Entonces, yo les digo que una aproximación es considerar el tamaño del núcleo como un grano de arena en el centro de la plaza de toros, y el redondel de la plaza sería el tamaño del átomo. Entonces, pues uno podría empezar con el tamaño, luego la... talvez por ser muy conservador en ese sentido, empezar por los metales alcalinos, y entonces empezar con la energía de ionización y entonces tratar de explicar con base en la distribución electrónica de la capa de valencia por qué las energías de ionización son más bajas para esos elementos alcalinos y luego pues seguir... como se comporta la energía de ionización cuando uno va de izquierda a derecha en la tabla periódica. Luego sería la afinidad electrónica, posteriormente la electronegatividad... yo creo que más o menos ese orden.

E.- ¿y la carga nuclear efectiva?

Pues se tiene que explicar antes de hablar de esas propiedades, porque si no, entonces ¿cómo se explican entonces las variaciones? Cuando uno habla pues de las tendencias para poder explicar en algunos casos por qué entonces vuelve a bajar el valor de la propiedad tenía que haber explicado. Por ejemplo, yo había dicho que el capítulo de tabla periódica tenía que estar precedido de un capítulo de estructura atómica, y entonces en ese capítulo

se habla de los experimentos de Moseley y la relación que él encontró entre la frecuencia de la radiación emitida con respecto al número atómico.

E.-¿usted hace cálculos de carga nuclear efectiva?

No.

E.- ¿sólo cualitativo?

Sólo cualitativo... O sea yo realmente en clase no lo enseño, no toco ese punto cuantitativamente, pero en los problemas del libro sí hay algunos ejemplos y yo semanalmente le pongo talleres. O sea el curso que yo dicto, a pesar de que no tiene talleres programados, porque es un curso de cuatro horas de clase yo las horas que tengo de consulta las convierto en horas de taller. De todas maneras se supone que uno está disponible, de modo que yo consigo un salón y programo talleres en los cuales discutimos con los estudiantes primero, la tarea que se les dejó, y segundo cualquier inquietud que ellos tengan, y cuando eso se agota lo que hacemos es escoger problemas del libro, al azar y trabajar sobre esos problemas. Normalmente yo los organizo en grupos de a tres, y trabajan para las tareas en esos grupos, y en los talleres que el grupo se organiza en dos subgrupos más pequeños pues también trabajan en equipos.

6.- Sí, pero muy poco. Yo únicamente he dictado la I, y la química descriptiva está, pienso yo más... más... concentrada en la II y en la III. Entonces cuando uno habla de las propiedades periódicas, habla un poco de la química descriptiva, de las reacciones de los elementos y comparativamente de un periodo a otro como va variando esa reactividad con base en propiedades periódicas como la ... el potencial de ionización, la afinidad electrónica...etc.

E.-¿algún grupo en particular?

Sí, bueno, los metales alcalinos se empieza con ellos, se pasa a los alcalinotérreos, y luego se coge... bueno, cojo yo, el caso de los halógenos cuando uno va a hablar de afinidades electrónicas... y comparado eso un poco con los gases nobles, pues, la reactividad. De los otros grupos, en realidad, yo no hablo mucho.

7.- Bueno, realmente, hummm... con base en las transparencias que se tienen en acetato, las que se tienen aquí, pues, y otras que yo he conseguido, por ejemplo, de la red. Pues cada propiedad se ha ilustrado con base en esas transparencias. Entonces, normalmente se tiene como fondo la tabla periódica, pero a veces, no necesariamente todos los elementos, sino los más ilustrativos de una propiedad. También he hecho pequeñas demostraciones en clase, por ejemplo, la del pedacito de sodio en agua que, si uno lo compara con, por ejemplo, otro metal, digamos el zinc, entonces, pues se puede ver la diferencia, pero eso también lo utilicé como una demostración de propiedades físicas y químicas.

E.- ¿recursos metodológicos? ¿analogías?

Algunas analogías... tú mencionaste la del bus cuando uno va a hablar de distribución electrónica. Esa analogía pues es una analogía que yo aprendí desde que era estudiante, ¿no? porque el doctor ... fue mi profesor de Química I, fue el que nos la planteó. La analogía que hice de la plaza de toros para demostrar la diferencia de tamaño entre el átomo y el núcleo. La ... cuando uno habla de enlace, la del matrimonio, pues... habla como la formación de una pareja ¿no? Yo realmente no recuerdo en este momento otras analogías.

E.-En general, ¿usted usa analogías?

Como pues he enseñado química orgánica más que química general, por ejemplo, cuando uno habla de lo que se llaman transposiciones 1 – 2, en química orgánica, en donde un grupo salta, y compara esas reacciones que son intramoleculares con las que son

intermoleculares, pues habla de dar un paso... pues que no es sino dar un solo paso, mientras que para una reacción intermolecular hay que recorrer un camino más largo. Cuando uno explica resonancia magnética nuclear, la influencia de los protones vecinos en que el... desdoblamiento de las señales, entonces uno habla de los vecinos de la casa de enseguida, o sea, me gusta usar cierto lenguaje coloquial que, por ejemplo, los teóricos les parece terrible, y aún en unas conferencias que yo escribí usé ciertos términos coloquiales para explicar transiciones electrónicas que ... me criticó terriblemente. Cuando por ejemplo un elemento no reacciona con un solvente determinado entonces yo digo que el elemento se muere de la risa, y entonces, pues los estudiantes ya han aprendido eso y entonces cuando uno les pregunta, bueno ¿y entonces qué pasa si yo echo esto en tal solvente? Entonces dicen: "se muere de la risa". Cosas así... o que por qué un éter se disuelve en ácido sulfúrico, entonces uno habla de la protonación del éter y como ese éter protonado queda en un mar de ácido sulfúrico y entonces al quedar como un ión, una especie iónica, se disuelve en un mar de ácido sulfúrico. Para tratar de dar como cierta dimensión y me parece importante que los conceptos uno los pueda ligar con algo de la realidad cotidiana, si se puede. Porque me parece que esa ligazón puede generar un aspecto mnemotécnico que le facilite a la gente el pensar.

E.- Entonces, como usted ya me escuchó hablar de los entusiastas, reflexivos, etc... ¿usted es conciente de todo lo que hay que tener en cuenta al utilizar las analogías?

Yo anteriormente no lo era tampoco hasta el momento en que discutiendo con ... cuando uno habla de ... del modelo de los orbitales fronteras para explicar reacciones concertadas en química orgánica, entonces, realmente eso es un modelo, es un lenguaje y no necesariamente es la realidad. Lo mismo cuando uno utiliza el lenguaje de las flechas para explicar mecanismos en química orgánica, pues también lo explica como un lenguaje, pero la realidad necesariamente no tiene que ser así, porque también puede ser, y en eso también caí, o fui conciente de eso con base en discusiones con mis colegas, no fue espontáneo.

E.- ¿para qué usa analogías?

Para lo que dije anteriormente. Era de tratar de ligar conceptos con cosas cotidianas.

E.- ¿las utiliza antes, durante o después?

Yo creo que durante, o sea, no hay un... yo realmente no las hago pues como a propósito, aunque hay algunas que se vuelven ya como repetitivas, después de enseñar muchas veces, pero, pero no las hago como a propósito.

8.- Pues así como que... yo realmente no estoy muy seguro...

9.- Sí, sí... una cosa que yo sí... talvez un elemento adicional es entrar o aconsejarles y yo mismo entrar a la página web de los elementos, la que tiene un profesor inglés... y en este caso, por ejemplo hubo los elementos 116 y el 118 que fueron retirados, fueron propuestos y después fueron retirados, entonces les ilustro a los estudiantes como ese es un campo en que hay muy pocos elementos que uno encuentra en la naturaleza pero la mayoría han sido elementos creados artificialmente en el laboratorio por bombardeo de átomos. Entonces como ese campo de investigación está continuamente evolucionando y cómo los científicos también pueden equivocarse, y ese es un ejemplo. Entonces la primera transparencia que yo presento es la de la última tabla periódica que está propuesta, pero con base en la clasificación que hemos utilizado tradicionalmente, que es el número atómico. Entonces, no, nunca me he cuestionado ni preguntado si hay otras maneras fuera pues de las históricas.

10.- En lo de la tabla periódica... talvez una, pues, es decir, la investigación en el descubrimiento de los elementos yo lo veo equivalente a la creación artística, entonces, hay un pasaje escrito por la hija de Pierre y Marie Curie, en donde ella cuenta que después de haber acostado a sus hijos, Pierre y Marie se fueron al laboratorio y en la oscuridad se sentaron a observar como el radio pues, irradiaba, como se veía el pedazo de radio allá irradiando luz y romántico a la vez, pues la forma como lo narra Hoffmann en un libro que se llama *Chemistry Magic*, es pues de una pareja que, cogidos de la mano, hablan de "nuestro radio", como una creación pues de ellos. Entonces a mí me parece romántico y poético pues a la vez esto, pero desgraciadamente yo veo más eso en otras ramas de la química por el hecho de que yo enseñé más química orgánica y en el hecho de la química orgánica también hay una analogía de la síntesis orgánica como un poema, en donde (se acabó la cinta...)

Si tú estás hablando únicamente de la tabla periódica, por el hecho de que yo ese curso lo he dictado únicamente dos veces en los últimos tres años, entonces talvez no ha sido una cosa de largo plazo, ¿sí?

Si uno ve los símbolos que utilizó Dalton para los elementos hay cosas que tienen que ver con la alquimia y también puede mencionar en un recuento histórico de la tabla periódica, más o menos la época en la cual se desarrolló ese aspecto. Entonces, yo creo que enseñar historia, por supuesto que sí, y como tú bien lo has dicho, pues yo pienso que la creación científica es parte de la cultura, porque realmente los literatos y los filósofos y todos consideran la cultura como otra cosa, pero yo pienso que un pueblo, o la cultura de un pueblo también está conformada por el desarrollo científico que se haya tenido en ese pueblo. Entonces yo sí pienso que se debe rescatar la... los desarrollos científicos como parte integrante de la cultura.

11.- Lo más... pues a mí me parece... el hecho de que él fuera capaz de llegar a predecir la existencia de otros elementos y llegar a calcular sus propiedades como la densidad y otra serie de propiedades y luego se comprobó que efectivamente estaba bastante acertado.

OJO: le hice una pregunta adicional mostrándole en el documento de la suficiencia la gráfica con las tres maneras de acceder a la enseñanza de la tabla periódica. (pág.11)

Lo que pasa es que yo mezclaría el primero y el tercero, porque yo no veo como uno puede hablar de la mecánica cuántica sin hablar de un desarrollo histórico de los modelos atómicos, entonces la mecánica cuántica es un resultado de todo un proceso en donde se pasó por varios modelos atómicos, entonces yo antepondría esto del desarrollo histórico antes de la mecánica cuántica. Después de la mecánica cuántica, propiedades microscópicas, y allí también yo hablaría de propiedades macroscópicas. Entonces sería como una mezcla del primer esquema y el último.

E.- ¿A usted le parece que el segundo podría ser un resumen de esos dos?

Lo que pasa es que yo no sé exactamente que hay allí en ese desarrollo didáctico. Pero yo personalmente pienso que un curso de Química I sin hablar de la historia pues yo lo veo como inconcebible. Pienso que es importante hablar de los desarrollos históricos.

P 13

1.- De ninguna forma. La tabla periódica resume las propiedades, resume las relaciones, resume la lógica de la presentación, del orden que hay de la materia y no puede de ninguna forma tomarse información completamente aislada para presentarla en base ¿en qué? Hace falta una base, y la base es esto.

2.- El objetivo principal de la química general con la ayuda de la tabla periódica de los elementos es principalmente mostrarle a los estudiantes ese orden que tiene la naturaleza, esa relación entre diferentes elementos, esa diferencia también que tienen entre ellos, y cuando uno tiene planteada la piedra fundamental, lo demás se hace muy sencillamente.

3.- ¿De tabla periódica? Esencialmente tiene que verse el orden cómo están colocados los elementos. Que haya la claridad entre los estudiantes que el orden definitivamente de los elementos es la distribución en este caso por protones o por electrones, una buena introducción a la enseñanza de Mendeleiev y los problemas que él tuvo, sería muy interesante también para estos muchachos. Pero hay obligatoriamente que enseñarla, porque al mostrar ese orden y esa afinidad entre ellos aparecen inmediatamente los grupos, y aparecen los periodos, parece como arte de magia, pero se va repitiendo. Resulta que una determinada... un determinado átomo, se parece mucho a otro, tiene sus mismas características físicas y químicas, y uno comienza entonces a encontrarle que hay un cierto parecido ... así, si uno mira el primer grupo, el IA, vemos los elementos alcalinos, ¿verdad? Que son muy parecidos en sus características y la persona entonces, el muchacho, va comprendiendo que ellos son afines, que hay algo de parecido entre ellos, y cuando nos metemos en las propiedades químicas, vemos que son completamente parecidas también. Las propiedades físicas, puntos de fusión, incluso las mismas energías de ionización, etc, o sea, que sí, definitivamente hay que trabajar con la tabla periódica.

¿Propiedades atómicas? ¿O propiedades periódicas? Periódicas...las propiedades periódicas... bueno, cuando se enseña la distribución de los electrones, que eso es bastante sencillo para el estudiante, se puede tratar de ver que el solo cambio, por ejemplo, en esa distribución electrónica, así sea de un electrón, sus propiedades físicas y químicas cambian totalmente. Por ejemplo, cuando uno pasa de un elemento del octavo grupo ¿cierto? adicionando un electrón, inmediatamente pasa a un elemento completamente diferente, que no es gas, que es un metal, por ejemplo, entonces, esa propiedad hay necesidad de analizarla. La propiedad de... las características ahora de cómo es que vamos a rellenar o vamos a llenar esos diferentes niveles energéticos, pues eso se va aprendiendo también en química general. Así se haga una introducción un poco de tipo general, pero el estudiante tiene que ir aprendiendo. Quizás en química general no pueda tratar de ver con un manejo un poco más precisos de los diferentes conceptos de química cuántica, pero el estudiante va a conocer de alguna forma que hay esa distribución periódica y sus propiedades de alguna forma se van a revelar de acuerdo con esa distribución de esos elementos.

E.-¿Y qué propiedades tú les enseñas?

En este caso, por ejemplo, se ve claramente que el muchacho al ver que el número de electrones en este caso van creciendo a medida que adicionamos más y más electrones, los elementos se van ocupando, de alguna forma, y van apareciendo entonces los periodos, que nos indican un mayor, en este caso, radio atómico. Al tener un mayor radio atómico, el tiene de alguna forma que analizar que ese electrón, por ejemplo, en los del primer grupo, IA, supongamos, del rubidio y del cesio, está mucho más desamparado. Al estar tan desamparado, pues el núcleo casi no se ocupa de él, así que aquí se ve fácilmente que la energía de ionización es mucho más baja para el cesio que, supongamos, para el litio. Aquí definitivamente con la tabla periódica uno explica tranquilamente las propiedades periódicas. Energía, o electronegatividad u otro tipo de propiedad se puede ver aquí en la tabla periódica.

E.- ¿Carga nuclear efectiva?

Eh, sí... ahí en los cursos de química general, sobretodo en el curso de Ander y Sonnessa, estos libros que nosotros utilizamos hace un buen tiempo, se puede trabajar con este concepto. Aunque los libros nuevos adolecen, tienen ciertas fallas, en las que se presentan muchos conceptos y ciertos conceptos que son interesantes, importantes, ni siquiera los nombran. Por ejemplo, en los últimos libros de química general, libros muy grandes, el de Chang, por decir así, pero resulta que hay ciertos conceptos que ni siquiera los tocan, entre ellos, ese.

E.- y ¿polarizabilidad?

La polarizabilidad es un concepto en este caso que se toma ya como un poco más puntual, ese concepto se estudia en fisicoquímica para los estudiantes de química. Nosotros somos concientes de que otros estudiantes de biología o de ingeniería quedan con esos conceptos en el aire porque no los ven, creo que no los ven en toda la carrera, pero es por falta de espacio. Los estudiantes sí los ven en la parte relacionada con propiedades eléctricas y magnéticas de las moléculas, ven el concepto de polarizabilidad muy bien colocado. En este caso, se hace un estudio exhaustivo sobre esas propiedades porque yo siempre les digo a los estudiantes que para estudiar esas propiedades tanto eléctricas como magnéticas de las moléculas, ahí se explica precisamente la formación del enlace químico, el por qué hay una afinidad entre las diferentes moléculas y ellas de alguna forma pueden combinarse para dar un compuesto. Ahí se explica, pero a veces uno lo explica como por arte de magia, el químico comienza a verlo por la parte eléctrica y magnética que ellas tienen.

4.- ¿cuáles puntos? Yo no recuerdo el programa, pero en sí, yo creo que uno está relacionado con otro... cuando habla uno de energía de ionización y después hable sobre radio atómico, están completamente relacionados, yo creo que el estudiante tiene que ver esa relación. Además, son conceptos que se ven, lo que te digo, claramente con la utilización de la tabla. Ojalá tuviera uno la posibilidad, eso yo a veces pienso, que uno pudiera con ayuda de estas herramientas de... internet, herramientas... ayudas audiovisuales, uno quisiera ver una tabla interactiva, llamémosla así, de tabla periódica, donde uno pudiera ver como la tabla, supongamos, se abre o se cierra. Anteriormente yo mostraba la tabla periódica así, como está ¿cierto?, la podía de alguna forma utilizar como tabla modelo corto o modelo largo. Lo podría hacer, no sé, con ayuda de un video beam y simplemente clicar y veo como la tabla se cierra o se vuelve a abrir. Como el radio atómico está aumentando, y así en esos modelitos que el estudiante pudiera ver que es lógico, ¿como no estoy pensando? Aquello, ¿por qué se me aumenta determinada propiedad? Al avanzar en el periodo, por ejemplo, uno pueda ver que quizás el radio atómico va disminuyendo o algo. Entonces uno dice, si no lo ve, y lo aprende de memoria a uno se le olvida, pero con un modelo el muchacho aprende rápidamente.

5.- Primero, lo primero es la base fundamental, lo que te dije al comienzo, los problemas que tuvo Mendeleiev. El ordenamiento que él hizo, esta tabla periódica, fue basado en sus pesos atómicos, con un argumento muy serio, pero que, un poco más adelante pudo refinarse a través de los números atómicos. Eso primero, o sea, esa es la base fundamental. Al muchacho se le explica la ley de Moseley, y vemos entonces que a través de Rayos X podemos de alguna forma detectar el orden. Y el orden lo vamos a hacer con, en este caso, el número atómico, en esa Ley de Moseley. Lo colocamos, no vamos en ninguna forma a aprendernos cada uno de los elementos de la tabla periódica, eso no tiene sentido. Absolutamente. Ni en química general ni a nivel de secundaria, porque yo te comentaba la vez pasada que hay profesores que son torturadores, que les enseñan a los niños que ellos deben obligatoriamente aprenderse esta tabla y que quien confunda, por ejemplo, este, el

rutenio con el rodio, en el orden, entonces, tiene mala nota. Eso no tiene ningún sentido tampoco. O sea, se les enseña a ellos como es que se va llenando, y ¡listo! Incluso que tenga un nombre, o tengan otro nombre, no importa, la base está planteada. Y de ahí, arranca el resto.

E.- ¿orden las propiedades periódicas?

Las propiedades periódicas que nazcan de aquí. Primero es el radio atómico, que se ve claramente, energía de ionización, demos después la electronegatividad, demos la afinidad electrónica, demos ... características, ahora, metálicas o no metálicas, e incluso yo creo que podría generalizar. Primero, se observa la tabla como es, se ven las zonas, llamémoslas así, cuales son gases, cuales son, en este caso, sólidos, cuales son metales, los gases nobles, donde están los elementos de transición, uno los comienza a ver así, y después comienza entonces a pensar en las características específicas de los elementos que están unidos acá. Yo creo que sería, más bien, tratar de reconocer la tabla. Y de reconocer la tabla, quienes son quienes, comienza luego uno a analizar el resto.

6.- Pues dependiendo de los estudiantes, dependiendo de la... en este caso del tipo de estudiantes que tengamos, uno siempre se acomoda a ellos. Por ejemplo, este año, yo tengo, después de muchos años yo tengo un curso de química general, pero es de química II y resulta que, por experiencia me basé en los libros que los profesores están utilizando, y llevé una gran desilusión, por utilizar los mismos libros, ¿verdad? Que supuestamente son los más modernos. Y resulta que mis estudiantes son estudiantes de aventajados, son estudiantes de física, son estudiantes que piensan más allá de simplemente describir, de la parte descriptiva de un determinado fenómeno, que en estos libros abundan bastante. Cuando yo pienso en eso, digo, no, a veces me toca devolverme por aquellos libros con los que yo trabajaba que era Ander y Sonnessa. Incluso a veces hasta de fisicoquímica general, que le puedan responder más al nivel que estos estudiantes tienen. Porque ellos exigen, y entonces uno no puede de ninguna forma mantener un nivel que puede ser, quizás para un estudiante de nivel medio, incluso, quizás de Humanidades, pero ya para ingeniería, o para física sobretodo, ya hay que pensar en otro tipo de nivel.

7.- Depende, lo que te digo, depende del grupo. Si el grupo, por ejemplo, precisa de ese nivel y tenemos el tiempo necesario, se puede colocar algo de eso. Generalmente uno trabaja con los gases nobles, ¿verdad? Por su especificidad, sus propiedades inertes que ellos tienen. Y, generalmente se trabaja con los halógenos, los del séptimo y grupo, y con estos de acá los alcalinos. Muy poco ¿sabes? se le deja espacio a los elementos de transición. Porque, por avanzado el tiempo, como avanza el tiempo, uno cree que cubriendo de alguna forma estos grupos, se han cubierto también los otros.

Quizás para química inorgánica, para estudiantes de química inorgánica, sea bien interesante analizarle sus propiedades, talvez en una forma también descriptiva sobre ciertos elementos, es muy interesante para el análisis.

.- Sí, ese el modelo que se toma de la exposición o descripción moderna de la tabla periódica. Esta es la versión que se denomina la tabla larga. Entonces lo que se hace, es que se toma una fotocopia de la versión larga y después donde aparece el IA y el IIA tiene que unirse con el IIIA. Entonces, cuando llega y se hace esto, simplemente se toma y se dobla la fotocopia, ¿verdad? Y se hacen coincidir el II y el III, etc, hasta el séptimo y quedan escondidos todos estos elementos de transición. ¿Qué hace uno? o ¿por qué hace uno eso? Uno lo hace con el objetivo principalmente de presentarle al estudiante una mayor facilidad en el entendimiento de la tabla periódica, que haya más comprensión por parte de él, porque a veces el estudiante llega y mira y dice, esto es muy complicado. Cuando uno llega

y ve la versión corta, uno solamente ve ocho grupos y comienza uno a mirarla con otra perspectiva ¿verdad? Eso les digo a mis estudiantes, entonces ahí con los ocho grupos están muy claramente definidos quienes son quienes, ¿verdad? Los átomos, por ejemplo, de carbono, nitrógeno, oxígeno, que son tan importantes, después para la misma química orgánica, ¿no? Entonces, uno los puede también de alguna forma colocar ahí. Pero después, para gente un poquito más interesada, o algo así... abrimos... para estudiantes de química inorgánica, vamos entonces a analizar qué son estos elementos que uno siempre habla: hierro, cobalto y níquel. Vamos a ver cómo es, en este caso, su forma de colocar o de rellenar los orbitales electrónicos. Entonces, ya será específicamente para cada caso.

E.- Usted usa otros modelos?

Eso cuando yo lo enseñé hace unos diez años por lo menos, o más, yo tenía esos modelos, pero yo me he dado cuenta que ahora con esa herramienta de internet, eso se puede lograr. Si llegase un determinado momento, como te digo, yo podría de alguna forma tratar de ver un poquito más interactivo. El estudiante, y definitivamente hay que acostumbrarlo también a eso, y a él, le parece mucho mejor cuando hay algo que le está moviendo y está aprendiendo mucho más.

E.- ¿recursos metodológicos? ¿utiliza analogías?

Siempre lo que hacemos es, de alguna forma el concepto que se da, se presenta a el estudiante para que él pueda entenderlo, hay que aplicarlo. O sea que utilizar la herramienta del ejercicio. Primero, ejemplo, se dan uno o dos, tres ejemplos. Después de que el ya haya comprendido esta parte, se le dejan ejercicios para que él haga en casa. Es más o menos la herramienta que nosotros utilizamos.

E.- ¿Y analogías?

En tabla periódica... ahí es la parte ... la parte... no sé... incluso la parte de analogía quería mostrarte algo, que me dejó pensando, que dije yo, Rita María está interesada más que todo en la parte de analogías y no solamente con la tabla periódica, sino también, a lo mejor, con otros temas de química general y encontré un web muy interesante, y es muy interesante como esta gente colocan y relacionan conceptos muy cerrados, muy precisos con algo de la cotidianidad. Y entonces, al llevar al estudiante a la cotidianidad, inmediatamente comprende exactamente esto.

8.- Pero, en aquella época... yo no sé en este caso, cómo queda. Pues es que química general cuando se hace cualquier tipo de fenómeno, cuando se aplica, se trabaja en el laboratorio, se está trabajando, por ejemplo...

E.- Pero, en particular, sobre tabla periódica ¿no sabe si hay alguna práctica?

No...

9.- Analizando otros modelos, vi en internet que existen otros modelos bastante interesantes. Cuando traté de quitar para verlos, el url estaba fuera de servicio, pero yo creo que se puede tratar de mirar, parece que hay muchos modelos que se pueden...

E.- pero digo, ¿en la forma de enseñar?

No, yo quisiera ver primero esos modelos, para ver si ellos son interesantes, y tratar, dependiendo de los estudiantes, de meterse uno de alguna forma en el tema. Por lo general, yo seguiría trabajando con esta tabla que me parece la más clara y no creo que tenga problema. Yo creo que los estudiantes siguen, de alguna forma, trabajando con ella.

10.- El orden y la belleza. Por ejemplo, si uno llega y trata de explicar, en mi curso, supongamos, de cristalografía, algún tipo de simetría, uno debe necesariamente encontrar que esa presentación de la naturaleza de algo tan perfecto, tan bello, llamémoslo así, es producto, precisamente, del ordenamiento de los elementos. Es producto del

ordenamiento, de la formación de compuestos. Cómo ellos se van a colocar de una forma o de otra, uno frente a otro, o quizás al lado, uno con respecto a otro. Todo depende precisamente de aquellas relaciones eléctricas, magnéticas, que tienen los compuestos. Además, todo eso cuando se coloca en el estado sólido, está supeditado necesariamente a las relaciones que hay entre las diferentes moléculas. Si ellas tienen afinidades, tendrán que acercarse necesariamente más, si ellas tienen incompatibilidades, se irán a alejar. Y al alejarse, se van a reprimir, se va a sentir un espacio entre ellas, y eso se ve reflejado en la naturaleza. Eso lo ve uno directamente quizás en las mismas fotografías, por ejemplo, que se toman en Rayos X, que presentan unas simetrías que uno ni se imagina, esa belleza y ese orden es producto precisamente de eso, de cómo están ordenados los átomos, uno respecto a otro, eso no es... **Dios no puso las cosas al azar, las colocó de una forma perfectamente ordenadas y nosotros hasta ahora estamos empezando a comprenderlas.** Esa es la base solamente.

E.- ¿Otras cosas? ¿historia?

No sé... no sé... historia, no sé...

11.- Primero que todo, la originalidad. Es catalogado como un genio, precisamente porque no se conformó con tener alguna información independiente y aislada de los elementos que se conocían en esa época. Incluso cuando él fue a San Peterburgo, como profesor de la Universidad de San Petersburgo, en el año por allá de 1864, 65, cuando él iba a comenzar a hacer sus cursos, él se dio cuenta que ninguno de esos libros que él iba a utilizar le iban a servir. Fue cuando planteó entonces escribir un libro. Creo que se llama las Bases de la Química... Principios de la Química. Ese libro es la base fundamental de todo, porque ahí él plasmó las ideas y plasmó su tabla periódica también. Con eso él dio un salto cualitativo y dejó atrás propiamente los conceptos aislados que se tenían. A pesar de que simultáneamente y paralelamente otras personas en Occidente estaban trabajando también sobre la tabla periódica. Pero fue él, quien con sus propiedades físicas y químicas redondeó, llamemos así, todo eso que nosotros vemos ahora, que parece tan sencillo, (risas) pero fue muy difícil... y fue él quien propiamente visualizó la forma de colocarlo ¿no? Pues si hubiera tenido quizás la facilidad de los Rayos X. Los Rayos X no se conocían en los tiempos de Mendeleiev, eso fue en 1896, solamente, y la aplicación específica de los Rayos X fue después de 1912, con la aplicación directamente de la difracción de los Rayos X. Pero si él hubiese estado acompañado de algún fenómeno de difracción, no dudo de ninguna forma que él hubiera entrado a colocar sus elementos en base a su número atómico.

P14:

1.- No, no, si es química general, no

E.- ¿Por qué?

Porque la tabla periódica resume de una manera única una serie de propiedades, las sistematiza, de otra manera... ¿q pretende la qg?.. dar una idea de la química ¿no?, y por lo tanto es necesario, bueno....

2.- Con ese, con el de sistematizar una serie de propiedades.

3.- Nosotros en la asignatura que yo imparto justificamos la existencia de la tabla periódica en función de la estructura electrónica de los átomos y todo aquello. Y...la presentamos, digamos, los chicos ya la conocen, pero de esa manera que se la presentan en el

instituto...bueno, esto es una tabla periódica., más o menos así ¿no?...En cambio nosotros hacemos una especie de deducción de la tabla basándonos en las propiedades electrónicas, como te decía antes y...

Bueno una vez definida por decirlo así, la sistematización de las propiedades,¿no? cómo varía el carácter metálico y no metálico, como varían los potenciales de ionización, cuales son las excepciones y por qué, cuales son las afinidades electrónicas, en fin todas esas propiedades que como varían a lo largo de un grupo, a lo largo de un período, etc...

Obviamente esas, ¿no? Están anotadas en el programa q nos dan en el departamento, las propiedades metálicas, el carácter metálico, los potenciales de ionización, las afinidades electrónicas, los radios atómicos, covalentes, iónicos,

Nosotros la definimos simplemente (carga nuclear efectiva) y es una manera que utilizamos para justificar, porque hay algunas configuraciones electrónicas... Entonces como le digo nosotros hacemos algunos pequeños cálculos de justificar porque cuando se construyen los elementos entran primero los 4s antes q los 3d en cambio al revés, cuando se ioniza, salen primero los 4s . Y eso lo hacemos con cálculos de carga nuclear efectiva.

4.- Sí, si.

5.- Bueno una vez definidos los grupos, los periodos, todo aquello, que sé yo... propiedades periódicas, propiedades metálicas, carácter metálico, qué es un metal, como lo definimos en función del carácter ácido o básico de los óxidos, la manera normal que se define esto, y luego como varía de izquierda a derecha, de arriba para abajo y cosas por el estilo. Comparaciones. Después de eso vienen las energías de ionización. Nosotros la afinidad electrónica la consideramos como un caso particular de la energía de ionización. La energía de ionización de una especie negativa. Eso tiene en la historia una gran confusión, por decirlo así, en los libros de texto que la definen como la energía que se gana para darle un electrón al elemento.

Después, el tamaño, la carga nuclear efectiva, por supuesto, la hemos visto antes. Y básicamente son todos esos puntos, tamaño atómico, iónico...

E.- ¿Electronegatividad y polarizabilidad?

Electronegatividad, polarizabilidad, no. Eso lo dejamos para el segundo curso de química inorgánica.

6.- No, no.

7 a.- Ese es el problema, muy pocos, básicamente la pizarra y tiza y de vez en cuando alguna diapositiva que se proyecta. Pero no utilizamos... de vez en cuando un modelo, pero no lo utilizamos para tabla periódica, más bien los utilizamos cuando enseñamos enlace.

Bueno, nosotros en mi curso no hablamos de elementos de transición. Así que prácticamente, están allí, pero en cuanto a las tendencias y todo... nos remitimos a la tabla corta.

b.-.- Bueno, problemas sí. Además de las tres horas teóricas que dictamos de curso, hay una hora de clase de problemas. Nosotros al principio de curso le damos a los chicos un montón de problemas y les decimos: "estos son los que vamos a resolver durante el curso". Entonces, semana a semana se seleccionan algunos problemas que ya los chicos en teoría deberían haber tratado de resolver. Y va otro profesor a resolver las dudas y a resolver lo que no hayan podido resolver.

c.- No, a mí no me gustan en general las analogías.

d.- Bueno, es posible que haya utilizado alguna analogía para resolver algún problema concreto, pero así de carácter general, no, no me lo había ni planteado.

f.-¿En tabla periódica? No se me ocurre.....no.

8. No.

9.- Por desgracia, nuestro programa está tan ajustado al tiempo, incluso cuesta cumplirlo, que tenemos que ser muy estrictos en cuanto a lo que es esencial, o sea, ¿qué quiere decir esto?, que no podemos, muy a mi pesar incluso, extendernos mucho en los términos históricos, anecdóticos, de los cuales está llena la tabla periódica y son una parte muy bonita. Pero no, no hay tiempo para tanto. Así que normalmente vamos, como decía antes, una vez definida las bases fundamentales de la mecánica cuántica, les decimos como su resolución nos dio ciertos aspectos fundamentales, orbitales atómicos, números cuánticos, etc. Lo cual nos permite describir las estructuras electrónicas, lo cual nos permite observar una cierta periodicidad en su formulación, y eso permite fabricar la tabla periódica. Esa es la única alternativa que utilizamos y no otra posibilidad.

10.- Pues, no, no sé, tendría que pensarlo....esa posibilidad tan magnífica... dígame donde.... Respecto a la historia, el mismo trabajo de Mendeleiev, las tríadas anteriores y todo aquello, y claro, tiene una belleza fantástica, como de cero, cómo se han ido creando cosas... pero no, no, nunca me lo había planteado. Igual en el descubrimiento de los distintos elementos, ¿no? hay aspectos...yo de vez en cuando les cuento, por ejemplo, cuando les hablo de la contracción de los lantánidos, y por lo tanto la semejanza en las propiedades de los elementos de transición, de la segunda y tercera series, les cuento alguna historia...la historia del suplicio de Tántalo, que le da el nombre al tantalio, y del niobio, y de todo aquello, pero me quedo con las ganas, porque es tan poquito lo que se puede contar.

11.- Por supuesto, quien lo duda. Creo que su sentido de la observación, fundamentalmente eso. Y dio en el clavo, por así decirlo, con la ordenación por números atómicos, se repetía... su observación.

P15:

1.- No. Porque para entrar luego a hablar de cualquier cosa, de átomos, de cualquier cosa, necesito conocer algo de los elementos, al menos situar los elementos, y por lo tanto para mí la química... a ver, la tabla periódica, tiene que estar en algún punto. Puede ir al principio o al final, pero tiene que estar. Para mí...eh.

2.- Para luego entrar a explicar la química orgánica y la química inorgánica. O sea que todas las propiedades básicas se dan en química general, y luego se utilizan. O sea, yo tengo que definir potencial de ionización, y para eso necesito hablar de la tabla periódica, porque necesito saber cómo varían todas las propiedades periódicas en la tabla periódica. O sea, para mí es imprescindible. Aquí o en otro sitio, pero en algún momento tendríamos que ver la tabla periódica.

3.- Primero qué tabla periódica utilizaremos y que no es única, y por qué la utilizamos. Esta y no otra, de las miles que podría haber. Segundo, entraría ya, una vez descrito todo lo que es la tabla periódica, que la puede haber por abundancias, es igual, por número atómico, por peso atómico, les daría un poco de historia, por qué me quedo con esta y a partir de aquí hablaría básicamente de propiedades periódicas, empezando por... no sé... estados de oxidación, potenciales de ionización, afinidades electrónicas, electronegatividad, radios atómicos, iónicos, todo lo que afecta las propiedades periódicas.

Sí, carga nuclear efectiva y utilizo las reglas de Slater para calcularla. Pero también hablo, antes de explicar las reglas de Slater, hablo de las distribuciones de probabilidad radial. Las

reglas de Slater como número, no como concepto. Pero es importante el concepto de carga nuclear efectiva para ver la variación de los radios, porque es que si no... o el de los potenciales de ionización, depende de la carga nuclear efectiva, porque si no he definido carga nuclear efectiva no me salen las propiedades, me dan al revés, en algunos casos.

4.- A ver, el problema es que yo no tengo un programa de química general. Pero en primero, se dan dos asignaturas. Una que es estructura atómica y enlace y otra que es equilibrio químico en el primer semestre. Y en el programa de estructura atómica y enlace hay un capítulo de tabla periódica antes de empezar el enlace. Por lo tanto para mí es imprescindible hablar de tabla periódica antes de empezar hablar de los enlaces, si no, no he dado el concepto de electronegatividad, y por tanto, es bastante absurdo, o sea que...

E.- Polarizabilidad ¿también la enseñas?

No, en primero, no. En segundo. Lo de carácter polarizante y polarizable no lo enseño. Hablo de que no existen compuestos iónicos puros, no existen los covalentes puros, incluso hago algún número cuando llego al enlace, en el caso de la teoría del enlace de valencia, para ver el porcentaje de carácter iónico en la molécula de hidrógeno. Para que vean que aunque sea un número muy así... existe. Pero no hablo de polarizable ni de polarizante. Lo dejo para segundo curso. Es un concepto difícil además. Eso es lo que yo estoy viendo.

5.- Normalmente, primero ya te digo, hablo de la tabla periódica en general, y por qué la que utilizo está en orden de números atómicos. Esto es lo primero que hago. Luego a partir de aquí hablo de lo que son los periodos y lo que son los grupos. Y pongo nombres, hablo de periodos, grupos, etc., bloques s, p, d y f porque luego me va a hacer falta. O sea, todo esto es el principio. Luego, a partir de aquí hablo de propiedades. Y el orden que utilizo es... desde luego, podría ser otro, pero el que utilizo es primero hablo de potencial de ionización, empalmo con afinidad electrónica, porque para mí son dos conceptos muy próximos, por lo tanto, esto sí que los hablo juntos. Luego a partir de aquí hablo de radios, y hablo de todos, desde los atómicos, los iónicos, y a los de Van der Waals, en los radios atómicos distingo entre los covalentes y metálicos, para ver como se han obtenido, y a partir de aquí...eh... a ver...primero potencial, afinidad, radio y termino con electronegatividad.

E.- ¿Y la carga nuclear efectiva?

- La carga nuclear efectiva la utilizo antes, o sea antes de hablar de las propiedades, hablo de la carga nuclear efectiva. Primero de todo porque, luego, ya te digo, cuando hablo del potencial hablo de qué depende, entonces digo, depende de n y depende de la carga nuclear efectiva. Depende de n en un grupo y de la carga nuclear efectiva básicamente, en un período. O sea que aquí hablo de la carga nuclear efectiva. Y a veces lo que también hago, lo que no tiene un orden muy correcto, normalmente lo hago al principio, después de haber presentado la tabla, es hablar de números de oxidación, porque lo que me he encontrado es que los alumnos de ahora no lo saben. Por lo tanto es un pegote que tengo que meter en algún sitio. No será algo bien periódico pero en los grupos principales desde luego que lo es. Creo que no me dejo nada.

6. No, ahora, no. No cabe.

7 a.- No, lo que hago es, la tabla periódica me la llevo y ellos la tienen. Como no tenemos en las aulas, y esto también es un problema, porque antes sí que había e iba bien, porque con un puntal marcabas en la tabla periódica y situabas a la gente. Ahora esto no está, por lo tanto lo que les dices es que tengan todos encima de la mesa la tabla periódica y vas trabajando sobre la tabla periódica, normalmente con transparencias pones tú y vas

enseñando diferentes cosas. Pero no me voy muy lejos porque es que el tiempo no permite. Claro, la tabla periódica son unas horas, y no son muchas, eh, en un curso.

b.- A ver, me gustan poco (las analogías). Yo creo que la química es difícil, y como tal tiene que enseñarse. Otra cosa es que luego les ayudes a hacer problemas, a mirar las cosas, etc. Pero, a ver, la química es la que es, y el potencial de ionización es el que es, es la energía necesaria para arrancar un electrón de un átomo, de una molécula, o de un ión. Lo que sí que hago, por ejemplo, cuando hablo de un átomo, no pongo sodio solo, pongo varios átomos y pongo varias reacciones. También me gusta hablar de números. Yo creo que es importante el concepto, aunque hay gente que dice que no, numérico. Qué significa potencial grande. A veces para la gente grande pues puede ser veinte, puede ser mil. Eso sí que lo hago. Pero ir a grandes analogías, no. Con la carga nuclear efectiva a veces un poco porque les cuesta. O a veces lo hablas mucho como digo lo de los palomos o puedo decir lo de la tierra. Tenemos la tierra, tenemos un astro y un astro se nos pone delante. Por lo tanto sería un poco la idea de que este electrón, o este astro que hay allí no ve el núcleo, o lo ve poco o lo ve mal. Y tal, pero soy poco amiga de las analogías, eh, y eso que, quizás, si me grabaras en clase me dirías: “utilizas más de las que me dices”, es posible, pero como supongo que las voy cambiando, no soy consciente de que las utilizo. Lo que sí que utilizo son muchísimos ejemplos. Por ejemplo, cuando hablo de moléculas, en un potencial de ionización, pongo el oxígeno, pero pongo el nitrógeno, pongo el hidrógeno. Escribo muchísimas reacciones. Aunque es la misma, ¿no? Porque pondrás esto, para dar esto, y lo harás lo mismo, pero para tener idea de lo que estamos hablando. Porque yo veo que les falla cada vez más lo que es la simbología más básica, o sea los símbolos de los elementos, y por lo tanto, esto sí que lo utilizo mucho en pizarra. Repito mucho, esto también si no lo digo de una manera, intento decirlo de otra, si me preguntan, no... no intento repetir nunca las mismas palabras, que si no se han entendido, no se entenderán. Eso sí que lo hago. Me paro, bastante. Es la manera que lo hago, no sé si bien o mal, pero es la manera que lo hago.

c.- Pocas, pocas conscientemente. A ver, quizás inconscientemente utilizo muchas más, pero conscientemente, no.

d.- Carga efectiva. Yo la que más utilizo es la de carga efectiva, porque esto sí que veo que les cuesta. Y además a mí me interesa que vean el concepto de carga efectiva, no la regla de Slater. Y eso lo remarco muchísimas veces. La regla es una regla y eso sí que siempre digo lo mismo. Cuando hablo de una regla, marco mucho lo que es el concepto, lo que significa y lo que es la regla. Luego lo que hago, aquí sí que quizás hago un símil, porque lo que hago es dibujar, bueno, viene a ser el núcleo (dibuja en el papel un modelo atómico) y luego pongo aquí... y claro explico, este lo ves... pero si le pongo dos, si están aquí también, pero si este lo coloco aquí, pues no... y si hay tres... pues más... Y a partir de aquí... lo que pasa es que intento ser bastante rigurosa, ¿no?, quizás porque mi carrera no lo fue, pero yo sí que lo intento, y es a partir de aquí, en media pizarra, y en la otra media, sin ninguna vergüenza pongo las gráficas de distribución de probabilidad radial, que ya he visto antes en el átomo. Y luego ya partir de aquí, sí que digo, esto sería muy complicado, porque es mecánica cuántica, hacer cálculos cada vez y luego a reglas. Pero no son bien similares los que hago. En potencial de ionización, no utilizo ninguno, seguro. Es sólo en carga efectiva, y a veces.

e.- Siempre antes, primero hago ... y luego ya entro en el tema duro, profundo, científico.

8.- No.

9.- Yo creo que cada año lo hago diferente.

a.- No lo sé, yo lo que veo es que cada vez el alumno es diferente, por lo tanto, de alguna manera lo que te ha servido un año, el otro no te sirve. Y aunque empieces... a veces no, yo soy de las que me apunto de un año para otro lo que creo que no han entendido, o lo que creo que yo he explicado mal, o lo que se podría explicar de otra manera, eso siempre me lo apunto y pongo "ojo" en los apuntes para el próximo curso. Y lo que hago siempre por ejemplo es mirar los últimos libros que salen para ver si te ayudan en alguno de los temas que tú ves que no... o para buscar ejemplos. Yo soy muy amiga, no de las analogías, pero sí de los ejemplos... Por lo tanto, poner muchos ejemplos, y trabajarlos bastante con ellos, normalmente me paro y por lo tanto lo que hago no es hacer esto: por ejemplo, ordenar según potencial de oxidación. Pongo varios elementos en la pizarra y les doy un tiempo para pensar y luego discutimos.....o sea que.... es esto.... yo creo que no hay una manera mejor y una peor, lo que ves es que el nivel va bajando y de alguna manera, para no perderlos, tú tienes que adaptarte a este nuevo nivel. Eso es lo que... cosas que no dirías, ahora dices, por ejemplo, y eso sí que lo he encontrado, y cosas que dices "cuidado" que no eras consciente de nada, porque supongo que los otros años si habías seguido, no te lo habían dicho y este año no sigues, por ejemplo y tienes que hacerlo.

10.- Hombre, historia, poquito, sí. Yo hago historia. Creo que los temas tienes que situarlos, y lo hago con todo, , en su momento y en su lugar. Por lo tanto, yo hago historia de la tabla periódica. Desmitifico a Mendeleiev, por ejemplo. Porque sí, pero hubo gente antes que hizo yo creo que más trabajo que él. Él se aprovechó del trabajo de muchos y ahora la llamamos la tabla de Mendeleiev. Pero bueno, hay otras tablas. Yo creo que la historia ayuda ¿no? y a veces sí que lo que explicas, esas anécdotas, más que símiles... pero anécdotas de personajes, o cosas que has leído y piensas, la clase decae y por lo que sea, y sí que por un momento sí les has de dar algo para que la gente se vuelva a enganchar. Eso sí que lo hago. Pero historia, básicamente. Claro que la historia y la filosofía en este caso va unida, evidentemente. Explicas la historia un poco y explicas la filosofía. Me gusta situar los años en que se han hecho las cosas. Normalmente empiezo un tema poniendo si hay una persona o dos o tres que lo han hecho, poniendo la persona y el año para ser consciente de un poco en que año hablamos, como lo hacíamos, qué tenían ellos para llegar tan lejos que quizás nosotros no llegaríamos y con muchos más medios. Un poco es esto, ¿no? un poco el desarrollo humano ¿no? De dónde venimos. Yo creo que esto es importante, y que se sabía, y que no se sabía y que no salió de golpe. Esto sí que lo hago, hago un poco de historia. Lo otro, menos. Situar la época, yo creo que para mí es muy importante. Si estamos en el año 1900, en el 1800 o ahora estaremos en el 1999, no lo sé, pero para mí es muy importante.

11.- Es que yo para mí, tiene muy poco mérito, lo siento. Yo para mí no es el que tiene más mérito, yo creo que el que hizo.... primero no era él solo, fueron dos a la vez, y en dos países diferentes, por lo tanto no es sólo Mendeleiev. Hombre, evidentemente la tabla que tenemos ahora, sea del que sea, es perfecta para trabajar y para un curso de química a cualquier nivel. Porque el hecho de poder permitir sistematizar para mí es fundamental. Tanto a nivel de bloques, o sea poder hablar de los bloques s con unas propiedades y los bloques p, bueno dejando aquí aparte los gases nobles... El bloque d y el bloque f, esto ya te permite situar. Yo esto lo hago, hablo un poco del carácter metálico, que no te lo he dicho antes, pero sí hablo del carácter metálico, hablo de los óxidos, para mí la tabla periódica es fundamental porque me permite definir las propiedades y predecir cómo varían. Por lo tanto rápidamente puedo decir quien tendrá una electronegatividad mayor, quien tendrá un potencial mayor, y quien será más o menos reactivo. Con ideas, muy, muy básicas, y esto lo

he visto porque doy inorgánica I en el segundo curso, con ideas muy básicas dadas en primero...bueno, hay una parte que tienes que estudiar, que no hay más remedio, que es descriptiva, pero bueno, hay una parte que puedes intuir y esto yo creo que es la esencia de la tabla periódica, sea de Mendeleiev o del que sea. El que ha puesto la tabla periódica por números atómicos, pero bueno, el mérito para mí estaba en el que la hizo por pesos atómicos, porque es que el otro sólo dio la vuelta a tres. O sea que está clarísimo. Es un poco esto. Yo creo que la tabla periódica, para los inorgánicos, no sé si para todos, igual para los orgánicos menos, porque con el carbono van que se ... pero para los inorgánicos la tabla periódica es fundamental. Y para dar el curso de inorgánica unas buenas bases de tabla periódica es fundamental. Yo repito parte de tabla periódica dada en primero a los de segundo, lo que pasa es que con menos profundidad, pero vuelvo a situar la tabla periódica, vuelvo a hablar del potencial de ionización, de la electronegatividad, porque esto sí que he visto que hay una gran diferencia entre hacerlo y no hacerlo, o sea, recordar esto, me permite luego ser mucho más ágil en la tabla periódica. Hablar de radio con mucha más facilidad, hablar de tamaño de átomos, por lo tanto de potenciales de ionización, de reactividad, con mucha más facilidad y explicar cosas que si no tengo asumida la tabla periódica, es imposible. Por eso te digo, para mí es un tema básico, porque se aprende a capas la tabla periódica, yo eso lo tengo muy claro. En primero dar una visión muy amplia y en segundo, vuelves. Con otros ejemplos, no vas a repetir lo mismo exactamente pero sí volviendo a dar los conceptos importantes. Yo creo, ya te digo, para mí, para un inorgánico es fundamental. Y si miras el programa encontrarás tabla periódica en primero y el segundo tema de química inorgánica vuelve a ser tabla periódica. Y aquí hago otra vez repaso de la tabla periódica, de ... pero no sólo de propiedades, incluso de historia, me meto un poco con las tríadas, que no hago en primero. En primero digo que existen distintas maneras de ordenar los elementos, pero no creo como luego lo hago en inorgánica, hablo de las tríadas y a partir de ahí hablo de las familias y luego ya hablo de la tabla periódica que tenemos. Yo hablo dos veces de la tabla periódica, intento no repetir..hay partes que se repiten, seguro, pero bueno, las encuestas dicen que va bien, a los alumnos no les preocupa que repitas, lo que hago en segundo es hacer ejemplos más complicados. Hablo mucho de las excepciones, yo creo que es importante, para situar... yo creo que es importante saber que hay excepciones en la tabla periódica y por qué existen estas excepciones o que factores hacen que existan estas excepciones y eso lo remarco bastante. O sea que luego es verdad que muchas propiedades están dadas en gas, pero bueno.... yo creo que los ayuda a situar.

P16:

Si yo ahora hiciera un curso de química general, sin duda yo hablaría de la tabla periódica. Seguro que no acabaría el curso sin que hubiéramos visto, dos clases, como mínimo, de tabla periódica. O sea me parece un error que no esté en un programa de química general.

1.- No, porque la química general sin la tabla periódica hace muy difícil hacer mirar al alumno la química como una ciencia experimental, porque generalmente se explica el equilibrio químico, se explica por tanto producto de solubilidad, ecuaciones redox, se explican principios de la termodinámica, a lo mejor teoría atómica y enlace químico, pero todo esto no encuentra una traducción real en la química si no se explica tabla periódica, si no se explica sus elementos que tienen un comportamiento propio y que la manera de

ordenar, de sistematizar este comportamiento es tener delante la tabla periódica. Por tanto yo, seguro, aunque no estuviera en el programa, yo le haría unas clases de tabla periódica.

Incluso si no empezara el curso con esto, con las dos o tres primeras clases, para darle un marco general. Nos preocupa como se comportan los elementos químicos, de esto trata la química, es la ciencia de la transformación de la materia. Hay unas reglas de juego, o creemos que nosotros conocemos estas reglas de juego, pero entonces empezaría a hablar realmente de la diversidad de los elementos...

2.- Yo creo que a este primer nivel, muy simple, y es que la química como ya te he dicho, es la ciencia que estudia las reglas de juego de la transformación de la materia. Hoy se conocen 115 elementos químicos, de los cuales algunos evidentemente no están en una botella en el laboratorio, ni lo estarán en un futuro próximo. Pero de estos ciento y pico, se conocen, ya están descritos más de veinte millones de compuestos. Esto quiere decir que cada elemento tiene unas reglas de juego muy amplias, porque si no, evidentemente los químicos no se habrían molestado en sintetizar compuestos que son iguales unos a otros. Por lo tanto, hoy se conocen que estos cien elementos tienen una diversidad de comportamiento muy grande. Y claro, el químico se ha de plantear ¿va a ser posible tener unas ideas básicas, tener una estructura mínima para entender cómo funciona la química? Y, realmente, para esto el eje principal es la tabla periódica. Por lo tanto, como una razón, es la base de lo que nosotros vamos a ir desarrollando, no a través de este curso, si no en los cursos próximos es el marco donde vamos a poner todos estos conocimientos. Porque realmente la tabla periódica, me parece que ya lo comentamos en alguna otra ocasión, haciendo la analogía con el árbol genealógico. A mí me parece que es muy útil, porque un árbol genealógico interpretado por un historiador puede ser impresionante, puede tener un interés enorme. Y al final el químico lo que logra es incorporar sus conocimientos a esta ordenación de los elementos, y hace mucho más fácil predecir, explicar unas reacciones químicas, es decir, su mismo... los temas que él trate en base a donde está este elemento, qué vecinos tiene, que tipo de compuestos forma... esto lo puede sistematizar muy bien si tiene el marco de la tabla periódica. O sea, le permite ordenar toda la información de que se dispone el química, o mucha parte de esta información.

E.- ¿qué le dirías a un profesor que por primera vez va a dictar el tema de tabla periódica en un curso general de química en la universidad?

3.- Bueno, pues que realmente no se puede restringir a lo que es lo más clásico, hablar de potenciales de ionización, afinidades electrónicas, electronegatividad y radios atómicos. Que es esto da una visión para mí, en fin, bueno, interesante, pero muy parcial de lo que es la tabla periódica. Y que no, que ni hablar, las propiedades periódicas se han de enfocar como el comportamiento de estos elementos y el comportamiento de estos elementos se basa en unas configuraciones electrónicas, que las pueden deducir muy fácilmente, en la mayoría de los casos. Hay unas excepciones, pero en fin, la mayoría de los casos directamente de la tabla periódica. Pero ¿qué es importante de la tabla periódica? Pues es saber que incorpora todos los elementos que hoy se conocen. Que puede alargarse, que estos elementos no nos los vamos a encontrar así en la naturaleza. La inmensa mayoría nos los encontramos combinados, por tanto, que no hemos de esperar que estos elementos, un día vamos por la montaña, hacemos un agujero y decimos "Mira, ahora nos parece rodio, nos aparece zinc o nos aparece titanio. No, la mayoría de los elementos nos los encontramos formando parte de minerales o de sales que están disueltas en las aguas del

mar, etc. Por lo tanto, estos elementos tienen unas ganas, tienen una facilidad para combinarse, ¿vale? Si ahora lográramos aislarlos, tendríamos que tener una abundancia muy diferentes. Y en estos momentos, por las minas que se explotan y tal cual pues hay una ordenación y se sabe cómo se pueden ordenar los elementos por su abundancia. Entonces, veíamos que los elementos más abundantes son los más ligeros, ¿de acuerdo? Y después veríamos que en los seres vivos estos elementos también tienen una participación, pero también curiosamente son los elementos más ligeros. Es decir, que la abundancia está directamente relacionada con las reacciones químicas que tienen lugar en los seres vivos ¿vale? Esto está directamente relacionado. Y esta abundancia depende de la estabilidad nuclear. Por tanto, aunque la tabla periódica se vaya alargando, tampoco hemos de esperar que se alargue mucho y que este proceso de alargarse sea tan fácil. De cierta manera parece que hay un límite que viene marcado por esta estabilidad nuclear. Es decir, que por muchos neutrones que se vayan poniendo en los núcleos para estabilizar esta densidad de protones, llega un momento que esta estabilización ya encuentra una barrera infranqueable. O sea, resumiendo, yo hablaría de cuántos elementos tenemos, de su abundancia, de en dónde y cómo nos encontramos estos elementos, la importancia en la química de los seres vivos. Y después ya pasaría directamente a hablar de qué entendemos por un elemento metálico, por uno no metálico y por uno semimetálico.

E.- ¿Y estos puntos están en el programa del departamento?

4.- No, no, creo que no. Creo que no. Pero también creo, he de confesarte, que el profesor ha de tener una cierta iniciativa. La cuestión no está en el programa, yo la verdad, yo, he reformado muchos programas, los he modificado y cuando he preguntado al correspondiente director, “oiga, ¿le molesta que...?” y me han contestado “No, no, ya puede... ya puede...” Nunca me han puesto ninguna cortapisa, pues yo sistemáticamente, yo cambio el programa. Además considero que el programa es una cosa dinámica, lo que se explica un año, al año siguiente se puede explicar mejor, y posiblemente, más resumido. O sea, no mejor y más ampliado, sino mejor y más resumido. Yo diría, yo animaría a un profesor que tiene un epígrafe “Tabla periódica y propiedades periódicas”, oiga, póngase aquí, de cuatro clases y dedíquese a todos estos temas. No hable únicamente de estas propiedades que el potencial de ionización... que después cuando uno habla si es un metal o un no metal, sí que puede hablar de estas características físicas, pero que ya tienen un sentido. Y es que hay unos elementos de la tabla que tienen una tendencia a ceder electrones, mientras que otros tienen la tendencia es a captarlos, pero cuando están formando compuestos químicos. O sea, acercándome mucho a la realidad.

5.- ¿ En que orden?

Yo el primer día, aunque cada año no hago lo mismo, pero sí que dedicaría unas primeras clases a plantear que es esto de la química y entonces evidentemente hablaría de la tabla periódica. Después si en la estructura del curso hay que hablar de estructura atómica y enlace, pues, sería esto y después sería la parte del equilibrio químico, pero sí lo que no me resistiría a hacer durante una o dos clases sería tipos de reacciones químicas. Es decir, mi experiencia en prácticas es que el alumno sigue un guión, y entonces cuando el profesor se acerca y le pregunta: “Bueno, y ahora que usted ha añadido esta solución a esta otra y le está precipitando un sólido de color rosa...¿qué ha pasado?”. Entonces hay dos tipos de alumnos. Una gran mayoría que se lo inventan, “ah, pues, esto ha precipitado porque el ión sulfato se ha combinado con el bario” . Ah, bueno, puede acertar como ha sido este caso, sulfato de bario. Muy bien. Hay otro alumno que se lo ha pensado y más o menos puede explicar el proceso químico que ha tenido lugar. Pero a mí me sorprendió un alumno una

vez. Era un buen alumno y me dijo: "Oiga ¿y yo como lo puedo saber?" y entonces entendí muy bien que esta persona no tenía la base. Entonces el Bailar, es un libro del cual yo... y yo tenía este trato de las reacciones químicas, a un nivel muy básico, una clasificación de las reacciones químicas... Entonces a mí me parece esto muy útil para que el alumno sepa distinguir, bueno, pues sí, compuestos químicos básicos, las reacciones que pueden tener estos compuestos químicos básicos. Es decir, que cuando nosotros en el laboratorio mezclamos compuestos químicos, después calentamos o no, según el proceso que hagamos, no estamos cada vez delante de una aventura y una sorpresa. No, no, está previsto que ha de pasar. Entonces creo que esto se tendría también que introducir en un curso de química general. Otra cosa, dentro del enlace químico, yo, la molécula de hidrógeno, la molécula-ión de hidrógeno y tratamientos mecánico cuánticos, me parece que sobran. Me parece que hay que acercarse mucho más a la realidad y saber pues, por ejemplo, que el amoniaco es una molécula que tiene una determinada geometría, que a temperatura ambiente es un gas, que para tenerlo líquido hay que tenerlo a -33 grados, que no tiene nada que ver con las propiedades que puede tener el ión amonio, que en cambio nos lo encontraremos como catión en muchas sales, que estas sales generalmente serán bastantes solubles. Esta idea de que hay unos estados físicos, de que hay unas estructuras, esto es la química real y hay que hablar de esto. Yo aprovecharía un programa clásico lo máximo, pero para acercarse a la vida real. Me encuentro con alumnos que están en tercer curso, y la licenciatura tiene cuatro, que tienen lagunas impresionantes, impresionantes. Y esto es porque no se ha hecho nunca el paso pues de hablar del segundo principio de la termodinámica y ver qué quiere decir que una reacción sea espontánea o no lo sea. ¿Y esto cómo se traduce? Pues en relación con la constante de equilibrio. ¿Y esto qué quiere decir? Vale. Bueno, pues... yo lo acercaría mucho a la práctica...

6.- ¿qué piensas de hablar de química descriptiva?

Bueno, claro, yo creo que hay que hacer algún curso en el que se hable de química descriptiva, lo que pasa es que todo un curso con química descriptiva es muy duro, muy duro... Bueno, yo creo que en la primera parte de un curso así, hay que hacer un poco de sistematización. Por ejemplo hablar de los potenciales redox, los diagramas de Frost, en los diagramas de Purvet, lo mismo que yo te decía antes que las reacciones químicas sencillas se pueden ordenar y sistematizar, y hablar un poco de estas sistematizaciones en base a los potenciales redox, a las características ácido básicas, o sea, a ver, antes de hacer una química de grupos, yo hablaría de hidrógeno, hidruros, oxígeno y óxidos. De aquí ya me da campo pues para hablar de (no entiendo)... exactamente. Después ya hago una sistematización. Después ya hablaría un poco de los haluros. Entonces los relacionaría con las estructuras, los haluros de los elementos no metálicos pues son covalentes, son gases, en agua se hidrolizan muy fácilmente. En cambio los haluros de los elementos metálicos son sólidos iónicos y forman estructuras típicas de los compuestos iónicos, etc, etc. O sea que intentaría hacer unas visiones generales y después con estas tres familias, hidrógeno, hidruros, oxígeno y óxidos, halógenos y haluros... Hice toda la tabla periódica... Y después ya me iría a grupos. Los grupos I y II los englobaría juntos, bloque s. Y les daría ya las pautas generales. Y después haría elementos no metálicos del bloque p y después elementos metálicos del bloque p y después elementos semimetálicos. Para dar unas ideas generales. Y en este curso a lo mejor no se hablaría del bloque d, de los elementos de transición. Si se habla, pues, será un poco demasiado breve, pero yo creo que un poco de descriptiva se ha de hacer, se ha de hacer, pero se ha de enmarcar, porque lo que no se puede convertir es el

un listín telefónico. Reacciones de los hidruros del nitrógeno. Oye, pues, a ver, para que se lo sepan de memoria, no puede ser, si no que ha de estar más en unas líneas generales.

7.- ¿qué recursos materiales usa? ¿qué recursos metodológicos? ¿analogías?

Eh... en estos momentos yo no estoy explicando la tabla periódica, pero si tuviera que hacerlo, bueno, podría hacer una introducción... porque a mí me gusta cambiar, no me gusta hacer lo mismo cada año, sinceramente. Puede ser que escogiera tres diferentes formatos de la Tabla periódica hasta enseñarles que hoy los químicos utilizamos este, ¿vale? La clásica, en líneas paralelas, con el bloque d incluido pero con el bloque f abajo. Pero les enseñaría también otros formatos. Pero lo que sí seguro que les haría, les enseñaría... porque hoy en día se puede hacer muy bien algunas transparencias, con un cañón... les enseñaría algunos elementos, o sea la fotografía de algunos elementos, cómo se encuentran a temperatura y presión ambiente. Decirles que hay unos sólidos. Los metales se parecen mucho, en cambio hay otros elementos que son gases, hay pocos elementos que son líquidos, y buscaría algún ejemplo, que lo sacaría de fotos, evidentemente, y después, también enseñaría alguna familia de compuestos de algunos elementos. Por ejemplo ver que dentro del cloro tenemos una variedad impresionante, desde el cloruro sódico al cloro elemental, pues... algún oxoácido de cloro, o algún interhalogenado, algún haluro de metal de transición, bueno pues comentaríamos y veríamos que un solo elemento nos está dando, pues en fin, muchísimas posibilidades para hablar de química y que quiere decir que un mismo elemento tiene una capacidad de combinación variada. ¿vale? O sea, esto nos puede dar una imagen de para qué sirve la tabla periódica, porque claro, yo con la posición que tiene el cloro en la tabla periódica yo entonces ya puedo suponer ¡ah! ¿qué estados de oxidación espero? Y además con la posición que tiene un elemento no metálico, y bastante no metálico porque está hacia arriba. Por tanto, esto ya me da una serie de pautas para esperar un comportamiento. En realidad este comportamiento se incorpora a la tabla periódica, no es que la primera vez que uno ve el cloro uno ya sabe todo esto, sino que uno ha ido aprendiendo lo que hace el cloro, uno ya deduce que esta posición tiene unas características, que compartirá en parte con el flúor, en parte también con el bromo, en parte con el azufre ¿vale? Esta relación... Entonces yo presentaría hoy la idea de que una cosa son los elementos, que además no los vamos a encontrar así en la naturaleza, y después los compuestos de algunos elementos, esto sí seguro, seguro...

Tú dices analogías, a mí me cuesta pensar en...o sea, la analogía que también utilizaría es la del árbol genealógico, pero, si no, no lo sé...

E -¿Para algunas propiedades periódicas?

Pero es que se pueden enseñar unas gráficas, que incluso se pueden hacer a nivel tridimensional hoy y ver cómo varían al lado de la tabla periódica, los radios son importantes...

E.- Le dí los ejemplos de las analogías de la distancia entre el profesor y el estudiante más lejano para explicar radio, y el de la rosa que pierde primero sus pétalos más externos, para explicar que en el átomo igualmente se pierden primero los electrones más externos, a lo cual me contestó:

Yo las encuentro excesivamente simples estas analogías. Para un curso de universidad, las encuentro excesivamente simples, con toda sinceridad. Es decir, el alumno debe tener imaginación sobrada si le interesa para incorporar este concepto, hacerse él una analogía. Pero a mí me parece simplificar excesivamente. Porque, por ejemplo, la cuestión de los radios, nosotros no podemos medir radios directamente, ¿de acuerdo? entonces hemos de establecer una convención que nos permita decir hasta, es decir, como se distribuye la

distancia internuclear entre los núcleos. Entonces esto en los compuestos iónicos se establece, pues se establece a base de decir, pues mire, el fluoruro y el ión óxido les damos este valor. Y en los compuestos covalentes, pues hemos de disponer de una familia de especies en las que un elemento se enlace a sí mismo y esto lo dividimos por dos. Pero en realidad, yo no necesito recurrir a hablar del último alumno que está en la clase, porque además vamos a ver, ¿y el radio del catión sodio? Bueno, pues nos encontramos con toda una nube electrónica, ¿no? Que sería como un gas noble. ¿no? No hay un único electrón aquí, en realidad tenemos pues ocho electrones, en la capa de valencia, y después también la idea de que oye, una cosa es el radio, otra cosa es la función de distribución radial y por tanto la capacidad de penetración que tiene un electrón y esto determinará en último término si participa o no en los enlaces químicos.

Por ejemplo, los electrones f son inaccesibles a los enlaces químicos y en cambio los electrones d participan y dan base a todos los compuestos de coordinación, que hay miles y miles. O sea, veo poco... analogías sí, pero enredar, entre comillas, tampoco. No hace falta simplificarlo tanto. Yo, para un alumno más joven, la primera vez, bueno, pero en un curso de universidad, yo no utilizaría estas analogías.

Potencial de ionización es un átomo aislado en fase gaseosa. Bueno, oiga, permítame, pero es que esta situación, en la práctica... no la tenemos nunca, ¿Me entiendes? O sea, para nosotros, ¿qué es el potencial de ionización? Es una medida de qué tendencia tendrá aquel átomo, para que cuando se encuentre con otros, ceder esos electrones. Pero, no... no... Esta tendencia no es exactamente el potencial de ionización. Y entonces hay que hablar del primero y del segundo, y sumar, tiene más tela.

A mí me gusta mucho más que el alumno pueda captar el concepto básico, y esto, sorprendentemente en muchos casos, se puede dar una asignatura y no llegar a transmitir estos conceptos básicos. Por ejemplo, yo en una de las cosas que utilizo a menudo en la clase es decir...mira, estás en el tren, porque la Autónoma, como tú sabes está a 25 kilómetros de Barcelona, vienes en el tren y al lado se te coloca un alumno de un curso inferior, que tú conoces, porque es vecino, etc, y te dice, Oye tú que tengo examen ¿esto de enlace iónico, exactamente, qué es? Oye, estos conceptos básicos, ¿me entiendes? Que sea más oxidante, ¿qué quiere decir? ¿vale? Es decir, yo me encuentro muchas veces... La teoría del campo cristalino, por ejemplo, que es lo que yo he estado explicando estos días, en realidad ¿en qué se basa? Y ¿qué logra aclarar? Bueno, pues te das cuenta que esto el alumno, no lo capta. Y a lo mejor puede hacer un problema bastante elaborado pero que no se le ha dado este concepto. Hoy les preguntaba en clase: el ejemplo más sencillo de enlace covalente. Es decir, yo tengo un primo que está haciendo bachillerato y por compromiso familiar y tal pues no tengo más remedio que este sábado explicarle un rato, y el chico este me viene y me pregunta: Oye y eso del enlace covalente ¿qué es? Y tú tienes que darle la idea más simple, porque para empezar a explicar una cosa hay que dar la idea de que es simple porque si no la persona inmediatamente desconecta. Porque claro, es el mecanismo de protección que tenemos todos. Entonces, qué es la idea más simple, pues no lo saben explicar, y a mí, para mí esto es importantísimo en la enseñanza...¿qué quiere decir? cuando los químicos decimos “dos átomos están unidos por enlace covalente” ¿qué quiere decir? , Bueno, pues que como mínimo hay un electrón que está apantallando la carga de estos dos núcleos para que se puedan mantener a una distancia de enlace. Fíjate que sencillo, ¿no? Pues esto no lo sabe decir un alumno y a lo mejor sabe resolver una matriz para encontrar la energía de un determinado orbital, y no entiende que el enlace

covalente es claramente direccional, que el enlace iónico no lo es, y a lo mejor pues este sabe hacer un problema de la ecuación de Borh-Landé, o etc...

A mí lo que me preocupa ahora que soy más vieja en la enseñanza es que las ideas básicas sean claras, es decir, un maestro ha de saber lo que es la densidad, y aunque esté medio dormido ha de poder explicar qué quiere decir que un compuesto, que un objeto tenga una densidad mayor que otro. ¿vale? Y la fórmula me importa poco. Y esto es lo que yo creo que hace falta y que no siempre el profesor tiene claro que ha de transmitir y también he de confesar que ni el propio profesor lo capta el primer año. Es decir, estas son cosas que uno va asimilando y va entendiendo con el paso de los años, pero creo que esta es la función que realmente tenemos. El facilitar la comprensión de los conceptos básicos.

...Que este ión se hidroliza, o que este es muy básico este óxido, bueno ¿qué quiere decir? esto es lo que han de tener claro, eso es lo que han de tener claro...

E - ¿para qué usas las analogías?

Es que no soy consciente de usarlas. No sé si las uso. No sé, no sé... Yo no soy consciente, porque primeramente, como te he dicho, intento evitar lo que a mí personalmente me parece una trivialización y... no, no, no sé contestar si utilizo analogías...no lo sé...

E.- ¿algún ejemplo?

El paralelismo que hay entre la tabla periódica para un químico y el árbol genealógico para un historiador. Un historiador mira un árbol genealógico que responde a una determinada época de la historia, pues cuatro o cinco siglos y ve las relaciones de parentesco en una familia. Generalmente los árboles genealógicos que son públicos acostumbran ser pues de reyes, en fin, de gobernantes, es decir, de personas influyentes... entonces este historiador logra ver sintetizada toda la información de esta época en Europa, o en una parte de Europa o en Sudamérica, cómo explicar las situaciones socioeconómicas, políticas, en base pues a ver cómo estaban relacionadas estas personas. Pero esto no lo dice el árbol genealógico. El árbol genealógico sólo dice quien es padre de quien, con quien se casó tal, cuántos hijos tuvieron, etc.¿vale? Esto, por una parte. Por otra parte, tampoco nos dice que aparte de ser familiares con una consanguinidad, no dice si estas personas todas tenían el mismo carácter, todas tenían las mismas aficiones, o una rama era muy hábil para los deportes, y la otra, para las artes, ¿eh? Es decir, todo esto no lo dice el árbol genealógico. Pues bien, la tabla periódica. La tabla periódica nos dice que los elementos están ordenados de acuerdo con el número de protones que hay en el núcleo y que quedan ordenados de manera que su comportamiento químico es similar. Esto es lo que dice la tabla periódica. Pero ¿qué hacemos los químicos? Sobreponer a esta ordenación los conocimientos que tenemos. De manera, que la tabla periódica tampoco me lo dice que todos los elementos que están a la izquierda son metálicos, tanto más cuánto más abajo estén, y en cambio...esto no me lo dice, pero en cuánto yo lo sepa, yo ya lo incorporo a la tabla periódica. Y puedo llegar a hilar muy detalladamente porque hasta sé que los elementos del primer período no tienen nada que ver con los del segundo, incluso que el hidrógeno no sabríamos ni dónde colocarlo. Que los del segundo período tienen poco que ver con los del tercero. Y que realmente, las propiedades del grupo se manifiestan bien en los elementos más pesados de cada grupo, y llego a poder incorporar muchísima información, y en este sentido yo creo que se puede comparar el químico al historiador mirando el árbol genealógico. Por tanto, cuántos más conocimientos tienes tú, más rendimiento le puedes sacar. Son conocimientos que tú has incorporado a aquella ordenación. Y una ordenación que de per se, no era nada más que esto, una ordenación, una relación de parentesco.

8.- ¿Hay curso de laboratorio paralelo al curso en el que se enseña tabla periódica?

Ahora, en el plan de estudios actual las prácticas están separadas de los cursos de teoría, por tanto, no, no hay una unión... Por esto es necesario, yo creo, acudir a las imágenes y enseñar realmente transparencias pues algunas cosas que nos parecen interesantes. Como yo te decía, pues que aspecto tienen los elementos, que hay muchos químicos que no sabrían qué aspecto tienen muchos elementos químicos, ¿eh? Que no se atreverían a hacer ninguna predicción, cosa que se podría...se tendría que poder hacer, y, después las prácticas van por su lado, por su aire... ya no hay nada perfecto.

Aquí somos muy democráticos, y llevamos la democracia hasta unos límites que son para mí, equivocados. No hay ninguna restricción, no hay ninguna obligación, si matriculó esto debe matricular esto, por tanto podría darse el caso que un alumno estuviera haciendo sólo cursos de teoría o sólo cursos de práctica, lo cual sería insensato, pero la ley lo permite.

9.- ¿qué sugerencia le harías a un profesor que por una única vez va a enseñar tabla periódica?

Bueno, yo lo primero que haría es empezar a preguntar a los alumnos. Yo me paseo por la clase, a ver... y yo pregunto ¿qué es la tabla periódica? A ver... entonces ya esto me da pie para ir hablando, bueno en último término de que la tabla periódica... o sea, yo creo que las clases han de tener una interacción, que esto no quiere decir que la clase me la pase todo el rato preguntando, ni quiere decir que entonces no avancemos, no. Pero que el alumno se vea obligado a estar pensando en lo que se está haciendo, porque sino, claro, el alumno puede estar totalmente desconectado. O sea, yo haría un planteamiento de qué es la tabla periódica, cuántos elementos tenemos hoy en la tabla periódica, cuánto y como de cada elemento, o sea, cuántos elementos, cuánto y cómo de cada elemento, y por qué. Y con esto yo ya haría toda la primera presentación de la tabla periódica. Y después me iría directamente a la división en bloques: s, p, d, f y gases nobles. Y con esto tengo para un par de clases sin ninguna duda.

E.- ¿se debe haber hecho primero estructura atómica?

Bueno, yo supongo que un alumno que llega aquí sabe qué quiere decir la configuración electrónica de un átomo, por tanto, no es necesario.

Ahora te voy a poner yo a ti otra pregunta: Para describir un estadio de fútbol ¿necesitas primero describir el edificio y después, el contenido? O sea, primero vamos a decir la fachada del edificio y luego el contenido. Yo creo que se puede explicar de las dos maneras, y de las dos perfectamente correcto y de las dos perfectamente entendibles... puedes empezar explicando configuraciones electrónicas, por tanto, estructura atómica, o puedes empezar hablando con tabla periódica. Yo, personalmente, comenzaría hablando con tabla periódica.

10.- El conocimiento científico hace parte de la cultura humana...¿qué otros conocimientos, distintos de los químicos podrían enseñarse a través de la tabla periódica?

Uao!! ¿A través de la tabla periódica?

E.- Historia... filosofía... no sé

Bueno, pero aquí ya es evidentemente hablar un poco de Mendeleiev. Ehh... Para mí es un personaje terriblemente atractivo... terriblemente atractivo... Por su carácter, por su implicación en la vida político social de su época, por su constancia, por su interés, porque no paró de luchar. Porque es una persona sorprendente, ¡hombre! Era el hijo pequeño de una familia de 17 hermanos y había nacido en Siberia, y yo ya creo que estas dos cosas son suficientes para forjar un carácter importante, ¿eh? A él lo llevó su madre a Moscú, porque ellos estaban en Torosk, perdón a Leningrado, para que pudiera estudiar, o a Moscú, primero estuvo en Moscú, ahora no recuerdo exactamente, entonces él fue profesor de

Leningrado, en San Petersburgo, pero él, toda su vida es una vida de una persona entusiasta, participativa, que cree en la ciencia, cree en el ser humano. Viaja, sorprendentemente, porque en su época viajar en el mil ochocientos y pico pues evidentemente no es como viajar hoy. Estuvo en Europa, en Italia, estuvo en el Congreso de Karlsruhe, fue uno de los protagonistas, el primer congreso internacional de química. Estuvo visitando a Maria Curie, en París. Todo, todo... Es decir, hablar de Mendeleiev para mí, si me hubieran hablado cuando yo era joven, hubiera sido crearme un mito, crearme un ídolo, me hubiera arrastrado... ahora tengo muchas dudas, pero yo creo que si en el mundo hay personas con este carácter, con esta ilusión por la ciencia, por mejorar, por hacer que el mundo avance, el mundo sería diferente, de esto no tengo duda. A ver, se puede hacer una referencia, pero repito, hoy viendo la cara de los alumnos... no sabes qué hacer. Yo tampoco quiero que digan pues mira, esta señora que ya tiene no sé cuántos años nos explica aquí batallitas, tampoco tengo ganas de dejar esta impresión... los veo muy, muy... no poco receptivos, sino muy inertes, eh, entonces hacer vibrar a las personas, cuesta, cuesta... y no sabes hasta qué punto lo has de hacer o no lo has de hacer, ahora, una cosa es una obra de teatro, que tú pagas una entrada y tú ya sabes que es una obra cómica o una tragedia, pero en la clase, qué añadir.... creo que en la tabla periódica, como cuando se habla de algunos otros importantes avances en la ciencia, la personalidad del que ha sido el descubridor aporta mucho... aporta mucho... Tampoco hay que mitificar, dentro de la ciencia también hay personas indeseables, ¿eh?, tampoco...¿sí o no? También es verdad, personas que han falsificado resultados, que se han atribuido cosas que no eran de ellos... el ser humano no se puede clasificar, los que están en la ciencia son de una clase, los que... no, no, hay de todos en todas partes, pero, claro, estas personas que han hecho estas contribuciones tan importantes han tenido una inteligencia claramente superior a la resta, si a esto se le suma el ser buena persona, es una persona excepcional, esta combinación de estas dos variables... porque a ver, si es buena persona, si uno es tonto, tiene un mérito muy relativo, pero ser buena persona, siendo listo tiene muchísimo mérito y combinar estas dos virtudes, no es demasiado frecuente. Por tanto, yo creo que esto podría ser un modelo para... que pide la ciencia, que pide... personas con esta personalidad. O sea que se podría hablar de historia, sí, y de filosofía. Bueno, todo esto en el fondo es filosofía, todo esto que hemos estado diciendo. Si es que creemos que la especie humana ha de lograr que cada generación aporte una mejora a la siguiente. No todo el mundo lo cree, casi diría que dudo que sea la mayoría.

11.- ¿Lo más sobresaliente del trabajo de Mendeleiev?

Una visión científica excepcional. ¿por qué? Primero que hay antecesores de Mendeleiev. Está Newlands, está Dobereiner, Le Chancourtois, esto para nombrarte a los más notorios que ya intentaron una ordenación de los elementos químicos. Más parcial, pero intentaron ordenaciones. En segundo lugar, al mismo tiempo que Mendeleiev, Lothar Meyer establece también una tabla periódica, que no llega a publicar. Pero para mí, además de todo esto, lo más importante es que cuando Mendeleiev publica la tabla periódica ni mucho menos le empiezan a felicitar y a aplaudir, ¿eh? O sea, se encuentra con indiferencia, cuando no con menosprecio por parte de sus colegas. Por tanto, Mendeleiev tuvo, no sólo tener la visión que tenía, sino luchar para defenderla y él mismo propuso más de 25 tabla periódica, y estuvo contrargumentando, contestando, en fin, con los colegas todo el resto de su vida. Él dedica el resto de su vida a mejorar, a justificar, a ampliar y evidentemente discutir todos los asuntos de la tabla periódica. El tiene una visión científica excepcional porque él es capaz de prever la existencia de elementos que en aquel momento no se habían

descubierto. Si no hubiera sido así, no hubiera, yo creo triunfado como triunfó. Pero realmente el triunfo no le vino hasta 15 años después de haber publicado la tabla periódica. O sea, una visión científica excepcional que ha permitido tener la base fundamental de la química. Es decir, para mí, la tabla periódica es la que está en la base de toda la química, sobre la que se construye toda la química.

Anexo 4

Primera entrevista – pregunta a pregunta

Primera Entrevista-primera pregunta

¿Cree usted que se podría hacer un curso de química general sin incluir tabla periódica?

P1

No. No se puede.- Porque es que **la tabla periódica es un instrumento** q le **permite a uno entender muchos principios de la química**, la reactividad, por ejemplo, la formación de los compuestos, los diferentes tipos de reacción, la reactividad de los compuestos, la formación de enlaces, el rompimiento de enlaces, la afinidad entre elementos, etc, etc, hay muchas explicaciones de tipo químico q se basan en la tabla periódica.

P2

Se podría pero no estaría bien. (risas)

E.- ¿por qué?

Me parece que **la tabla periódica es uno de los pilares de la química moderna**, y siendo.. me parecería desastroso, y además me parece que es una buena... **una evidencia muy fuerte de la teoría atómica... especialmente del modelo de capas que se maneja con la teoría atómica, la estructura.**

P3

No es posible que se haga porque **la tabla periódica es fundamental para entender la química general**. Proporciona muchos elementos para **entender el comportamientos de elementos y de reacciones en sistemas químicos.**

P4

No, pues porque **hay que dar a conocer los elementos, los constituyentes de las sustancias, entonces, si no se identifican los elementos que constituyen las sustancias entonces ¿cómo habla uno de ellas?**

P 5

No, no se puede. Para poder entender la química general hay que entender de los elementos, y los elementos en la tabla periódica, para poder hacer la clasificación.

P6

No. Porque **de la tabla periódica y de todas las propiedades que uno estudia en ella se derivan los conceptos fundamentales de la química.**

P7

¿Cree usted que se podría hacer un curso de química sin incluir la tabla periódica? Ehm, yo creo que la tabla periódica es parte fundamental de los cursos de química general, **precisamente porque el objetivo es mostrar que el comportamiento de los elementos, el comportamiento digamos de las propiedades químicas y físicas de los elementos no son digamos del todo azarosas, sino que hay unas tendencias en el comportamiento que empiezan a ser... empiezan a entenderse precisamente a partir de la organización de esos elementos en la tabla periódica.**

P8

En mi opinión, no creo. La química... uno de los puntos esenciales de la química es exactamente la tabla periódica. **La química que es la ciencia que estudia no solamente las transformaciones de las sustancias, sino también cómo esas sustancias están compuestas, se necesita tener el conocimiento básico de su origen y en gran parte su origen ha sido la tabla periódica.** Cualquier estudio que se haga de la química, sin antes haber al menos **entendido las características principales de la información contenida en la tabla periódica**, pues está incompleto.

P9

Pues, diría que no...porque para mí la tabla periódica es fundamental, o sea **es como el sitio donde se reúnen todas las..o donde uno puede deducir, con sólo mirar la ubicación, puede deducir el comportamiento de los diferentes elementos.**

P10

Yo creo que sí, por ejemplo, para explicar el concepto de los gases, usted no necesita de tabla periódica, para explicar la termodinámica, usted no necesita la tabla periódica, para explicar la cinética, usted no necesita la tabla periódica. **La tabla periódica se necesita especialmente para explicar la estructura de la materia, o sea, usted podría hacer un curso de química general, sin utilizar la tabla periódica. Yo lo podría hacer.**

E.- ¿y no incluirías estructuras?

Un curso donde no se incluyera estructura. Más aún, incluir estructura a nivel de química general puede no ser muy bueno, ¿por qué? Porque se trata de explicar conceptos para los cuales los estudiantes no están capacitados. La mayoría de los conceptos de estructura atómica son conceptos físico matemáticos. Un caso específico, cuando se habla de estructura y se habla del espín del electrón se recurre a la analogía de comparar el electrón con un puntico, y se dice que si ese puntico gira hacia un lado tiene espín de menos un medio, y si gira en sentido contrario tiene más un medio ¿no? esa es la analogía, pero el que

habló inicialmente de espín electrónico no recurrió a esa analogía, más aún, nunca estuvo de acuerdo con esa analogía.

En primer lugar, el modelo, el modelo de electrón punto es un modelo demasiado rudimentario, y en segundo lugar, imaginar que el espín corresponda al movimiento de un trompo o sea análogo al movimiento de un trompo, también no es muy preciso.

P11

No, creo que no se podría dictar la clase...o programar un curso de química general sin incluir la tabla periódica, **creo que la organización de los elementos en ella constituyen no solamente la aplicación para posteriores temas, sino que incluye todo un contexto histórico que hubo a través de ella**, y es importante inculcarle al estudiante el por qué una teoría conlleva a otra, por qué una teoría o un modelo para organizar los elementos conlleva a otro modelo, lo que hace que sea una ciencia, una investigación.

P12

No, pues porque me parece que **la tabla periódica es una sistematización de las propiedades de los elementos relacionados con su configuración electrónica** y realmente con base en esa configuración uno puede en cierta manera predecir las propiedades de los elementos. Entonces me parece que **es un elemento fundamental en la enseñanza de la química**.

P13

De ninguna forma. **La tabla periódica resume las propiedades, resume las relaciones, resume la lógica de la presentación, del orden que hay de la materia y no puede de ninguna forma tomarse información completamente aislada para presentarla en base ¿en qué? Hace falta una base, y la base es esto.**

P14

No, no, si es química general, no

E.- ¿Por qué?

Porque **la tabla periódica resume de una manera única una serie de propiedades, las sistematiza**, de otra manera... ¿qué pretende la química general?.. dar una idea de la química ¿no?, y por lo tanto es necesario, bueno....

P15

No. **Porque para entrar luego a hablar de cualquier cosa, de átomos, de cualquier cosa, necesito conocer algo de los elementos, al menos situar los elementos**, y por lo tanto para mí la química... a ver, la tabla periódica, tiene que estar en algún punto. Puede ir al principio o al final, pero tiene que estar. Para mí...eh.

P16

Si yo ahora hiciera un curso de química general, sin duda yo hablaría de la tabla periódica. Seguro que no acabaría el curso sin que hubiéramos visto, dos clases, como mínimo, de tabla periódica. O sea me parece un error que no esté en un programa de química general.

No, porque la química general sin la tabla periódica hace muy difícil hacer mirar al alumno la química como una ciencia experimental, porque generalmente se explica el equilibrio químico, se explica por tanto producto de solubilidad, ecuaciones redox, se explican principios de la termodinámica, a lo mejor teoría atómica y enlace químico, pero todo esto no encuentra una traducción real en la química **si no se explica tabla periódica, si no se explica sus elementos que tienen un comportamiento propio y que la manera de ordenar, de sistematizar este comportamiento es tener delante la tabla periódica.** Por tanto yo, seguro, aunque no estuviera en el programa, yo le haría unas clases de tabla periódica.

Incluso si no empezara el curso con esto, con las dos o tres primeras clases, para darle un marco general. Nos preocupa como se comportan los elementos químicos, de esto trata la química, es la ciencia de la transformación de la materia. Hay unas reglas de juego, o creemos que nosotros conocemos estas reglas de juego, pero entonces empezaría a hablar realmente de la diversidad de los elementos...

RESUMEN:

Se puede: P10

No se puede: P1, P2, P3, P4, P6, P7, P8, P9, P11, P12, P13, P15, P16

Porque:

Para entender la química y enseñarla:

La tabla periódica es un instrumento q le permite a uno **entender muchos principios de la química.** P1, P3

- La tabla periódica es uno de los pilares de la química moderna. P2

- De la tabla periódica y de todas las propiedades que uno estudia en ella se derivan los conceptos fundamentales de la química. P6

- Proporciona muchos elementos para entender el comportamientos de elementos y de reacciones en sistemas químicos. P3

Es un elemento fundamental en **la enseñanza de la química.** P12

Una evidencia muy fuerte de la teoría atómica... especialmente del modelo de capas que se maneja con la teoría atómica, la estructura. P2

*La tabla periódica se necesita **especialmente** para explicar la estructura de la materia. P10

Para conocer los elementos:

Hay que dar a conocer los elementos, los constituyentes de las sustancias. P4, P8, P15

Para organizar la información:

Para entender las características principales de la información contenida en la tabla periódica. P8

La tabla periódica resume las propiedades, las relaciones, la lógica de la presentación, del orden que hay de la materia. **Hace falta una base, y la base es esto.** P13, P16

El objetivo es mostrar que el comportamiento de los elementos, el comportamiento de sus propiedades químicas y físicas no son digamos del todo azarosas, sino que hay unas **tendencias** que empiezan a entenderse precisamente a partir de la **organización** de esos elementos en la tabla periódica. P7

Es como **el sitio** donde uno puede deducir, con sólo mirar la ubicación, el comportamiento de los diferentes elementos. P9

La tabla periódica es una **sistematización de las propiedades de los elementos** relacionados con su configuración electrónica P12

Para conocer la historia de la química:

Creo que la organización de los elementos en ella constituyen no solamente la aplicación para posteriores temas, sino que incluye todo un **contexto histórico** que hubo a través de ella. P11

Primera entrevista – segunda pregunta

¿Con qué objetivo se debe enseñar la tabla periódica en un curso de química general?

P1

¿Con que objetivo? El objetivo es entender, **entender la química.** Si no tiene conocimiento de donde están ubicados los elementos y toda la información q hay alrededor de cada elemento, seguro q no va a entender nada de la química..

P2

Me parece que **es una buena justificación del concepto del modelo de capas de la estructura de un átomo.** Eso por un lado. Es decir, En ese curso se introduce la teoría cuántica atómica, pero sin una justificación rigurosa, entonces al estudiante le puede quedar la duda de para que un modelo tan complicado si hay otras cosas que se pueden explicar por modelos más simples. Entonces la tabla periódica justifica muy bien el modelo de capas.

P3

Proporciona una visión de conjunto de la química. Permite entender propiedades físicas y químicas de elementos y compuestos.

P4

¿Con qué objetivo? Pues, es que cuando uno habla de tabla periódica, uno habla de su estructura, identifica los elementos, y una vez que identifica los elementos arma los grupos. Cuando usted ya tiene como son los grupos, entonces usted ya puede utilizar, decir, eh, **como se combinan esos elementos para dar determinados tipos de compuestos. Y**

como usted lo que ve normalmente son los compuestos, entonces usted puede decir hombre que esta combinación viene de esto con esto, y esto se combina porque esta está en este grupo y este está en este otro y esto se combina así o así. Comparten, o es de tipo iónico, o lo que sea. **Entonces para poder explicar cómo es que se están constituyendo las sustancias realmente**, y tienes como base los elementos y luego los identificas en los grupos, abres una tabla periódica y entonces ya puedes hablar de otros tipos de interacciones de esos elementos.

P5

Yo creo que ya lo dije anteriormente.

P6

Precisamente **para entender todos los aspectos fundamentales de la química**. La forma de comportarse los elementos, las reacciones químicas, **las propiedades que tienen los átomos...**

P7

Ah, sí, por supuesto. Allí la idea es esa ¿no? **El objetivo es mostrar que hay tendencias en el comportamiento tanto químico como físico de los elementos**, ¿sí? eh... eso obviamente es importante dentro de toda ciencia porque se trata es de sistematización del conocimiento. No mostrar que tú tienes una cantidad de elementos, moléculas o especies químicas formadas de esos elementos que tiene comportamientos individuales, sin ninguna relación con los demás.

P8

Exactamente ese, **proveer a los estudiantes con una visión un poco más universal de cómo nuestro universo está construido**, y la tabla periódica es un punto de inicio para todo esto, fundamental. Con esto el estudiante adquiere una visión amplia de que todo lo que le rodea realmente tiene una composición que los químicos, los científicos han estado estudiando hace muchos años, de que cada cosas tiene unas determinadas características, y esas características tienen su origen en cómo están hechas y no solamente en su estructura, sino también en su composición.

P9

Pues pienso que con el que acabo de decir ¿no? **con el objetivo de saber cómo un elemento se comporta**.

P10

Es decir, no es que yo crea que no sea importante la tabla periódica. Yo creo que sí es importante, lo que pasa es que se podría dar un curso de química general sin la tabla periódica.

Yo pienso que el único objetivo de incluirlo (el tema de tabla periódica) es explicar la estructura de la materia.

P11

Tiene relación con lo que acabo de mencionar, o sea, es **mostrar el contexto histórico de la organización de los elementos en la tabla periódica**. Con base en la organización de ellos en los grupos y los períodos, **podemos posteriormente inferir propiedades de acuerdo a esa ubicación**.

P12

Pues básicamente es ... pues yo siempre he creído que uno de los poderes de la química estructural es la capacidad que se tiene de predecir propiedades con base en estructura electrónica, entonces orientando la enseñanza en ese sentido, que también vale eso para otras ramas de la química, especialmente de la química orgánica, entonces creo yo que se debe tener muy en cuenta eso.

E.- Entonces, básicamente ¿por qué? ¿por la parte estructural?

Sí, porque yo pienso que en vez de enseñar como nos enseñaban antes memorísticamente las cosas, ahora uno **con base en estructuras puede explicar propiedades y predecir**, entonces me parece que es mucho más racional que el método memorístico.

P13

El objetivo principal de la química general con la ayuda de la tabla periódica de los elementos **es principalmente mostrarle a los estudiantes ese orden que tiene la naturaleza, esa relación entre diferentes elementos, esa diferencia también que tienen entre ellos**, y cuando uno tiene planteada la piedra fundamental, lo demás se hace muy sencillamente.

P14

Con ese, **con el de sistematizar una serie de propiedades**.

P15

Para luego entrar a explicar la química orgánica y la química inorgánica. O sea que todas las propiedades básicas se dan en química general, y luego se utilizan. O sea, yo tengo que definir potencial de ionización, y para eso necesito hablar de la tabla periódica, **porque necesito saber cómo varían todas las propiedades periódicas en la tabla periódica**. O sea, para mí es imprescindible. Aquí o en otro sitio, pero en algún momento tendríamos que ver la tabla periódica.

P16

Yo creo que a este primer nivel, muy simple, y es que la química como ya te he dicho, es la ciencia que estudia las reglas de juego de la transformación de la materia. Hoy se conocen

115 elementos químicos, de los cuales algunos evidentemente no están en una botella en el laboratorio, ni lo estarán en un futuro próximo. Pero de estos ciento y pico, se conocen, ya están descritos más de veinte millones de compuestos. Esto quiere decir que cada elemento tiene unas reglas de juego muy amplias, porque si no, evidentemente los químicos no se habrían molestado en sintetizar compuestos que son iguales unos a otros. Por lo tanto, hoy se conocen que estos cien elementos tienen una diversidad de comportamiento muy grande. Y claro, el químico se ha de plantear ¿va a ser posible tener unas ideas básicas, **tener una estructura mínima para entender cómo funciona la química? Y, realmente, para esto el eje principal es la tabla periódica.** Por lo tanto, como una razón, **es la base de lo que nosotros vamos a ir desarrollando, no a través de este curso, si no en los cursos próximos es el marco donde vamos a poner todos estos conocimientos.** Porque realmente la tabla periódica, me parece que ya lo comentamos en alguna otra ocasión, haciendo la analogía con el árbol genealógico. A mí me parece que es muy útil, porque un árbol genealógico interpretado por un historiador puede ser impresionante, puede tener un interés enorme. Y al final el químico lo que logra es incorporar sus conocimientos a esta ordenación de los elementos, y hace mucho más fácil predecir, explicar unas reacciones químicas, es decir, su mismo... los temas que él trate en base a donde está este elemento, qué vecinos tiene, que tipo de compuestos forma... esto lo puede sistematizar muy bien si tiene el marco de la tabla periódica. O sea, **le permite ordenar toda la información de que se dispone el química, o mucha parte de esta información.**

RESUMEN:

Objetivo general:

Entender la química. P1, P6

- Proporciona una visión de conjunto de la química. P3
- Para poder explicar cómo es que se están constituyendo las sustancias realmente. P4
- Para poder explicar y predecir. P12
- Proveer a los estudiantes con una visión un poco más universal de cómo nuestro universo está construido. P8

Permite ordenar (sistematizar) la información de que se dispone el química. P16

- El objetivo es mostrar que hay tendencias en el comportamiento tanto químico como físico de los elementos. P7, P11, P13, P15
- Saber como se comporta un elemento. P9

Mostrar el contexto histórico de la organización de los elementos en la tabla periódica. P11

Objetivo específico:

Es una buena justificación del concepto del modelo de capas de la estructura de un átomo. P2

Yo pienso que el único objetivo de incluirlo (el tema de tabla periódica) es explicar la estructura de la materia. P10

Primera entrevista – tercera pregunta

¿Qué crees que se debe enseñar de tabla periódica en química general?

P1

¿Sobre tabla periódica? **Pues yo creo q las propiedades periódicas sería lo fundamental. Tales como tamaño, radio, potencial de ionización, electroafinidad, propiedades metálicas y no metálicas.** Todo esto q uno ve en química inorgánica, con cierta profundidad, en química general se puede ver también.

- ¿Ud. Enseña carga nuclear efectiva?

R/ En química inorgánica, en química general no.

-¿Y cómo les explica la variación de las propiedades?

R/ Bueno, hay ejemplos, **usamos analogías para poder entender esto de carga nuclear efectiva y creo q a nivel de química general se pueden dar estas analogías**, estos ejemplos para que ellos entiendan este concepto de carga nuclear efectiva sin necesidad de entrar a hacer esos cálculos con unas ecuaciones q a veces los confunde o con unas reglas que tendrían q memorizar. Lo de la carga nuclear efectiva, lo que yo les enseñé usando la analogía de...Uso varias analogías, pero una de ellas es una orquesta q va a dar un concierto y la gente se coloca en filas y lógicamente los q están en las primeras filas pueden participar más del concierto porque están más cerca, pueden oír mejor, en cambio los que están lejos, lejos, ellos se distraen mucho, no alcanzan a oír bien, por la interferencia que hay de toda la gente que hay adelante. Entonces hay una gran diferencia entre la impresión que recibe el q está adelante q el q está bien, bien lejos. Es una cosa completamente diferente. Lo mismo pasa con los electrones en el átomo, los electrones q están más lejos del núcleo tienen un comportamiento muy diferente a los q están más adentro. Esa sería una analogía. Hay muchas, pero esa me ha permitido explicarle a los estudiantes lo de la famosa carga nuclear efectiva.

E. -Sin hacer cálculos.

- Sí, sin hacer cálculos.

Sin usar reglas, sin tener q memorizar reglas.

Lógicamente cuando uno logra explicarles a ellos a través de cálculos cuantitativos, en donde se puede conocer la fuerza con q el núcleo atrae a sus electrones, y ver la diferencia entre la fuerza que atrae a un electrón que está adentro y uno q está afuera, eso aclara más al estudiante le puede interesar, si es que está en realidad muy motivado por la química. El problema con la química general es q hay q dársela a gente q no le gusta la química. Hay una diferencia entre darle la química a un estudiante de química que a un ingeniero civil, o agrónomo. A un ingeniero civil, a un ingeniero sanitario, a un ing. Agrónomo no creo q les interesa mucho eso. Si uno a un químico le habla de números cuánticos desde primer semestre, y le habla de carga nuclear efectiva, y todas esas cosas, él se entusiasma, porque él va a la universidad a eso. Pero a un ingeniero agrónomo, o a un ingeniero civil, no creo que le entusiasmen mucho esas cosas.

La respuesta concretamente es que si le estoy haciendo química general a estudiantes del plan de química yo con mucho gusto le gasto tiempo y le hablo de ecuaciones y de reglas y de todo, sí, a un químico, porque sé q él está muy motivado y le servirá en cursos posteriores como físico química, cuando vea inorgánica, cuando vea cuántica. Pero si es un

cursito de química general para un ingeniero sanitario, no profundizo mucho en... en carga nuclear efectiva, simplemente les doy la analogía de la orquesta y otros ejemplos por ahí sencillos.

E. Si en la Universidad del Valle a usted le dieran un curso de Química I para estudiantes de química, a pesar de ser un curso de química general ¿Usted cree que se les debería enseñar sobre tabla periódica?

¿en cuánto a tabla periódica? Bueno, sería las propiedades periódicas, con unos buenos ejemplos, creo yo. Yo les enseñaría propiedades periódicas. Al nivel que se da allí en la química inorgánica. A ese nivel...

E.- ¿Y ahí sí les daría cálculos de carga nuclear efectiva? ¿o tampoco?

Sí, sí les daría, a ese nivel, a estudiantes del plan de química, sí les daría. ¿Por qué les daría? Puede ser una explicación muy interesante. Ellos en el bachillerato han visto también eso, así por encima. Uno habla de potencial de ionización y ellos dicen, ¡ah, sí! Uno les habla de radio atómico y ellos dicen ¡ah, sí! Ellos ya han visto todo, ya se lo saben, mejor dicho, están sobrados...entonces hay oportunidades de darles cosas nuevas. Las cosas nuevas serían estos cálculos, calcular la carga nuclear efectiva. ¡Ay, qué bueno, chévere! ¿qué ha pasado? Esto sí profesor nunca nos lo habían enseñado. Esto es lo que justifica un curso de química general.

Y yo los vivo animando desde el primer día. Les entrego el programa el primer día y les digo, lean. Tienen cinco minutos para leer el programa, y les pregunto ¿hay algo nuevo para ustedes? Entonces unos dicen, ¿los temas? Esos los hemos visto en la secundaria. Otros dicen, bueno, no los hemos visto todos, hemos visto una parte. Entonces ahí viene la explicación mía. Yo les digo, los temas son los mismos, pero la profundidad es distinta. Ustedes en el bachillerato han visto una cantidad de conceptos, pero a una profundidad muy pequeña. Aquí vamos a ver esos mismos temas pero vamos a profundizar.

E.- ¿Y usted les habla sobre polarizabilidad cuando hace tabla periódica?

A los que estudian química, sí les hablo de polarizabilidad. De pronto a los estudiantes primer semestre de química general de ingenierías, yo les hablo de polarizabilidad como preparándolos para cursos de física, que ellos hablan mucho de cargas y de fuerzas. Les digo, eso es muy importante para física, porque ellos en física después lo van a ver. Entonces cuando el profesor de física les hable de polarizabilidad y de efecto polarizante, y de cargas y de todo esto, ellos después se van a acordar que en química lo vieron y que hay una relación. Pero si no es para químicos, no los enredo mucho.

Pero esa parte de carga nuclear efectiva sí es decisiva para un estudiante de química que lo entienda bien. Porque eso le sirve de base para poder explicar muchas cosas, para poder predecir, es que, la carga nuclear efectiva le permite a uno predecir muchos comportamientos y puede uno predecir el potencial, puede uno predecir estados de oxidación, facilidad para oxidarse, facilidad para reducirse. Si conoce bien, si entiende, ¿no? Entender, porque una cosa es entender y otra memorizar. Si entiende bien ese concepto, el puede predecir muchas cosas.

P2

Me parece que el concepto básico que está en el trasfondo que es el concepto de configuración electrónica, en el cual se origina realmente la tabla periódica y algunas de las propiedades electrónicas, la electronegatividad y la afinidad electrónica, el potencial de ionización. También algunas propiedades estructurales como radios covalentes o radios iónicos. Inclusive no me parece mal que se introdujeran algunas cosas descriptivas como algunas tendencias de reactividad, formación de algún tipo de compuesto. Me parece que también sería interesante para los estudiantes.

E.- ¿Carga nuclear efectiva, cree que se debe enseñar en química general?

Si, no veo porque no.

P3

Primero, la utilización de grupos y períodos. Segundo, las propiedades de los elementos de acuerdo al período y al grupo donde se encuentra. ¿qué propiedades enseñar? Les daría **tamaño atómico, energía de ionización, afinidad electrónica, electronegatividad,** aunque esto es más de enlace químico. Pienso que algo de **propiedades magnéticas** se puede enseñar en un curso de estos.

P4

Fuera de la estructura ya lo que viene más que todo son las aplicaciones, ¿no?

E.- ¿y de propiedades periódicas?

De propiedades periódicas, ¿en referencia a qué? ¿al comportamiento de los elementos? Bueno, sí, todas las propiedades periódicas inherentes dentro de la tabla periódica. ¿no? **La carga nuclear efectiva, el potencial de ionización... no, la energía de ionización,** en vez de potencial para que no se confunda con el potencial que ven en analítica. **Polarizabilidad, y es un concepto que poco usan, y es un concepto clave, interesantísimo, que puede ser usado para explicar por qué unos compuestos son coloreados y otros no, y eso generalmente no se mira así, la gente que no mira la inorgánica desde ese punto de vista, obvia el concepto de polarizabilidad. Lo confunde mucho con el concepto de polaridad, que son dos cosas totalmente distintas.**

P5

Para poderlos tener en esta periodicidad, saber sus propiedades físicas y químicas.

E.- ¿cuáles propiedades?

Todas, todas, todas...

E.-¿carga nuclear efectiva? ¿radio? ¿energía de ionización? ¿afinidad electrónica?

Todas.

E.- ¿polarizabilidad, la enseñas tú?

También, sí.

E.- ¿electronegatividad?

También...

P6

Bueno inicialmente yo pienso que **la configuración electrónica es fundamental**. De allí se empieza normalmente a trabajar con **radios atómicos, radios iónicos**, y con base en la configuración electrónica se puede explicar perfectamente lo que es **electronegatividad, potencial de ionización, afinidad electrónica...**

E.- **Polarizabilidad, ¿enseñas tú en química general?**

Sí, claro.

E.- **¿Y carga nuclear efectiva?**

También.

P7

Eso sí es buena pregunta... eh... digamos los conceptos de tamaños, aun cuando de todos modos en el concepto de tamaño, llámense radios iónicos, diámetros iónicos, viene **el problema de la dicotomía entre el concepto clásico y cuántico...** de digamos de tamaño, como entender tamaño del átomo como una barrera cerrada, como una pared o entenderlo desde el punto de vista de zonas de probabilidad. Ehh.. pero de todos modos es **importante mostrar tamaños iónicos** para tener una idea de las magnitudes de las estructuras con las cuales estamos jugando. También mostrar conceptos como **afinidad electrónica, potenciales o energías de ionización**, también son importantes para entender reactividad de los materiales en general, eh, el concepto de **electronegatividad**, aun cuando necesariamente esta no es una propiedad de un elemento sino que implica al menos dos... por el mismo concepto.

El concepto de polarizabilidad me parece mí que es útil, pero no necesariamente a nivel de química general. El concepto de polarizabilidad digamos es más de uso para la gente que se va meter en una carrera que tiene mucho más que ver con la química. O sea, yo entiendo que el curso de química general, pues allí hay estudiantes donde no necesariamente su objetivo principal es la química. Me parece a mí que el concepto de polarizabilidad es más para entender detalles a nivel de enlaces moleculares y estructuras, es útil para entender propiedades espectroscópicas, que son más de interés de la gente de química. En ese sentido, bien, pero si es un curso como para gente que solamente ve química para complementar su currículo y entender digamos la relación entre la química y su campo, tal vez me parece a mí que no es muy...

E.- **carga nuclear efectiva ¿la enseñas tú?**

Carga nuclear efectiva... de nuevo, con ese concepto.. tengo que aclarar, en primer lugar, mi experiencia haciendo cursos de química general es de dos años, un curso de química fundamental, que aquí en la Universidad del Valle está dedicado para estudiantes de ingenierías, de diferentes áreas de ingenierías, un curso de Química II en donde no se discute tabla periódica y un curso de Química I para los químicos en donde sí se discute tabla periódica. De todos modos está en el programa discutir el concepto de carga nuclear efectiva, **sin embargo yo particularmente tengo mis dudas al respecto, porque de nuevo el problema con ese concepto es de nuevo el problema de los modelos ¿si? Cuando tú tienes en última estructura atómica lo que tú quieres es llegar a un modelo cuántico de estructura atómica, pero el asunto es que para poder explicar cualitativamente el concepto de carga nuclear efectiva típicamente uno usa**

modelos clásicos ¿sí? El átomo como una estructura cerrada, en donde hay unos electrones que están ocupando una zona del espacio digamos cerca del núcleo, otros electrones que están en una zona mucho más allá, entonces hablar del concepto de apantallamiento significa que tú dices hay unos electrones que están más cerca y hay otros electrones que se sienten apantallados y que están más lejos, pero eso rompe con el modelo cuántico. Entonces, **para mí digamos es una mezcla de modelos. La explicación del fenómeno implica mezclar dos modelos que en principio no tienen nada que ver el uno con el otro. Y eso crea, a mi modo de ver, confusiones en el estudiante.**

P8

Bueno, primero que todo lo que es ¿no? La clasificación que la tabla periódica es.. **cómo se lee la tabla periódica, superimportante entender ese tipo de cosas. Qué tipo de información y cómo se puede utilizar esa información a problemas reales** ¿no? En sus otros cursos... que la tabla periódica contiene...

Entonces **cómo la información está organizada en la tabla periódica, ya que no solamente es lo que está escrito, sino también como está organizado... el organigrama de la tabla periódica, que también te dice sobre determinadas propiedades de los elementos** que allí están... entonces...sí yo pienso que toda la información de por qué la tabla periódica está construida como está construida, es muy importante.

E.- ¿qué propiedades crees que deben estar incluidas en el tema de tabla periódica?

A ver... en el tema de tabla periódica, principalmente, empezando por el principio es lo que es **símbolos que hay en la tabla periódica**, y bueno porque algunas veces le hace una referencia a los estudiantes de **por qué determinado símbolo tiene determinado nombre**. Segundo **por qué la tabla periódica está organizada como está organizada, propiedades periódicas de los elementos, y como estas se relacionan al punto en el cual están ubicados, en el cual cada elemento está ubicado y por qué está ubicado en ese punto en la tabla periódica**. A ver...¿qué otro tipo de información importante?... También información de tipo electrónico que está contenida en la tabla periódica y cómo esa información de tipo electrónico relaciona diversos valores que la tabla periódica tiene, como energías de ionización, datos de electronegatividad, y bueno... etc, etc, muchos de los valores que hay... masa, número atómico...

P9

Bueno, **la distribución de la tabla periódica**, o sea que está organizada de acuerdo al número atómico, Z , **la distribución, los grupos, hacer énfasis en cuáles son sus similitudes y por qué, que hay detrás de todo eso...** fundamentalmente eso.

E.- ¿y qué propiedades periódicas?

¿en tabla periódica? Todas, **tamaño, energía de ionización, electronegatividad, aunque no está muy clara, inclusive está ligada a carga nuclear efectiva.**

E.- ¿polarizabilidad?

Yo les hablo de la **polarizabilidad en química general, pero realmente no lo enseño como tal. Ni la relaciono con la tabla periódica.**

Afinidad electrónica, sí.

P10

En química general lo más importante, lo más importante en química general a nivel de tabla periódica es demostrar, es **mostrar cómo están organizados los elementos químicos, y mostrar que ese orden que siguen los elementos químicos de pronto pertenece a un orden mucho más general.** Antiguamente salió una organización de la tabla periódica que organizaba los elementos como si fueran octavas. Desde ese punto de vista se puede demostrar que la organización de las sustancias químicas en todo el Universo obedecen cierto orden y ese orden podría ser el mismo orden que se incluye en la escala musical y prácticamente todo evento sigue el mismo orden que siguen las notas musicales.

E.- Y de propiedades...¿qué crees que se deba enseñar?

Yo creo que es muy importante, es importante, por ejemplo, **mostrar qué orden sigue el potencial de ionización, la afinidad electrónica, como crece el tamaño, digamos en un período o en un grupo, eso es importante... Yo creo que específicamente para mostrar que todo en la naturaleza sigue un orden, que la naturaleza no es tan desordenada...**

P11

Se debe enseñar **el por qué de la ubicación en los grupos y en los períodos.** Es decir, **como a partir de los números cuánticos se llega a la configuración electrónica, como la configuración electrónica, sea de la capa de valencia o todos los electrones nos indica como organizar esos elementos en períodos y en grupos, y posteriormente, las propiedades que se derivan de esa tabla periódica.**

P12

Pues, personalmente me parece que **la actual tabla periódica con base en número atómico, o sea como elemento organizador o clasificador pues la, la organización en cuanto a periodos y grupos y como uno con base en la distribución electrónica de la capa de valencia puede agrupar una serie de elementos en un mismo grupo, yo diría que pues básicamente ese elemento sería lo fundamental.** Para mí no es importante que el estudiante se aprenda todos los elementos pues de la tabla periódica, y realmente yo no me los sé tampoco, yo no soy capaz de decir todos los elementos de la tabla periódica, pero sí las familias de los elementos principales, descartando pues los metales de transición, los lantánidos y los actínidos, por lo menos esa porción de la tabla periódica de los grupos llamados principales pues debe ser fundamental. Ahora, en cuanto a los elementos de transición, pues obviamente es importante con base en el llenado de los orbitales d, pero por lo menos para mí es más sencillo, para un estudiante de primer semestre el que se ilustre la tabla periódica con los grupos de los elementos diferentes, qué son.

E.- ¿qué propiedades enseñaría?

Energías de ionización, afinidad electrónica, electronegatividad, radio atómico, básicamente bueno esas, y por otro lado, **las reacciones más características** explicadas en base en... por ejemplo, para los metales alcalinos, las reacciones con el agua y comparados con los alcalinotérreos, con base en los potenciales de ionización, por qué

unos reaccionan más rápido que otros formando hidrógeno, unos con agua fría, otros con agua caliente, etc.

E.- ¿Usted les enseña carga nuclear efectiva?

Sí, la carga nuclear efectiva me parece que es muy importante porque cuando uno habla de las tendencias y dice que, por ejemplo, la electronegatividad aumenta de izquierda a derecha en la tabla periódica, pues esa es una tendencia general pero que tiene excepciones, variaciones que uno puede explicar con base en el concepto de carga nuclear efectiva y de apantallamiento.

E.- ¿Y polarizabilidad, usted les enseña?

Polarizabilidad, realmente, no.

P13

¿De tabla periódica? **Esencialmente tiene que verse el orden cómo están colocados los elementos.** Que haya la claridad entre los estudiantes que el orden definitivamente de los elementos es la distribución en este caso por protones o por electrones, una buena introducción a la enseñanza de Mendeleiev y los problemas que él tuvo, sería muy interesante también para estos muchachos. Pero hay obligatoriamente que enseñarla, porque al mostrar ese orden y esa afinidad entre ellos **aparecen inmediatamente los grupos, y aparecen los periodos**, parece como arte de magia, pero se va repitiendo. Resulta que una determinada... un determinado átomo, se parece mucho a otro, tiene sus mismas características físicas y químicas, y uno comienza entonces a encontrarle que hay un cierto parecido ... así, si uno mira el primer grupo, el IA, vemos los elementos alcalinos, ¿verdad? Que son muy parecidos en sus características y la persona entonces, el muchacho, va comprendiendo que ellos son afines, que hay algo de parecido entre ellos, y cuando nos metemos en las propiedades químicas, vemos que son completamente parecidas también. Las propiedades físicas, puntos de fusión, incluso las mismas energías de ionización, etc, o sea, que sí, definitivamente hay que trabajar con la tabla periódica.

¿Propiedades atómicas? ¿O propiedades periódicas? Periódicas...las propiedades periódicas... bueno, cuando se enseña **la distribución de los electrones**, que eso es bastante sencillo para el estudiante, **se puede tratar de ver que el solo cambio, por ejemplo, en esa distribución electrónica, así sea de un electrón, sus propiedades físicas y químicas cambian totalmente.** Por ejemplo, cuando uno pasa de un elemento del octavo grupo ¿cierto? adicionando un electrón, inmediatamente pasa a un elemento completamente diferente, que no es gas, que es un metal, por ejemplo, entonces, esa propiedad hay necesidad de analizarla. La propiedad de... las características ahora de cómo es que vamos a rellenar o vamos a llenar esos diferentes niveles energéticos, pues eso se va aprendiendo también en química general. Así se haga una introducción un poco de tipo general, pero el estudiante tiene que ir aprendiendo. Quizás en química general no pueda tratar de ver con un manejo un poco más precisos de los diferentes conceptos de química cuántica, pero el estudiante va a conocer de alguna forma que hay esa distribución periódica y sus propiedades de alguna forma se van a revelar de acuerdo con esa distribución de esos elementos.

E.-¿Y qué propiedades tú les enseñas?

En este caso, por ejemplo, se ve claramente que el muchacho al ver que el número de electrones en este caso van creciendo a medida que adicionamos más y más electrones, los elementos se van ocupando, de alguna forma, y van apareciendo entonces los periodos, que

nos indican un mayor, en este caso, radio atómico. Al tener un mayor radio atómico, el tiene de alguna forma que analizar que ese electrón, por ejemplo, en los del primer grupo, IA, supongamos, del rubidio y del cesio, está mucho más desamparado. Al estar tan desamparado, pues el núcleo casi no se ocupa de él, así que aquí se ve fácilmente que la energía de ionización es mucho más baja para el cesio que, supongamos, para el litio. Aquí definitivamente con la tabla periódica uno explica tranquilamente las propiedades periódicas. Energía, o electronegatividad u otro tipo de propiedad se puede ver aquí en la tabla periódica.

E.- ¿Carga nuclear efectiva?

Eh, sí... ahí en los cursos de química general, sobretodo en el curso de Ander y Sonnessa, estos libros que nosotros utilizamos hace un buen tiempo, se puede trabajar con este concepto. Aunque los libros nuevos adolecen, tienen ciertas fallas, en las que se presentan muchos conceptos y ciertos conceptos que son interesantes, importantes, ni siquiera los nombran. Por ejemplo, en los últimos libros de química general, libros muy grandes, el de Chang, por decir así, pero resulta que hay ciertos conceptos que ni siquiera los tocan, entre ellos, ese.

E.- y ¿polarizabilidad?

La polarizabilidad es un concepto en este caso que se toma ya como un poco más puntual, ese concepto se estudia en fisicoquímica para los estudiantes de química. Nosotros somos conscientes de que otros estudiantes de biología o de ingeniería quedan con esos conceptos en el aire porque no los ven, creo que no los ven en toda la carrera, pero es por falta de espacio. Los estudiantes sí los ven en la parte relacionada con propiedades eléctricas y magnéticas de las moléculas, ven el concepto de polarizabilidad muy bien colocado. En este caso, se hace un estudio exhaustivo sobre esas propiedades porque yo siempre les digo a los estudiantes que para estudiar esas propiedades tanto eléctricas como magnéticas de las moléculas, ahí se explica precisamente la formación del enlace químico, el por qué hay una afinidad entre las diferentes moléculas y ellas de alguna forma pueden combinarse para dar un compuesto. Ahí se explica, pero a veces uno lo explica como por arte de magia, el químico comienza a verlo por la parte eléctrica y magnética que ellas tienen.

P14

Nosotros en la asignatura que yo imparto **justificamos la existencia de la tabla periódica en función de la estructura electrónica de los átomos** y todo aquello. Y...la presentamos, digamos, los chicos ya la conocen, pero de esa manera que se la presentan en el instituto...bueno, esto es una tabla periódica., más o menos así ¿no?...En cambio nosotros hacemos una especie de deducción de la tabla basándonos en las propiedades electrónicas, como te decía antes y...

Bueno una vez definida por decirlo así, la sistematización de las propiedades,¿no? cómo varía **el carácter metálico y no metálico**, como varían los **potenciales de ionización**, cuales son las excepciones y por qué, cuales son **las afinidades electrónicas**, en fin todas esas propiedades que como varían a lo largo de un grupo, a lo largo de un período, etc...

Obviamente esas, ¿no? Están anotadas en el programa q nos dan en el departamento, **las propiedades metálicas, el carácter metálico, los potenciales de ionización, las afinidades electrónicas, los radios atómicos, covalentes, iónicos,**

Nosotros **la definimos simplemente (carga nuclear efectiva)** y es una manera que utilizamos para justificar, porque hay algunas configuraciones electrónicas... Entonces

como le digo nosotros **hacemos algunos pequeños cálculos de justificar porque cuando se construyen los elementos entran primero los 4s antes q los 3d en cambio al revés, cuando se ioniza, salen primero los 4s . Y eso lo hacemos con cálculos de carga nuclear efectiva.**

P15

Primero qué tabla periódica utilizaremos y que no es única, y por qué la utilizamos. Esta y no otra, de las miles que podría haber. Segundo, entraría ya, una vez descrito todo lo que es la tabla periódica, que la puede haber por abundancias, es igual, por número atómico, por peso atómico, **les daría un poco de historia**, por qué me quedo con esta y a partir de aquí hablaría básicamente de propiedades periódicas, empezando por... no sé... **estados de oxidación, potenciales de ionización, afinidades electrónicas, electronegatividad, radios atómicos, iónicos**, todo lo que afecta las propiedades periódicas.

Sí, carga nuclear efectiva y utilizo las reglas de Slater para calcularla. Pero también hablo, antes de explicar las reglas de Slater, hablo de las distribuciones de probabilidad radial. Las reglas de Slater como número, no como concepto. **Pero es importante el concepto de carga nuclear efectiva para ver la variación de los radios , porque es que si no... o el de los potenciales de ionización, depende de la carga nuclear efectiva, porque si no he definido carga nuclear efectiva no me salen las propiedades, me dan al revés, en algunos casos.**

P16

Bueno, pues que realmente **no se puede restringir a lo que es lo más clásico, hablar de potenciales de ionización, afinidades electrónicas, electronegatividad y radios atómicos.** Que es esto da una visión para mí, en fin, bueno, interesante, pero muy parcial de lo que es la tabla periódica. Y que no, que ni hablar, **las propiedades periódicas se han de enfocar como el comportamiento de estos elementos y el comportamiento de estos elementos se basa en unas configuraciones electrónicas, que las pueden deducir muy fácilmente, en la mayoría de los casos.** Hay unas excepciones, pero en fin, la mayoría de los casos directamente de la tabla periódica. Pero **¿qué es importante de la tabla periódica? Pues es saber que incorpora todos los elementos que hoy se conocen. Que puede alargarse, que estos elementos no nos los vamos a encontrar así en la naturaleza. La inmensa mayoría nos los encontramos combinados**, por tanto, que no hemos de esperar que estos elementos, un día vamos por la montaña, hacemos un agujero y decimos "Mira, ahora nos parece rodio, nos aparece zinc o nos aparece titanio. No, la mayoría de los elementos nos los encontramos formando parte de minerales o de sales que están disueltas en las aguas del mar, etc. Por lo tanto, estos elementos tienen unas ganas, tienen una facilidad para combinarse, ¿vale? Si ahora lográramos aislarlos, tendríamos que tener una abundancia muy diferentes. Y en estos momentos, por las minas que se explotan y tal cual pues hay una ordenación y se sabe cómo se pueden ordenar los elementos por su abundancia. Entonces, veíamos que los elementos más abundantes son los más ligeros, ¿de acuerdo? Y después veíamos que en los seres vivos estos elementos también tienen una participación, pero también curiosamente son los elementos más ligeros. Es decir, que la abundancia está directamente

relacionada con las reacciones químicas que tienen lugar en los seres vivos ¿vale? Esto está directamente relacionado. **Y esta abundancia depende de la estabilidad nuclear.** Por tanto, aunque la tabla periódica se vaya alargando, tampoco hemos de esperar que se alargue mucho y que este proceso de alargarse sea tan fácil. **De cierta manera parece que hay un límite que viene marcado por esta estabilidad nuclear.** Es decir, que por muchos neutrones que se vayan poniendo en los núcleos para estabilizar esta densidad de protones, llega un momento que esta estabilización ya encuentra una barrera infranqueable. O sea, resumiendo, **yo hablaría de cuántos elementos tenemos, de su abundancia, de en dónde y cómo nos encontramos estos elementos, la importancia en la química de los seres vivos. Y después ya pasaría directamente a hablar de qué entendemos por un elemento metálico, por uno no metálico y por uno semimetálico.**

RESUMEN:

La tabla:

Qué tabla periódica utilizaremos y que no es única, y por qué la utilizamos. P15

Cómo se lee la tabla periódica, qué tipo de información y cómo se puede utilizar esa información a problemas reales. P8

- el organigrama de la tabla periódica, que también te dice sobre determinadas propiedades de los elementos. P8, P10, P12
- símbolos que hay en la tabla periódica, y por qué determinado símbolo tiene determinado nombre. P8,
- por qué la tabla periódica está organizada como está organizada, propiedades periódicas de los elementos, y como estas se relacionan al punto en el cual están ubicados, en el cual cada elemento está ubicado y por qué está ubicado en ese punto en la tabla periódica. P8

La utilización de grupos y períodos. P3, P9, P12, P13

La ley:

Mostrar que ese orden que siguen los elementos químicos de pronto pertenece a un orden mucho más general. P10

Estructura atómica y configuración electrónica:

El concepto básico que está en el trasfondo que es el concepto de configuración electrónica, (*en el cual se origina realmente la tabla periódica). *P2, P6, P9, P11, P12, P16

- Estructura atómica. P4

Propiedades periódicas:

Las propiedades periódicas tales como:

Carga nuclear efectiva. P2, P4, P6, P9, P12, P15

- solo con analogías. P1

Tamaño, radio. P1, P2, P3, P6, P7, P9, P10, P15

Potencial/energía de ionización. P1, P2, P3, P4, P6, P7, P8, P9, P10, P12, P15

Electroafinidad/ Afinidad electrónica. P1, P2, P3, P6, P7, P9, P10, P12, P15

Electronegatividad. P2, P3, P6, P7, P8, P9, P12, P15

Polarizabilidad. P1, P4, P6,

- solo a químicos. P7
Estados de oxidación. P15
Propiedades metálicas y no metálicas. P1, P16
Propiedades magnéticas. P3

Descriptiva:

Algo de descriptiva. P2, P16
Tendencias de reactividad. P2, P12
Formación de algunos compuestos P2
Aplicaciones. P4
Abundancia. P15, P16
Importancia en los seres vivos. P16

Historia:

Un poco de historia. P15
Una buena introducción a la enseñanza de Mendeleiev y los problemas que él tuvo. P13

Comentarios:

Carga nuclear efectiva:

*“Usamos analogías para poder entender esto de **carga nuclear efectiva** y creo q a nivel de química general se pueden dar estas analogías, estos ejemplos para que ellos entiendan este concepto de carga nuclear efectiva sin necesidad de entrar a hacer esos cálculos con unas ecuaciones. Pero esa parte de carga nuclear efectiva sí es decisiva para un estudiante de química que lo entienda bien. Porque eso le sirve de base para poder explicar muchas cosas, para poder predecir, es que, la carga nuclear efectiva le permite a uno predecir muchos comportamientos y puede uno predecir el potencial, puede uno predecir estados de oxidación, facilidad para oxidarse, facilidad para reducirse. Si conoce bien, si entiende, ¿no? Entender, porque una cosa es entender y otra memorizar. Si entiende bien ese concepto, el puede predecir muchas cosas.” P1*

“Yo particularmente tengo mis dudas al respecto, porque de nuevo el problema con ese concepto es de nuevo el problema de los modelos ¿sí? Cuando tú tienes en última estructura atómica lo que tú quieres es llegar a un modelo cuántico de estructura atómica, pero el asunto es que para poder explicar cualitativamente el concepto de carga nuclear efectiva típicamente uno usa modelos clásicos ¿sí? El átomo como una estructura cerrada, en donde hay unos electrones que están ocupando una zona del espacio digamos cerca del núcleo, otros electrones que están en una zona mucho más allá, entonces hablar del concepto de apantallamiento significa que tú dices hay unos electrones que están más cerca y hay otros electrones que se sienten apantallados y que están más lejos, pero eso rompe con el modelo cuántico. Entonces, para mí digamos es una mezcla de modelos. La explicación del fenómeno implica mezclar dos modelos que en principio no tienen nada que ver el uno con el otro. Y eso crea, a mi modo de ver, confusiones en el estudiante.” P7

Polarizabilidad:

“Polarizabilidad, y es un concepto que poco usan, y es un concepto clave, interesantísimo, que puede ser usado para explicar por qué unos compuestos son coloreados y otros no, y eso generalmente no se mira así, la gente que no mira la inorgánica desde ese punto de vista, obvia el concepto de polarizabilidad. Lo confunde mucho con el concepto de polaridad, que son dos cosas totalmente distintas.” P4

“Me parece a mí que el concepto de polarizabilidad es más para entender detalles a nivel de enlaces moleculares y estructuras, es útil para entender propiedades espectroscópicas, que son más de interés de la gente de química.” P7

Radios:

*“Los conceptos de tamaños, aun cuando de todos modos en el concepto de tamaño, llámense radios iónicos, diámetros iónicos, viene **el problema de la dicotomía entre el concepto clásico y cuántico...** de digamos de tamaño, como entender tamaño del átomo como una barrera cerrada, como una pared o entenderlo desde el punto de vista de zonas de probabilidad. Ehh.. pero de todos modos es **importante mostrar tamaños iónicos** para tener una idea de las magnitudes de las estructuras con las cuales estamos jugando.” P7*

Primera entrevista – cuarta pregunta

¿Están esos puntos incluidos en el programa del curso?

P1

Bueno ahí habla de propiedades atómicas. Las que más usamos, como radio atómico, potencial de ionización, electroafinidad, esas son las más comunes.

E.- ¿electronegatividad?

Electronegatividad, claro, muy importante.

E.-¿esa sí se la da a todos?

A todos, claro. Es que la electronegatividad es una propiedad muy importante que todos tienen que entender. A veces yo les digo a los estudiantes que esto que les estoy explicando hoy aquí, esto también lo debería de saber el común de la gente, ¿sí? Por cultura. Hay cosas que el común de la gente debería saber para explicar muchas de las cosas que estamos viviendo, para explicar el efecto invernadero, explicar el fenómeno del ozono, y todas estas cosas que están tan de moda y que los periodistas a veces abusan y tergiversan. Pero como cultura debieran saberlo todas las personas.

E- ¿Usted no cree que la polarizabilidad debería ser tan importante como la electronegatividad al momento de enseñarles propiedades periódicas a los estudiantes?

Bueno, lo de la polarizabilidad para un estudiante de química, de la carrera de química si lo veo importante. Claro, porque eso nos explica el carácter iónico y covalente de los enlaces, y eso es muy importante. Y considero que para prepararlos para cursos más avanzados, para fisicoquímica, para la química cuántica, esos conceptos son básicos, son fundamentales, pero para el químico, para el que estudia química.

La polarizabilidad estuvo como de moda allá en los años sesenta, pero ahora en los libros modernos de química inorgánica se trata poco de esto.

El programa que yo estoy viendo para ingenieros habla de propiedades periódicas, no especifica que es lo que uno debe dar. Eso ya corre por cuenta del profesor. A los químicos, yo sí les doy polarizabilidad, pero para los ingenieros, creo que polarizabilidad, no.

E.- O sea que usted cree que lo más común que se da es radio, potencial de ionización...

Potencial de ionización, electroafinidad y electronegatividad y muy importante son las propiedades metálicas, como avanzando hacia la izquierda las propiedades metálicas aumentan, avanzando hacia la derecha, la propiedad no metálica, eso es muy importante.

E.- ¿Y otras propiedades que no sean las atómicas que me ha mencionado?

Propiedades, ¿cómo cuáles, por ejemplo?

E.- Si son ácidos y bases, u oxidantes y reductores...

Bueno, eso viene ya en otro capítulo diferente al de la tabla periódica... Ya habla de ácidos y bases como otro capítulo y también estados de oxidación. Aunque en la tabla periódica, yo tengo por ahí algunas observaciones, anotaciones sobre la tabla periódica, qué es lo más importante de la tabla periódica, fuera de las propiedades periódicas, claro. Los números de oxidación son fundamentales, y en la tabla periódica, en una buena tabla periódica, como la de Sargent-welch, es un ejemplo de una buena tabla periódica, uno encuentra toda la información que uno necesita acerca de los elementos. A mis estudiantes les digo, la tabla periódica es una de las herramientas más poderosas que puede tener el químico, y usted es estudiante de química, tiene aquí una herramienta...preciosa... Para mí la tabla periódica es como el directorio telefónico para uno. Usted no tiene q memorizar nada, simplemente tiene q saber q es lo q va a buscar, q necesita y usted encuentra ahí todo. Y para usted buscar en un directorio telefónico, buscar una dirección, buscar una persona, buscar la información q necesite, usted sólo tiene q saber leer. En la tabla periódica hay una información parecida a la del directorio telefónico, usted encuentra una cantidad de información, pero debe de saber que clase de información es la que usted necesita para poder buscar en la tabla periódica. Entonces lo importante de la tabla no es memorizarla, o verla así como tan lejos de uno, es para usarla día a día, y entre más conozca más usted la tabla periódica, entre más uso le dé, se va a encariñar con ella, se va a dar cuenta q es un instrumento de trabajo, como para el ingeniero es la calculadora, como para el médico de pronto es el bisturí. La tabla periódica es una herramienta que le hace a usted más fácil el trabajo químico. Si usted conoce bien la tabla periódica, la información que contiene y sabe usarla, usted sabe bastante química.

P2

Sí.

P3

Sí, pero de una manera muy general. En realidad no profundizo mucho en ellos, solamente doy los conceptos más importantes o más relevantes en el tema de tabla periódica.

P4

Sí... simplemente habla de propiedades periódicas y cada uno da las propiedades periódicas que más o menos maneja.

P5

Sí, en nuestro curso está así, todos.

P6

En todos los programas de química, inorgánica, general y fundamental, están incluidos

P7

Sí, si están incluidos.

P8

En el programa de química general que enseñaba o que se enseña en la Universidad de sí, hay ese tipo de puntos, creo que es muy, muy similar al que enseñan aquí en la Universidad del Valle, pero yo no he tenido la fortuna de entrar (¿?) en el programa de química general. En el programa de química inorgánica general se vuelve a repasar este tipo de propiedades, no todas, solamente algunos puntos importantes sobre como se desarrolla la teoría cuántica con algunos elementos ¿no? Con algunos principios... y cómo algunas propiedades como energía de ionización, electronegatividad, afinidad electrónica, carga nuclear efectiva...que es por cierto una de las más importantes... como este tipo de cosas importantes... la estructura electrónica de los elementos, como afectan su reactividad y sus propiedades y en fin, o sea uno hace una descripción un poco más profunda de cada uno de estos temas... básicamente.

P9

Sí están incluidos, pero la polarizabilidad, no.

E.- ¿y la carga nuclear efectiva?

Yo lo hago, pero **sencillamente dice propiedades periódicas, pero no especifica.**

P10

¿La tabla periódica? Sí, siempre... eso siempre se incluye dentro de un curso de química general.

P11

No. (Lo que enseña no está contenido en el programa de química general)

E.- ¿qué crees tú que le falta al programa de química general?

Primero, lo de la carga nuclear efectiva, que no se incluye, y luego la interdisciplinariedad, las aplicaciones de los elementos en los otros saberes.

Primero, lo de la carga nuclear efectiva, repito, segundo, las aplicaciones de las propiedades periódicas por grupos de elementos, tercero, la interdisciplinariedad con otros saberes.

P12

No, realmente el programa que yo recibí fue un programa muy general, en donde se dan cuatro grandes temas, pero no hay ninguna... no hay ningún desglose de

esos temas, entonces yo, francamente, no tuve en cuenta ese programa. Además, me pareció muy mal diseñado ese programa con base en parámetros pedagógicos y de didáctica. Por lo menos cuando yo empecé y tomé cursos del CREE, a uno le enseñaban como diseñar un programa con objetivos generales, con objetivos específicos, y en ese programa que yo recibí no hay ese diseño. Entonces a mí me pareció terrible que el departamento de Química tuviera ese programa.

P13

¿Cuáles puntos? **Yo no recuerdo el programa**, pero en sí, yo creo que uno está relacionado con otro... cuando habla uno de energía de ionización y después hable sobre radio atómico, están completamente relacionados, yo creo que el estudiante tiene que ver esa relación. Además, son conceptos que se ven, lo que te digo, claramente con la utilización de la tabla. Ojalá tuviera uno la posibilidad, eso yo a veces pienso, que uno pudiera con ayuda de estas herramientas de... internet, herramientas... ayudas audiovisuales, uno quisiera ver una tabla interactiva, llamémosla así, de tabla periódica, donde uno pudiera ver como la tabla, supongamos, se abre o se cierra. Anteriormente yo mostraba la tabla periódica así, como está ¿cierto?, la podía de alguna forma utilizar como tabla modelo corto o modelo largo. Lo podría hacer, no sé, con ayuda de un video beam y simplemente clicar y veo como la tabla se cierra o se vuelve a abrir. Como el radio atómico está aumentando, y así en esos modelitos que el estudiante pudiera ver que es lógico, ¿como no estoy pensando? Aquello, ¿por qué se me aumenta determinada propiedad? Al avanzar en el periodo, por ejemplo, uno pueda ver que quizás el radio atómico va disminuyendo o algo. Entonces uno dice, si no lo ve, y lo aprende de memoria a uno se le olvida, pero con un modelo el muchacho aprende rápidamente.

P14

Sí, sí.

P15

A ver, el problema es que yo no tengo un programa de química general. Pero en primero, se dan dos asignaturas. Una que es estructura atómica y enlace y otra que es equilibrio químico en el primer semestre. **Y en el programa de estructura atómica y enlace hay un capítulo de tabla periódica antes de empezar el enlace.** Por lo tanto para mí es imprescindible hablar de tabla periódica antes de empezar hablar de los enlaces, si no, no he dado el concepto de electronegatividad, y por tanto, es bastante absurdo, o sea que...

E.- Polarizabilidad ¿también la enseñas?

No, en primero, no. En segundo. Lo de carácter polarizante y polarizable no lo enseño. Hablo de que no existen compuestos iónicos puros, no existen los covalentes puros, incluso hago algún número cuando llego al enlace, en el caso de la teoría del enlace de valencia, para ver el porcentaje de carácter iónico en la molécula de hidrógeno. Para que vean que aunque sea un número muy así... existe. Pero no hablo de polarizable ni de polarizante. Lo dejo para segundo curso. Es un concepto difícil además. Eso es lo que yo estoy viendo.

P16

No, no, creo que no. **Creo que no.** Pero también creo, he de confesarte, que el profesor ha de tener una cierta iniciativa. La cuestión no está en el programa, yo la verdad, yo, he reformado muchos programas, los he modificado y cuando he preguntado al correspondiente director, “oiga, ¿le molesta que...?” y me han contestado “No, no, ya puede... ya puede...” Nunca me han puesto ninguna cortapisa, pues yo sistemáticamente, yo cambio el programa. Además considero que el programa es una cosa dinámica, lo que se explica un año, al año siguiente se puede explicar mejor, y posiblemente, más resumido. O sea, no mejor y más ampliado, sino mejor y más resumido. Yo diría, yo animaría a un profesor que tiene un epígrafe “Tabla periódica y propiedades periódicas”, oiga, póngase aquí, de cuatro clases y dedíquese a todos estos temas. No hable únicamente de estas propiedades que el potencial de ionización... que después cuando uno habla si es un metal o un no metal, sí que puede hablar de estas características físicas, pero que ya tienen un sentido. Y es que hay unos elementos de la tabla que tienen una tendencia a ceder electrones, mientras que otros tienen la tendencia es a captarlos, pero cuando están formando compuestos químicos. O sea, acercándome mucho a la realidad.

RESUMEN:

Sí. P2, P6, P7, P10, P15

De manera muy general P1, P3, P4

No sabe. P8

No recuerda. P13

No P9, P11, P12, P16

Primera entrevista – quinta pregunta

¿En qué orden enseña usted esos temas?

P1

Bueno, podría ser, **el tamaño, el radio atómico. Lo que es radio, radio atómico, radio iónico, radio covalente, todos los diferentes tipos de radio.** Explicar muy bien como el átomo está en el espacio, el volumen que ocupa el átomo, todo lo que viene alrededor de la teoría atómica. Pero en la tabla periódica tenemos unos datos, unos números que nos indican muy bien como es q van creciendo los átomos, o como van disminuyendo, en la tabla periódica. Cuando hablamos de tabla periódica estamos considerando grupos verticales y grupos horizontales, y saber en que consiste esa secuencia. Entonces el volumen de los átomos y de los iones se puede entender muy bien a través de la tabla periódica.

E.- Y después, ¿qué les da?

Bueno, después de esto podríamos ver **carga nuclear efectiva**, porque la carga nuclear efectiva tiene mucha relación con el tamaño de los átomos. Para entender bien este concepto de carga nuclear pues se necesita que ellos entiendan bien lo de estructura electrónica, todo lo de estructura electrónica ¿cierto? Como la estructura electrónica también va variando también alrededor de la tabla, con sus excepciones...fenómenos raros

que se presentan ahí a medida que aumenta el número de electrones en las capas. Entonces, sabiendo como es que varía el volumen de un átomo o de un ión a lo largo de la tabla periódica y entendiendo bien como es la distribución de los electrones alrededor de los átomos podemos entender mejor el concepto de carga nuclear efectiva.

Y después de eso, si ya hemos visto carga nuclear efectiva, ya podemos entrar a **potencial de ionización** ¿cierto? Porque el potencial de ionización va a depender de la carga nuclear efectiva y del tamaño. Digo yo, un estudiante puede predecir entre dos átomos, cuál tiene mayor potencial, si entiende lo de carga nuclear, lo de radio, lo del volumen.

Y luego, después de potencial de ionización enseñaría lo de **afinidad electrónica**, que es un concepto correlacionado con el potencial de ionización. Aunque sean opuestos, sin embargo, están muy relacionados. El uno es quitar electrones y el otro es adicionar electrones.

Después ¿qué más podríamos enseñar? **Propiedades metálicas**, ¿por qué? Porque comprendiendo el concepto de potencial de ionización podemos nosotros saber cuando un átomo se comporta como un metal. Si él pierde fácilmente los electrones se comporta como un metal, pero ¿en base a qué?, en base al concepto de potencial de ionización.

E.- ¿y electronegatividad?

Ay, verdad, la electronegatividad. La **electronegatividad** deberíamos meterla al principio. No sé por qué se me olvidó. Pero la electronegatividad podríamos colocarla de primero. Podría ser **radio, electronegatividad, carga nuclear efectiva...**pero la electronegatividad debería estar al principio, no al final..

Y lo de **polarizabilidad** también se puede explicar después de ver electronegatividad, y afinidad electrónica y propiedades metálicas, podemos hablar de polarizabilidad.

Cuando estamos hablando de potencial de ionización, ahí podemos hablar de **números de oxidación**, le estamos quitando electrones a un metal, lo estamos oxidando, y ahí se puede explicar muy bien los diferentes estados de oxidación. Sobre todo los elementos que están en el bloque d. Son los más ricos en estados de oxidación. Entonces ahí también tenemos q hablar de estabilidad, de cómo un ión es más estable, de por qué un d^5 es más estable que un d^4 , que un d^6 . Eso se puede y a los estudiantes les gusta. Eso por el lado de los metales. Por el lado de los no metales también se puede explicar por la afinidad electrónica, por qué el cloro gana un solo electrón, se puede explicar por el lado de la afinidad electrónica

P2

A ver, yo hace dos o tres años que no enseño y no recuerdo exactamente. Pero me parece que yo introduzco la tabla periódica... Bueno, yo he intentado dos métodos. Primero hice la introducción histórica a donde explicaba las leyes de la estequiometría, cómo se definían los pesos atómicos y la tabla periódica, como se llegó hasta la tabla de Mendeleiev. Y luego más adelante sí se hablaba de la teoría cuántica y se mostraba cómo la teoría cuántica explicaba esas observaciones empíricas. Pero también he intentado el otro ángulo, y es comenzar de una vez por la teoría atómica e ir avanzando en orden más lógico hasta llegar a la tabla periódica como una consecuencia de la configuración electrónica. Todavía no sé cual es mejor. Yo le llamo el orden histórico y el orden lógico, pero yo no me atrevería a decir cual es mejor.

P3

Primero enseñé lo que es la estructura electrónica para justificar algunas propiedades periódicas, muy someramente enseñé la carga nuclear efectiva, luego enfatizo en el tamaño del átomo y luego energía de ionización y afinidad electrónica.

E.- ¿Polarizabilidad, no la trata en química general?

Muy, muy, muy... solamente cuando hablo de fuerzas intermoleculares hablo un poquito de polarizabilidad.

P4

Se presenta primero carga nuclear efectiva, después de carga nuclear efectiva usted puede hablar de... radio, después de hablar de radio, habla de energía de ionización, después de afinidad, después habla de propiedades de los átomos. Estas son propiedades de los átomos, ahora ya vienen propiedades como especies formando un enlace, entonces habla electronegatividad y polarizabilidad. Y eso es todo.

P5

Nosotros utilizamos aquí, primero la carga nuclear efectiva para poder saber que tan atraídos están los electrones para de ahí derivar las otras propiedades. No sé si sea el orden correcto.

P6

Primero, efecto de apantallamiento, después del efecto de apantallamiento, la carga nuclear efectiva y después de la carga nuclear efectiva, el radio atómico y el radio iónico. Y después las otras propiedades.

P7

Bueno, de nuevo, lo hice una sola vez, no recuerdo exactamente, creo que discutí primero los radios, radios atómicos y radios iónicos, después entonces hablé de los conceptos de afinidad electrónica y energía de ionización, luego entonces el concepto...no recuerdo...creo que el concepto de carga nuclear efectiva lo discutí después de tamaños de átomos, y al final ya el concepto de electronegatividad.

E.- ¿Tienes alguna razón para haber seguido ese orden?

Humm... bueno, no sé, me pareció un orden lógico en ese momento, tal vez era seguir el programa en ese momento, pero no había hecho una racionalización de cual orden debería seguir.

P8

Sí, bueno, eso es algo interesante. En mi opinión, uno de los temas principales que debe mostrarse es carga nuclear efectiva, porque de allí se desprenden casi todos los otros. Entonces a mí me gusta hacer énfasis en ese primero, y tratar de explicar en qué consiste, ¿no? Y después, a partir de ese mismo derivar las otras propiedades, vamos a hablar de energía de ionización, afinidad electrónica, inclusive electronegatividad, y alguna aplicación del mismo, inclusive alguna reacción de algunos elementos. Entonces yo empiezo por allí y

ahí comienzo a desprender los otros. El último que explico por lo general es electronegatividad.

E.- ¿Polarizabilidad, lo tratas?

Sí, también se trata, por supuesto, y se trata desde el punto de vista de carga nuclear efectiva, que nos permite explicar cómo esto afecta diferentes propiedades de los elementos y de iones y cómo esto interacciona de acuerdo a la polarizabilidad de cada uno.

P9

¿Los de las propiedades? Pues siempre arranco con la parte histórica, después hablo un poquito sobre los representativos, cómo la primera tabla... más o menos les hago historia, les hablo de las octavas, de las tríadas y todo eso. Y luego hago un poco de historia. Después llego finalmente a cómo está organizada la tabla periódica hoy en día, de lo importante que es la tabla periódica, y entonces ahí comienzo a decir por qué es tan importante, y comienzo a hablar de por qué las propiedades periódicas, relaciono esa periodicidad con la estructura, y creo que casi siempre arranco con energía de ionización, y después tamaño, o a veces puede que los invierta.

E.- ¿entonces no hace siempre el mismo orden?

No..., creo que no

P10

Realmente no recuerdo porque hace tantos años que no la enseño...

P11

La primera propiedad que se debe enseñar es la carga nuclear, tanto la carga nuclear como la carga nuclear efectiva y con base en qué tanto retenga o no el núcleo a los electrones de valencia y qué tanto apantallamiento hagan los electrones internos, inferir propiedades como potencial de ionización, afinidad electrónica, radios o tamaños de los átomos, en cualquiera de sus conceptos y electronegatividad.

Primero, carga nuclear efectiva. Luego es distinto el orden, es indistinto... el orden entre energía de ionización y afinidad electrónica, porque qué tanto lo retenga o no va a dar para el uno o para el otro, entonces ese orden ahí, no me interesa. Y por último, la electronegatividad, porque ya voy a hablar ya es de la capacidad que tenga el elemento dentro del compuesto, mientras que energía de ionización y afinidad electrónica son básicamente del elemento.

El radio, primero... primero carga nuclear efectiva, segundo, radio, tercero y tercero a, energía de ionización y afinidad electrónica, y por último, electronegatividad.

P12

Pues lo primero es un desarrollo histórico, empezando con las tríadas, las octavas de Newlands y menciono también la propuesta de Chancourtois, de la hélice, para luego llegar a Lotar Meyer y Mendeleiev, y en ese caso yo comparo ambos y a mi modo de ver y con base en lo que he leído, pues, me parece que se le ha dado más crédito a Mendeleiev por el hecho de que él realmente fue más allá de presentar los elementos clasificados en periodos

y grupos con base en el peso atómico. Hasta el punto de pues predecir la existencia de elementos que no aparecían y que luego se comprobó que sí encajaban dentro de ese esquema. Entonces, primero, el desarrollo histórico. Ahora, normalmente eso viene precedido de una descripción de la estructura electrónica del átomo, porque pues no podría uno pasar a Moseley y la actual clasificación si no tiene uno conocimiento de la estructura electrónica del átomo, la distribución electrónica en niveles de energía, orbitales, todo eso. Entonces, viene precedido por un capítulo de estructura atómica, como es la estructura de la materia y luego sí, al empezar la tabla periódica con un desarrollo histórico para luego ya entrar a como la actual tabla periódica, en donde se tiene en cuenta como parámetro clasificador el número atómico, puede organizar las propiedades que mencioné anteriormente y lo que tú dijiste de la carga nuclear efectiva pues obviamente es muy importante para poder explicar digamos ciertas discrepancias, diría uno, en las tendencias generales.

E.- ¿en qué orden enseña usted esas propiedades?

Bueno, realmente yo he considerado para un estudiante primíparo es muy importante un libro de texto guía que él pueda consultar después de la clase. Porque evidentemente en la clase el estudiante realmente no aprende. Aprende es cuando se sienta por su propia cuenta a tratar de digerir y de organizar sus conceptos, y de lo que llamamos, apropiarse del conocimiento. Entonces, yo más o menos he seguido un libro texto, que es el libro de Chang, y pues con variaciones, pero básicamente he seguido el orden que presenta el libro de Chang, muy, muy pocas variaciones. Por ejemplo, yo en este momento no estoy dictando el curso, así que no recuerdo exactamente el orden.

E.- ¿en qué orden cree que se debería presentar?

Bueno, una de las cosas que me parece importante es el desarrollo de los modelos atómicos, entonces, si uno empieza por el modelo... o empieza, no, considera el modelo de Rutherford, en donde se plantea que el núcleo es una parte muy pequeña, o tiene un tamaño muy pequeño con respecto al tamaño del átomo, entonces me parece que ese parámetro, el tamaño del átomo, es importante. En ese caso, una analogía, hablando de analogías, que yo hago tratando de visualizar la relación del tamaño del núcleo con respecto al tamaño del átomo es el de la plaza de toros. Entonces, yo les digo que una aproximación es considerar el tamaño del núcleo como un grano de arena en el centro de la plaza de toros, y el redondel de la plaza sería el tamaño del átomo. Entonces, pues uno podría empezar con el tamaño, luego la... talvez por ser muy conservador en ese sentido, empezar por los metales alcalinos, y entonces empezar con la energía de ionización y entonces tratar de explicar con base en la distribución electrónica de la capa de valencia por qué las energías de ionización son más bajas para esos elementos alcalinos y luego pues seguir... como se comporta la energía de ionización cuando uno va de izquierda a derecha en la tabla periódica. Luego sería la afinidad electrónica, posteriormente la electronegatividad... yo creo que más o menos ese orden.

E.- ¿y la carga nuclear efectiva?

Pues se tiene que explicar antes de hablar de esas propiedades, porque si no, entonces ¿cómo se explican entonces las variaciones? Cuando uno habla pues de las tendencias para poder explicar en algunos casos por qué entonces vuelve a bajar el valor de la propiedad tenía que haber explicado. Por ejemplo, yo había dicho que el capítulo de tabla periódica tenía que estar precedido de un capítulo de estructura atómica, y entonces en ese capítulo se habla de los experimentos de Moseley y la relación que él encontró entre la frecuencia de la radiación emitida con respecto al número atómico.

E.-¿usted hace cálculos de carga nuclear efectiva?

No.

E.- ¿sólo cualitativo?

Sólo cualitativo... O sea yo realmente en clase no lo enseñé, no toco ese punto cuantitativamente, pero en los problemas del libro sí hay algunos ejemplos y yo semanalmente le pongo talleres. O sea el curso que yo dicto, a pesar de que no tiene talleres programados, porque es un curso de cuatro horas de clase yo las horas que tengo de consulta las convierto en horas de taller. De todas maneras se supone que uno está disponible, de modo que yo consigo un salón y programo talleres en los cuales discutimos con los estudiantes primero, la tarea que se les dejó, y segundo cualquier inquietud que ellos tengan, y cuando eso se agota lo que hacemos es escoger problemas del libro, al azar y trabajar sobre esos problemas. Normalmente yo los organizo en grupos de a tres, y trabajan para las tareas en esos grupos, y en los talleres que el grupo se organiza en dos subgrupos más pequeños pues también trabajan en equipos.

P13

Primero, lo primero es la base fundamental, lo que te dije al comienzo, los problemas que tuvo Mendeleiev. El ordenamiento que él hizo, esta tabla periódica, fue basado en sus pesos atómicos, con un argumento muy serio, pero que, un poco más adelante pudo refinarse a través de los números atómicos. Eso primero, o sea, esa es la base fundamental. Al muchacho se le explica la ley de Moseley, y vemos entonces que a través de Rayos X podemos de alguna forma detectar el orden. Y el orden lo vamos a hacer con, en este caso, el número atómico, en esa Ley de Moseley. Lo colocamos, no vamos en ninguna forma a aprendernos cada uno de los elementos de la tabla periódica, eso no tiene sentido. Absolutamente. Ni en química general ni a nivel de secundaria, porque yo te comentaba la vez pasada que hay profesores que son torturadores, que les enseñan a los niños que ellos deben obligatoriamente aprenderse esta tabla y que quien confunda, por ejemplo, este, el rutenio con el rodio, en el orden, entonces, tiene mala nota. Eso no tiene ningún sentido tampoco. O sea, se les enseña a ellos como es que se va llenando, y ¡listo! Incluso que tenga un nombre, o tengan otro nombre, no importa, la base está planteada. Y de ahí, arranca el resto.

E.- ¿orden las propiedades periódicas?

Las propiedades periódicas que nazcan de aquí. Primero es el radio atómico, que se ve claramente, energía de ionización, demos después la electronegatividad, demos la afinidad electrónica, demos ... características, ahora, metálicas o no metálicas, e incluso yo creo que podría generalizar. Primero, se observa la tabla como es, se ven las zonas, llamémoslas así, cuales son gases, cuales son, en este caso, sólidos, cuales son metales, los gases nobles, donde están los elementos de transición, uno los comienza a ver así, y después comienza entonces a pensar en las características específicas de los elementos que están unidos acá. Yo creo que sería, más bien, tratar de reconocer la tabla. Y de reconocer la tabla, quienes son quienes, comienza luego uno a analizar el resto.

P14

Bueno una vez definidos los grupos, los periodos, todo aquello, que sé yo... propiedades periódicas, propiedades metálicas, carácter metálico, qué es un metal, como lo definimos en

función del carácter ácido o básico de los óxidos, la manera normal que se define esto, y luego como varía de izquierda a derecha, de arriba para abajo y cosas por el estilo. Comparaciones. Después de eso vienen las energías de ionización. Nosotros la afinidad electrónica la consideramos como un caso particular de la energía de ionización. La energía de ionización de una especie negativa. Eso tiene en la historia una gran confusión, por decirlo así, en los libros de texto que la definen como la energía que se gana para darle un electrón al elemento.

Después, el tamaño, la carga nuclear efectiva, por supuesto, la hemos visto antes. Y básicamente son todos esos puntos, tamaño atómico, iónico...

E.- ¿Electronegatividad y polarizabilidad?

Electronegatividad, polarizabilidad, no. Eso lo dejamos para el segundo curso de química inorgánica.

P15

Normalmente, primero ya te digo, hablo de la tabla periódica en general, y por qué la que utilizo está en orden de números atómicos. Esto es lo primero que hago. Luego a partir de aquí hablo de lo que son los periodos y lo que son los grupos. Y pongo nombres, hablo de periodos, grupos, etc., bloques s, p, d y f porque luego me va a hacer falta. O sea, todo esto es el principio. Luego, a partir de aquí hablo de propiedades. Y el orden que utilizo es... desde luego, podría ser otro, pero el que utilizo es primero hablo de potencial de ionización, empalmo con afinidad electrónica, porque para mí son dos conceptos muy próximos, por lo tanto, esto sí que los hablo juntos. Luego a partir de aquí hablo de radios, y hablo de todos, desde los atómicos, los iónicos, y a los de Van der Waals, en los radios atómicos distingo entre los covalentes y metálicos, para ver como se han obtenido, y a partir de aquí...eh... a ver...primero potencial, afinidad, radio y termino con electronegatividad.

E.- ¿Y la carga nuclear efectiva?

La carga nuclear efectiva la utilizo antes, o sea antes de hablar de las propiedades, hablo de la carga nuclear efectiva. Primero de todo porque, luego, ya te digo, cuando hablo del potencial hablo de qué depende, entonces digo, depende de n y depende de la carga nuclear efectiva. Depende de n en un grupo y de la carga nuclear efectiva básicamente, en un periodo. O sea que aquí hablo de la carga nuclear efectiva. Y a veces lo que también hago, lo que no tiene un orden muy correcto, normalmente lo hago al principio, después de haber presentado la tabla, es hablar de números de oxidación, porque lo que me he encontrado es que los alumnos de ahora no lo saben. Por lo tanto es un pegote que tengo que meter en algún sitio. No será algo bien periódico pero en los grupos principales desde luego que lo es. Creo que no me dejo nada.

P16

Yo el primer día, aunque cada año no hago lo mismo, pero sí que dedicaría unas primeras clases a plantear que es esto de la química y entonces evidentemente hablaría de la tabla periódica. Después si en la estructura del curso hay que hablar de estructura atómica y enlace, pues, sería esto y después sería la parte del equilibrio químico, pero sí lo que no me resistiría a hacer durante una o dos clases sería tipos de reacciones químicas. Es decir, mi experiencia en prácticas es que el alumno sigue un guión, y entonces cuando el profesor se

acerca y le pregunta: “Bueno, y ahora que usted ha añadido esta solución a esta otra y le está precipitando un sólido de color rosa...¿qué ha pasado?”. Entonces hay dos tipos de alumnos. Una gran mayoría que se lo inventan, “ah, pues, esto ha precipitado porque el ión sulfato se ha combinado con el bario”. Ah, bueno, puede acertar como ha sido este caso, sulfato de bario. Muy bien. Hay otro alumno que se lo ha pensado y más o menos puede explicar el proceso químico que ha tenido lugar. Pero a mí me sorprendió un alumno una vez. Era un buen alumno y me dijo: “Oiga ¿y yo como lo puedo saber?” y entonces entendí muy bien que esta persona no tenía la base. Entonces el “Baylard (?)”, es un libro del cual yo... y yo tenía este trato de las reacciones químicas, a un nivel muy básico, una clasificación de las reacciones químicas... Entonces a mí me parece esto muy útil para que el alumno sepa distinguir, bueno, pues sí, compuestos químicos básicos, las reacciones que pueden tener estos compuestos químicos básicos. Es decir, que cuando nosotros en el laboratorio mezclamos compuestos químicos, después calentamos o no, según el proceso que hagamos, no estamos cada vez delante de una aventura y una sorpresa. No, no, está previsto que ha de pasar. Entonces creo que esto se tendría también que introducir en un curso de química general. Otra cosa, dentro del enlace químico, yo, la molécula de hidrógeno, la molécula-ión de hidrógeno y tratamientos mecánico cuánticos, me parece que sobran. Me parece que hay que acercarse mucho más a la realidad y saber pues, por ejemplo, que el amoníaco es una molécula que tiene una determinada geometría, que a temperatura ambiente es un gas, que para tenerlo líquido hay que tenerlo a -33 grados, que no tiene nada que ver con las propiedades que puede tener el ión amonio, que en cambio nos lo encontraremos como catión en muchas sales, que estas sales generalmente serán bastantes solubles. Esta idea de que hay unos estados físicos, de que hay unas estructuras, esto es la química real y hay que hablar de esto. Yo aprovecharía un programa clásico lo máximo, pero para acercarse a la vida real. Me encuentro con alumnos que están en tercer curso, y la licenciatura tiene cuatro, que tienen lagunas impresionantes, impresionantes. Y esto es porque no se ha hecho nunca el paso pues de hablar del segundo principio de la termodinámica y ver qué quiere decir que una reacción sea espontánea o no lo sea. ¿Y esto cómo se traduce? Pues en relación con la constante de equilibrio. ¿Y esto qué quiere decir? Vale. Bueno, pues... yo lo acercaría mucho a la práctica...

RESUMEN:

| | H | T.P. | G.P. | E.A. | Z* | r | I | A.E. | E.N. | Pol. | #oxd. | P.M. | P. | D. |
|---------------|---|------|------|------|----|---|---|------|------|------|-------|------|----|----|
| P1 | | | | 1 | 4 | 2 | 5 | 6 | 3 | 9 | 8 | 7 | | |
| P2 | 1 | | | 1* | | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | 6 |
| P3 | 1 | | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ** | ** | | | | |
| P4 | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | |
| P6 | 1 | | | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 5 | 8 | | | | 9 |
| P7 | | | | | 2 | 1 | 4 | 3 | 5 | | | | | |
| P8 | | 1 | | | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 | | | | |
| P9 | 2 | 3 | | 1 | * | 5 | 4 | * | * | | | | | |
| P10*** | | | | | | * | * | * | | | | | | |
| P11 | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | |
| P12 | 1 | | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | | |
| P13 | 1 | | | | | 2 | 3 | 5 | 4 | | | | | |
| P15 | 3 | 2 | 4 | 1 | 5 | 8 | 6 | 7 | 9 | | 10 | 11 | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|---|--|---|--|--|--|--|--|--|--|---|
| P16 | | 1 | | 2 | | | | | | | | 3 |
|------------|--|---|--|---|--|--|--|--|--|--|--|---|

Tabla 1

H= historia; T.P.= tabla periódica; G.P.= grupos y periodos; E.A. = estructura atómica; Z* = carga nuclear efectiva; r = radio, I = energía de ionización; A.E. = afinidad electrónica; E.N. = electronegatividad; Pol. = Polarizabilidad; #oxd. = Números de oxidación; P.M. = propiedades metálicas (no metálicas y semimetálicas); P= Relacionado con la práctica; D= descriptiva; * = alternativamente; **= en otro capítulo; ***= no recuerda;

Primera entrevista – sexta pregunta

¿Enseñas algo de química descriptiva en tu curso? En caso afirmativo, ¿algún grupo en especial?

P1

Bueno, hace muchos años usaba mucho la química descriptiva, la usaba bastante, pero ahora mi tendencia es q entiendan más principios, entiendan el por qué de las cosas, y si quieren saber la densidad del ácido sulfúrico, el punto de ebullición o de fusión del agua, eso lo buscan en una tabla, en una cantidad de manuales. Pero ahora, **mi tendencia es más hacia la química estructural, no hacia la descriptiva.** Porque es que la química q a mí me enseñaron, la química general, aún con el libro de Babor y Lernard, había mucho de descriptivo, bastante descriptiva. Pero yo no le echo la culpa a Babor y Lernard, lo que pasa es que en ese tiempo las cosas eran de ese tamaño. Era lo mejor que se podía hacer en ese tema. Pero es que en los últimos cincuenta años la química ha experimentado un grado de desarrollo tan grande pues por varias razones, la informática, los computadores, todo eso ha hecho más fácil entender las cosas, la divulgación del conocimiento más rápido, y todos los avances tecnológicos, con los equipos de espectroscopía, donde uno pueda entender más la estructura de las moléculas. Entonces, para mí no es tan importante aprender la química descriptiva. La química descriptiva como su nombre lo dice describe, pero no explica. En química descriptiva usted tenía que memorizar una cantidad de propiedades, que el sodio reacciona con el agua, y que el sodio reacciona con el cloro, y que el sodio reacciona con el hidrógeno, y que el sodio reacciona con el oxígeno y que el sodio reacciona con el nitrógeno, para dar óxidos, hidruros, nitruros...etc, no más, y usted aprender eso de memoria para un examen, no le deja nada, no le deja nada, no le deja nada...eso es lo que hace la química descriptiva. **Y la química descriptiva desvirtúa el sentido de la química. La química es más que descripción. La química es explicación de fenómenos, y de hechos. Y eso es lo que ha hecho avanzar a la química, porque ahora sabemos más de la estructura de los átomos, sabemos más de las moléculas y debido a ese conocimiento que se tiene de esa estructura es que se han hecho avances de la química en campos como la medicina, la biotecnología, todos estos nuevos avances se deben a que se conoce tanto de la estructura interna de las moléculas que se conoce muy bien que pasa cuando a esa estructura le quitamos aquí este enlace, o cuando se le acerca alguien acá, eso lo permite es la química estructural, no la descriptiva.**

6a. En la química descriptiva hablaba por ejemplo de los alcalinos, y los libros decían, la familia de los alcalinos y ya uno ubicaba los alcalinos en la tabla en el grupo uno y a hacer

reacciones con cloro, ni con el hidrógeno, porque en ese tiempo el hidrógeno no era considerado un elemento muy importante. Recientemente es que se habla de los hidruros, y todas las cuestiones del hidrógeno, pero anteriormente era como menospreciado. Era considerado como de tercera categoría. Un solo electrón y un solo protón ¿para qué sirve eso? No es mucho lo que aporta. Pero hoy en día, se sabe que el hidrógeno, a pesar de tener un solo protón y un solo electrón, tiene una gran influencia sobre la moléculas. Tiene una influencia, digámoslo política dentro del concepto químico, en una molécula, tiene mucho poder, hasta capacidad de decisión, porque cuando él entra a una molécula le cambia totalmente las propiedades a una molécula. Eso lo ve uno en química inorgánica avanzada, como la formación de un hidruro le cambia completamente las características al compuesto. Si yo logro meter un hidrógeno en un compuesto de coordinación y saco un amoníaco, la presencia de ese enanito q es el hidrógeno, le cambia completamente las características a ese compuesto y lo hace más útil, por ejemplo en catálisis. Los hidruros tienen una gran aplicación en catálisis.

Estamos hablando del grupo uno ¿cierto? Cuando uno enseña la química descriptiva. Entonces uno dice que los del grupo uno reaccionan con el agua, o que se combinan con el agua, no más o que se pueden combinar con el oxígeno par formar óxidos. Pero no pasa de ahí. La química descriptiva, describe.

Entonces yo les pregunto, ¿ustedes conocen la tabla periódica? Sí, todos conocen la tabla periódica. Bueno, vamos a ver, hum, yo les muestro en el acetato toda la tabla periódica, y los bloques, s, p, d, f, y ellos entienden la terminología, elementos del grupo s, los del p, los del d, los del f. Luego les digo, bueno vamos a ver, ¿qué saben ustedes de este grupo acá? Entonces les tapo toda la tabla y ellos se concentran en el grupo uno. Algunos saben algo del uno, dicen que reaccionan con el agua, que reaccionan con el oxígeno, hay otros que no se acuerdan, que memorizaron pero que no se acuerdan. Bueno. Entonces después de que ya he agotado, que la gente ya no dice más del grupo uno, entonces yo les digo, del grupo uno podemos decir otras cositas. Entonces les hablo de estructura electrónica, que todos estos átomos tienen propiedades químicas semejantes, no iguales, semejantes o que tienen la misma tendencia. Todos tienen un electrón en el orbital ns, 1s o 2s, o 3s, o 4s o 5s. Eso con el grupo uno. Entonces ya estoy pasando de algo descriptivo a algo como más científico. Menos descriptivo, les estoy hablando de estructura, de estructura electrónica. Es un concepto de más alto nivel que el descriptivo. Es que la química descriptiva le habla de los hechos, les habla de cosas, pero no les explica el por qué. Es lo que hicieron mis profesores de historia, ¿no? en el colegio. Ellos nos hablaban de la Batalla de Boyacá, cómo había ocurrido, que Bolívar había ido en un caballo blanco, por el lado derecho, y que Ansuátegui iba por el otro lado, con un uniforme azul y unas botas negras. Esa es la historia que a mí me enseñaron. Una historia muy descriptiva pero en estos momentos a nosotros no nos importa eso, nos interesa saber por qué ocurrió eso...y cuales eran las consecuencias de todo eso... es más atractivo, ¿cierto? Lo mismo pasa en la química, si uno se pone a describir, a describir, a la gente se les está privando de que deguste la química, y a uno le gusta la química cuando logra explicar fenómenos, explicar hechos, predecir comportamientos, predecir fenómenos, poder hacer aportes a la ciencia. La química descriptiva no... no hace ningún aporte de esos. Yo no estoy culpando a los autores de la química descriptiva, lo que pasa es que en su época eso era lo que se podía hacer, describir. Como lo que pasó en la medicina, ¿sí? Echemos 80 años atrás, los médicos no sabían ni por qué eran las enfermedades. Sabían que para la fiebre era la quinina, o un remedio

casero, pero no sabían nada más...Pero hoy en día tenemos toda la tecnología para hacer cirugías, para combatir todas las enfermedades...

E.- ¿Y usted les habla de todos los grupos de la tabla?

No, no puedo, el tiempo no me alcanza. Siempre les doy como ejemplo, **el uno o de pronto el de los halógenos. Con el uno les explico como es que se pierde el electrón y cuales son las consecuencias de eso. Y de pronto cojo halógenos del otro lado y ya no les quito electrones sino que les pongo electrones, y les doy el ejemplo del cloro más el sodio, y el NaCl, el sodio tiene que perder un electrón y el cloro tiene que ganar un electrón. Y con ese ejemplo les digo, la química es eso, la química ganancia y pérdida de electrones. No se rompan la cabeza tratando de explicarse la química en una forma muy complicada. La química es sencilla. La química es ganancia y pérdida de electrones y rompimiento y formación de enlace. Eso es todo.** En una reacción, hace un negocio ahí con los electrones o rompe enlaces y forma algunos enlaces. A veces tiene ahí las cuatro cosas, ganancia y pérdida de los electrones más formación y rompimiento de enlaces. Esa es la química. La química se reduce a eso. Si usted entiende bien esos procesos de oxidación y de reducción y de formación de enlaces y rompimiento de enlaces pues con su parte termodinámica sencilla. Para romper un enlace yo necesito fuerza. Para romper una cuerda yo necesito fuerza, y en la formación de enlaces hay liberación de energía. Si usted entiende eso, usted ha avanzado mucho.

P2

Hum, **realmente no**, sí recuerdo que una vez hablé un poco de algunos tipos de reacciones; reacciones de sustitución, de desplazamiento, como para justificarles a ellos, digamos, para motivarlos a estudiar la parte de estequiometría y los tipos de reacciones que hay. Pero darles un capítulo sobre química descriptiva, nunca he enseñado en química general.

P3

No, no

P4

Sí, de lo más relevante. Hablo de **hidrógeno, de oxígeno, de azufre**, eh... dentro del oxígeno, hablo de ozono, para mostrar que esto tiene ingerencia en la capa de ozono, en contaminación... del hidrógeno para mostrar que se utiliza también como uno de los compuestos que llevan los señores al espacio, que es bastante energético. ¿qué más hablo? Hablo del **carbono, del silicio**, por aquello del uso en los computadores. O sea, mostrando elementos que son aplicados a cosas rutinarias ¿sí? el níquel, el platino, el iridio, el titanio, en los huesos... en cosas que ellos hayan oído. Incluso es interesante decirle a los estudiantes, usted, de todos los elementos de la tabla periódica ¿dónde ha oído que se usa uno de estos elementos? Entonces ellos mismos van mostrándole la pauta a uno. Entonces uno les va diciendo: ¡ah, mire este donde está en la tabla periódica! Ah, usted ¿dónde lo ubicaría en el contexto de que nos movamos en los elementos s o p o d...y entonces ellos mismos van armando sus conceptos y ubicando las cosas en la tabla periódica.

E.- ¿Les hablas más de elementos que de grupos en sí?

No, no... se habla dependiendo de lo que se esté haciendo...

Pues normalmente uno da **propiedades generales** de cada grupo, pero particulariza con **algún ejemplo aplicativo** sobre algún elemento que a uno le llame la atención.

P5

Algunas veces yo incluyo eso (descriptiva) cuando es necesario resaltar algunos conceptos.

E.- ¿algún grupo en particular?

En el curso nuestro, sí, damos todos los grupos. Este curso es el que dictamos aquí en química general y en química inorgánica.

P6

Sí, más o menos como los elementos cómo se pueden combinar, reacciones...

E.- ¿algún grupo en particular?

Depende del tipo de química. **Si es la primera, pues los elementos de los grupos principales** y luego de los de transición. De los lantánidos se estudia muy poco.

P7

Bueno lo que yo hice allí fue remitir, digamos en ese caso lo ideal es... creo que **es útil de todos modos es la relación entre estructura de una cosa tan abstracta, de un concepto tan abstracto como es un átomo y la realidad pues macro que nosotros conocemos**. Por supuesto que es útil, pero puesto que no tenía los recursos en ese momento, **lo que yo hice fue remitir a los estudiantes a páginas de internet donde está toda la descripción digamos macro del comportamiento macro, inclusive hay videos donde tú puedes ver que forma tienen, que color tienen, algunas propiedades, inclusive algunas reacciones**. Eso lo hicimos utilizando, como complementos, páginas de internet.

E.- ¿Algún grupo en particular?

No, no, no, no... **lo que sí hice énfasis fue en los dos extremos de la tabla periódica**. Porque digamos utilizando modelos relativamente sencillos es mucho más... tú puedes mostrar las generalidades de las propiedades y mostrar las diferencias digamos significativas ¿no?...de comportamientos. Entonces hice más énfasis en los elementos de los extremos.

P8

No, antes se incluía algo de química descriptiva. En el curso de química inorgánica general se trata sobre descriptiva de los elementos del bloque principal. Para el curso de inorgánica para químicos es diferente ¿no? Se les habla de compuestos de metales de transición ¿no? Pero, bueno, ese es otro cuento.

E.- ¿Algún grupo en especial?

Los del bloque principal, de todas maneras. Empieza uno por la química del oxígeno, los óxidos, la química del carbono, que tal vez la necesitan en química orgánica y también la química de los halógenos, principalmente... algo de la química del silicio...no demasiado, a ver, qué más, química de los metales, los alcalinos, los alcalinotérreos... y... lo más importante, creo que es eso.

P9

No.

P10

En los cursos de química general que yo recuerdo **no había química descriptiva**, química analítica descriptiva, no había eso ¿sí? **pero yo creo que es muy importante.**

P11

Sí. Incluyo **unas generalidades de los tipos de elementos y los tipos de compuestos que forman generalmente, propiedades químicas generales, si son agentes reductores, si son agentes oxidantes, su utilización general** y le pongo un seminarios sobre las aplicaciones, pero de cada grupo hago articular, me propongo es articular lo que hemos visto en las propiedades periódicas en cada grupo. Es decir, tomo elementos del primer grupo, qué características tienen ellos, baja energía de ionización, **alta afinidad electrónica, su radio atómico como va disminuyendo**, cómo estas propiedades periódicas influyen en su comportamiento químico.

E.- ¿algún grupo en particular?

Les hago diferenciación de los elementos, de los elementos del grupo representativo y de los metales de transición. Por mis líneas de investigación, **creo que sí es subjetivo** que yo hable más de los elementos del silicio en los del grupo representativo, y que hable en los metales de transición, sobre los elementos del grupo VIII, porque han sido materia de investigación. Siempre influye el que uno sepa de unos elementos más que de otros para darle un mayor contenido.

P12

Sí, pero muy poco. Yo únicamente he dictado la I, y la química descriptiva está, pienso yo más... más... concentrada en la II y en la III. Entonces **cuando uno habla de las propiedades periódicas, habla un poco de la química descriptiva, de las reacciones de los elementos y comparativamente de un periodo a otro como va variando esa reactividad con base en propiedades periódicas como la ... el potencial de ionización, la afinidad electrónica...etc.**

E.- ¿algún grupo en particular?

Sí, bueno, **los metales alcalinos** se empieza con ellos, se pasa a **los alcalinotérreos**, y luego se coge... bueno, cojo yo, el caso de **los halógenos** cuando uno va a hablar de afinidades electrónicas... y comparado eso un poco con **los gases nobles**, pues, la reactividad. De los otros grupos, en realidad, yo no hablo mucho.

P13

Pues dependiendo de los estudiantes, **dependiendo de la... en este caso del tipo de estudiantes que tengamos, uno siempre se acomoda a ellos.** Por ejemplo, este año, yo tengo, después de muchos años yo tengo un curso de química general, pero es de química

II y resulta que, por experiencia me basé en los libros que los profesores están utilizando, y llevé una gran desilusión, por utilizar los mismos libros, ¿verdad? Que supuestamente son los más modernos. Y resulta que mis estudiantes son estudiantes de aventajados, son estudiantes de física, son estudiantes que piensan más allá de simplemente describir, de la parte descriptiva de un determinado fenómeno, que en estos libros abundan bastante. Cuando yo pienso en eso, digo, no, a veces me toca devolverme por aquellos libros con los que yo trabajaba que era Ander y Sonnessa. Incluso a veces hasta de fisicoquímica general, que le puedan responder más al nivel que estos estudiantes tienen. Porque ellos exigen, y entonces uno no puede de ninguna forma mantener un nivel que puede ser, quizás para un estudiante de nivel medio, incluso, quizás de Humanidades, pero ya para ingeniería, o para física sobretodo, ya hay que pensar en otro tipo de nivel.

P14

No, no.

P15

No, ahora, no. No cabe.

P16

Bueno, claro, yo creo que hay que hacer algún curso en el que se hable de química descriptiva, lo que pasa es que todo un curso con química descriptiva es muy duro, muy duro... Bueno, yo creo que en la primera parte de un curso así, hay que hacer un poco de sistematización. Por ejemplo hablar de los potenciales redox, los diagramas de Frost, en los diagramas de Purvet, lo mismo que yo te decía antes que las reacciones químicas sencillas se pueden ordenar y sistematizar, y hablar un poco de estas sistematizaciones en base a los potenciales redox, a las características ácido básicas, o sea, a ver, antes de hacer una química de grupos, yo hablaría de hidrógeno, hidruros, oxígeno y óxidos. De aquí ya me da campo pues para hablar de (no entiendo)... exactamente. Después ya hago una sistematización. Después ya hablaría un poco de los haluros. Entonces los relacionaría con las estructuras, los haluros de los elementos no metálicos pues son covalentes, son gases, en agua se hidrolizan muy fácilmente. En cambio los haluros de los elementos metálicos son sólidos iónicos y forman estructuras típicas de los compuestos iónicos, etc, etc. O sea que intentaría hacer unas visiones generales y después con estas tres familias, hidrógeno, hidruros, oxígeno y óxidos, halógenos y haluros... Hice toda la tabla periódica... Y después ya me iría a grupos. Los grupos I y II los englobaría juntos, bloque s. Y les daría ya las pautas generales. Y después haría elementos no metálicos del bloque p y después elementos metálicos del bloque p y después elementos semimetálicos. Para dar unas ideas generales. Y en este curso a lo mejor no se hablaría del bloque d, de los elementos de transición. Si se habla, pues, será un poco demasiado breve, pero yo creo que un poco de descriptiva se ha de hacer, se ha de hacer, pero se ha de enmarcar, porque lo que no se puede convertir es el **un listín telefónico**. Reacciones de los hidruros del nitrógeno. Oye, pues, a ver, para que se lo sepan de memoria, no puede ser, si no que ha de estar más en unas líneas generales.

RESUMEN:

La química descriptiva desvirtúa la química. P1
No. P2, P3, P8, P9, P10, P15
Sí, de lo más relevante. P4, P6, P11, P12
Los remití a internet. P7
No se puede convertir es el un listín telefónico. P16
Depende del grupo de estudiantes. P13

¿qué grupos?

El uno o de pronto el de los halógenos. P1, P7
Un poco de cada bloque. P16
Bloque principal P6, P8, P12
Hidrógeno, oxígeno, azufre, carbono, silicio P4
Propiedades generales de cada grupo, con algún ejemplo aplicativo sobre algún elemento
P4
Bloque principal y metales de transición. P11

Primera entrevista – séptima pregunta

¿Qué recursos materiales y metodológicos utilizas? ¿Algo de analogías?

P1

Cuando hay la tabla periódica grande, grande, grande, por ejemplo en los Estados Unidos todos los salones, todos los laboratorios tienen una tabla periódica gigante donde está toda la información. Bueno, aquí, pues, lo que yo les pido es que se consigan la tabla periódica de sargent –welch. Algunos la consiguen, otros le sacan fotocopia en color. [...] Todo estudiante de mis cursos de química general yo les exijo una tabla periódica completa y la sargent-welch es la mejor que hay, además está en color, y el color tiene un objetivo. Entonces ya tienen una herramienta ahí para poder trabajar. **Además hay videos, sobre tabla periódica, sobre reacciones, aunque hay que actualizar esos videos, porque esos videos tienen como 20 años. Pero es básico lo que hay en esos videos, esos videos les hablan de todas las propiedades periódicas, les habla sobre reactividad.** Es un resumen que le beneficia al estudiante cuando previamente se le ha explicado todo lo de tabla periódica. Se pude rematar el tema con un video de estos. Ningún estudiante puede entrar a la clase sin su tabla periódica.

Los famosos talleres, ¿no? Talleres de tabla periódica hay muchísimos, de radios atómicos hay muchos ejercicios que uno se puede inventar, puede predecir entre dos átomos cual es el más grande, cuál es el más pequeño, cuál tiene mayor potencial de ionización, o cuál tiene más facilidad para oxidarse, para reducirse. De eso hay muchísimos **ejercicios, talleres**, unos talleres sencillos, no se necesita que sean complicados, porque es que esos conceptos son sencillos de entender.

Sí, el tema se presta para hacer una cantidad de talleres, hacer ejercicios, quices...

E.- ¿Y usted les deja entrar la tabla periódica al examen?

Sí, si, es que la tabla periódica es para que la `puedan sacar. Uno tiene que tener cuidado de que lo que va a preguntar sea en base al uso de la tabla periódica. Yo no le voy a preguntar

cuál es el potencial de ionización del sodio, y use la tabla periódica. Entonces él tiene que usar el valor que encuentra en la tabla periódica para predecir comportamientos o para predecir si reacciona o no reacciona, o cual de los dos o tres es más reactivo. Pero yo dejo sacar la tabla periódica.

P2

No, realmente nunca he usado ningún material didáctico diferente al tradicional. Es decir, **sencillamente les muestro la tabla periódica y les explico por qué se organiza de esa manera de acuerdo a la configuración electrónica, no más.**

¿En particular para tabla periódica? No, si mal no recuerdo, lo que yo hago **después de enseñarles el ordenamiento de energías que siguen los orbitales, de acuerdo con esta regla de la diagonal, esta regla mnemotécnica, entonces les hago la comparación de ese ordenamiento con el átomo de hidrógeno, entonces les muestro como eso se refleja en el ordenamiento que hay en la tabla periódica.** Y, para que ellos pues se familiaricen con el manejo, si les hago muchos ejemplos de diferentes átomos, me imagino que es lo que hace mucho profesor, **de mirar la configuración electrónica de algún átomo en particular y de ahí sí tratar de predecir cual sería el número de oxidación, o cuales serían las tendencias o las propensiones de ese átomo para su afinidad electrónica, su número de oxidación, todas sus propiedades.** Pero, así un técnica particular, especial, nunca he usado.

Lo único que yo recuerdo, **ahora hablando de analogías, digamos así un poquito jocoso, yo les digo que el argón tiene corazón de neón. Así les digo, pues todos los de ese período tienen corazón de neón.**

P3

Me apoyo mucho en acetatos, **de pronto algunas películas sobre tabla periódica. Primero empiezo dando la clasificación original, las tríadas de Dobereiner, las octavas, llego al concepto de Mendeleiev, y luego paso a lo de Moseley, en donde se define en base al número atómico.**

P4

Bueno, normalmente lo que uno hace es **escribir los s, los p... el bloque. O sea hace uno cuadro aquí, un cuadro más grande acá, el d y el f. ¿sí?** Una vez que uno ya ha hecho eso, uno sí presenta...yo tengo **mis dos tablas periódicas**, se las llevo, les presento, tengo los elementos ahí, todo sino por acetatos, ya establecidos los elementos en cada grupo. Eso es más o menos lo que uno hace.

P5

Yo hago como una introducción histórica primero, y de como se fue construyendo la tabla periódica, y después sí ir llenando, hacer una tabla así como tú dices, blanca y se van colocando todos los elementos.

E.- ¿recursos metodológicos?

Bueno, sí se resuelven problemas. Como siempre al final de cada capítulo hay problemas, entonces tratar de resolver esos problemas, para ayudarles a interpretar.

P6

Normalmente **la tabla que uno cuelga allí, configuración electrónica, cómo se fueron ubicando los elementos...** y

¿recursos metodológicos?

Bueno, analogías, nunca, realmente... resolución de problemas y análisis de propiedades de los elementos.

P7

Es decir, yo tengo **recursos en videos y también en internet**, pero en ese momento no tenía la posibilidad de utilizar el recurso en la clase. Entonces, el asunto es, los estudiantes de todos modos tienen un tiempo adicional que es de estudio para la clase y eso fue lo que usé.

¿recursos metodológicos?

Bueno, de nuevo, ese curso... allí tenía un problema fundamental, y es que ese curso era bastante numeroso. Cuando hablo numeroso con respecto al promedio de los cursos aquí. Obviamente en otras universidades hay cursos gigantescos, pero digamos, en Univalle hay cursos gigantescos, pero digo cuando los cursos son de 30, no más de 40 estudiantes... en ese caso yo tenía un curso de 112 estudiantes, y puesto que no tenía, digamos... asistentes de docencia asignados para el curso, solamente tenía uno, entonces era muy difícil para mí trabajar trabajos en clase, exámenes cortos u trabajos en grupo, discusiones dentro de la clase. Entonces en ese caso, digamos que aunque tenía otros recursos, teniendo en cuenta el tamaño de la clase, teniendo en cuenta el tamaño del auditorio, teniendo en cuenta la gran cantidad de material, el gran volumen para cubrir en el curso, tenía digamos muchas limitaciones y casi todas las clases fueron demasiado, digamos, tradicionales, magistrales... a pesar de que los estudiantes tenían de todas maneras unas tareas asignadas que tenían que resolver y que **tenían taller**. Sin embargo, de nuevo, el espacio de taller era muy pequeño, solamente tenían una o dos horas de taller a la semana y típicamente no estaban todos los estudiantes.

P8

¿Tabla periódica? Para ser honesto, nunca me ha tocado realmente enseñar tal cual la tabla periódica, porque en el curso de química general que me tocó a mí, como asistente, me tocaba más resolver problemas, pero nunca probablemente mostrar la tabla periódica y enseñarla, ahora la manera como la enseñaría sería como te expliqué antes ¿no? **Explicando el significado de los elementos y el por qué están organizados a través de ella de la manera como están organizados y describiendo la información que hay en la tabla periódica y como identificar y como leer eso.**

P9:

No, realmente los acetatos y en el pasado, pero no lo he vuelto a hacer, **organicé unas hojitas que se llaman, yo las llamo hojas de trabajo en clase, en las que colocaba la tabla y luego les colocaba ciertos elementos y como que los ponía a jugar como para que ellos descubrieran qué elementos estaban allí**, pero hace rato que no la uso. Bueno, utilizo mucho **los ejercicios en clase**, muchísimos, y **también utilizo analogías**. Sobre todo por ejemplo para hablar de la carga nuclear efectiva uno utiliza **la analogía del concierto**, que el que está oye menos, siente menos las vibraciones que el que está adelante, que es igual al de la película...

P10:

La tabla periódica... yo enseñaba... utilizando... pues... la tabla periódica... (risas) **utilizando modelos, sí utilizando modelos... y para esto pues utilizaba esferas para mostrar los tamaños y eso...**

E.- ¿recursos metodológicos?

Usualmente utilizaba **solución de problemas...**

P11:

Los recursos son variables y yo creo que son como **con base al curso... No con base al curso, sino con el enfoque**. Por ejemplo, cuando tengo **químicos, les hablo mucho de las estructuras de los elementos**. Cuando les hablo **a los físicos**, aunque la química es una sola, y los conceptos no los varío, el enfoque es diferente, les hablo más de **la parte cuántica, de los electrones, de los saltos de los electrones, entonces les llevo videos, o les hago experimentos sobre la estructura atómica. Ahí en física yo tengo una guía en la que ellos miden las líneas de Ryberg**, les hago una parte experimental dentro de la teoría para que ellos puedan conceptualizar más eso.

E.- y ¿metodológicamente?

Por ejemplo, yo hago la clase, en base a lo primero...que es traer lo **de los números cuánticos... hace primero la parte experimental, las constantes de Ryberg, el espectro atómico, les pongo a hacer con un cd, para que miren los espectros del átomo, y luego, hacemos la parte teórica. Con base en la parte teórica de los números cuánticos, sacamos cómo salen los grupos, los orbitales, los subniveles...** todo eso, utilizo tablero. Y hago mucho ejercicio con ellos, que ellos salgan al tablero. Divido el tablero en cuatro, o en cinco, dependiendo del número de estudiantes y a cada uno le coloco una configuración electrónica, y me van diciendo en qué grupo y en qué período. Luego les presento un acetato, ya un acetato más bonito, como los del libro de Chang, o así, un acetato ya bien elaborado, sobre... estos son los períodos y estos son los grupos, del grupo 1 al 18, por qué antes era IA, IB y les muestro el acetato. Y luego, ellos hacen ejercicios.

P12:

Bueno, realmente, hummm... con base en las transparencias que se tienen en acetato, las que se tienen aquí, pues, y otras que yo he conseguido, por ejemplo, de la red. Pues cada propiedad se ha ilustrado con base en esas transparencias. Entonces, **normalmente se tiene como fondo la tabla periódica**, pero a veces, no necesariamente todos los

elementos, sino los más ilustrativos de una propiedad. **También he hecho pequeñas demostraciones en clase, por ejemplo, la del pedacito de sodio en agua que, si uno lo compara con, por ejemplo, otro metal, digamos el zinc, entonces, pues se puede ver la diferencia, pero eso también lo utilicé como una demostración de propiedades físicas y químicas.**

E.- ¿recursos metodológicos? ¿analogías?

Algunas analogías... tú mencionaste la del bus cuando uno va a hablar de distribución electrónica. Esa analogía pues es una analogía que yo aprendí desde que era estudiante, ¿no? porque el doctor ... fue mi profesor de Química I, fue el que nos la planteó. La analogía que hice de la plaza de toros para demostrar la diferencia de tamaño entre el átomo y el núcleo. La ... cuando uno habla de enlace, la del matrimonio, pues... habla como la formación de una pareja ¿no? Yo realmente no recuerdo en este momento otras analogías.

E.- En general, ¿usted usa analogías?

Como pues he enseñado química orgánica más que química general, por ejemplo, cuando uno habla de lo que se llaman transposiciones 1 – 2, en química orgánica, en donde un grupo salta, y compara esas reacciones que son intramoleculares con las que son intermoleculares, pues habla de dar un paso... pues que no es sino dar un solo paso, mientras que para una reacción intermolecular hay que recorrer un camino más largo. Cuando uno explica resonancia magnética nuclear, la influencia de los protones vecinos en que el... desdoblamiento de las señales, entonces uno habla de los vecinos de la casa de enseguida, o sea, me gusta usar cierto lenguaje coloquial que, por ejemplo, los teóricos les parece terrible, y aún en unas conferencias que yo escribí usé ciertos términos coloquiales para explicar transiciones electrónicas que ... me criticó terriblemente. Cuando por ejemplo un elemento no reacciona con un solvente determinado entonces yo digo que el elemento se muere de la risa, y entonces, pues los estudiantes ya han aprendido eso y entonces cuando uno les pregunta, bueno ¿y entonces qué pasa si yo echo esto en tal solvente? Entonces dicen: “se muere de la risa”. Cosas así... o que por qué un éter se disuelve en ácido sulfúrico, entonces uno habla de la protonación del éter y como ese éter protonado queda en un mar de ácido sulfúrico y entonces al quedar como un ión, una especie iónica, se disuelve en un mar de ácido sulfúrico. Para tratar de dar como cierta dimensión y me parece importante que los conceptos uno los pueda ligar con algo de la realidad cotidiana, si se puede. Porque me parece que esa ligazón puede generar un aspecto mnemotécnico que le facilite a la gente el pensar.

E.- Entonces, como usted ya me escuchó hablar de los entusiastas, reflexivos, etc... ¿usted es consciente de todo lo que hay que tener en cuenta al utilizar las analogías?

Yo anteriormente no lo era tampoco hasta el momento en que discutiendo con ... cuando uno habla de ... del modelo de los orbitales fronteras para explicar reacciones concertadas en química orgánica, entonces, realmente eso es un modelo, es un lenguaje y no necesariamente es la realidad. Lo mismo cuando uno utiliza el lenguaje de las flechas para explicar mecanismos en química orgánica, pues también lo explica como un lenguaje, pero la realidad necesariamente no tiene que ser así, porque también puede ser, y en eso también caí, o fui consciente de eso con base en discusiones con mis colegas, no fue espontáneo.

E.- ¿para qué usa analogías?

Para lo que dije anteriormente. Era de **tratar de ligar conceptos con cosas cotidianas.**

E.- ¿las utiliza antes, durante o después?

Yo creo que durante, o sea, no hay un... yo realmente no las hago pues como a propósito, aunque hay algunas que se vuelven ya como repetitivas, después de enseñar muchas veces, pero, **pero no las hago como a propósito**.

P13:

Depende, lo que te digo, **depende del grupo**. Si el grupo, por ejemplo, precisa de ese nivel y tenemos el tiempo necesario, se puede colocar algo de eso. Generalmente uno trabaja con **los gases nobles**, ¿verdad? Por su especificidad, sus propiedades inertes que ellos tienen. Y, generalmente se trabaja con **los halógenos**, los del séptimo y grupo, y con estos de acá **los alcalinos**. Muy poco ¿sabes? se le deja espacio a los elementos de transición. Porque, por avanzado el tiempo, como avanza el tiempo, uno cree que cubriendo de alguna forma estos grupos, se han cubierto también los otros.

Quizás para química inorgánica, para estudiantes de química inorgánica, sea bien interesante analizarle sus propiedades, tal vez en una forma también descriptiva sobre ciertos elementos, es muy interesante para el análisis.

.- Sí, ese el modelo que se toma de la exposición o descripción moderna de la tabla periódica. Esta es la versión que se denomina la tabla larga. Entonces lo que se hace, es que **se toma una fotocopia de la versión larga y después donde aparece el IA y el IIA tiene que unirse con el IIIA. Entonces, cuando llega y se hace esto, simplemente se toma y se dobla la fotocopia, ¿verdad? Y se hacen coincidir el II y el III, etc, hasta el séptimo y quedan escondidos todos estos elementos de transición. ¿Qué hace uno? o ¿por qué hace uno eso? Uno lo hace con el objetivo principalmente de presentarle al estudiante una mayor facilidad en el entendimiento de la tabla periódica, que haya más comprensión por parte de él, porque a veces el estudiante llega y mira y dice, esto es muy complicado. Cuando uno llega y ve la versión corta, uno solamente ve ocho grupos y comienza uno a mirarla con otra perspectiva ¿verdad? Eso les digo a mis estudiantes, entonces ahí con los ocho grupos están muy claramente definidos quienes son quienes, ¿verdad? Los átomos, por ejemplo, de carbono, nitrógeno, oxígeno, que son tan importantes, después para la misma química orgánica, ¿no? Entonces, uno los puede también de alguna forma colocar ahí. Pero **después**, para gente un poquito más interesada, o algo así... **abrimos...** para estudiantes de química inorgánica, vamos entonces a analizar qué son estos elementos que uno siempre habla: hierro, cobalto y níquel. Vamos a ver cómo es, en este caso, su forma de colocar o de rellenar los orbitales electrónicos. Entonces, ya será específicamente para cada caso.**

E.- Usted usa otros modelos?

Eso cuando yo lo enseñé hace unos diez años por lo menos, o más, yo tenía esos modelos, pero yo me he dado cuenta que ahora con **esa herramienta de internet**, eso se puede lograr. Si llegase un determinado momento, como te digo, yo podría de alguna forma tratar de ver un poquito más interactivo. El estudiante, y definitivamente hay que acostumbrarlo también a eso, y a él, le parece mucho mejor cuando hay algo que le está moviendo y está aprendiendo mucho más.

E.- ¿recursos metodológicos? ¿utiliza analogías?

Siempre lo que hacemos es, de alguna forma el concepto que se da, se presenta a el estudiante para que él pueda entenderlo, hay que aplicarlo. O sea que **utilizar la herramienta del ejercicio**. Primero, ejemplo, se dan uno o dos, tres ejemplos. Después

de que él ya haya comprendido esta parte, se le dejan ejercicios para que él haga en casa. Es más o menos la herramienta que nosotros utilizamos.

E.- ¿Y analogías?

En tabla periódica... ahí es la parte ... la parte... no sé... incluso la parte de analogía quería mostrarte algo, que me dejó pensando, que dije yo, Rita María está interesada más que todo en la parte de analogías y no solamente con la tabla periódica, sino también, a lo mejor, con otros temas de química general y encontré un web muy interesante, y es muy interesante como esta gente colocan y relacionan conceptos muy cerrados, muy precisos con algo de la cotidianidad. Y entonces, al llevar al estudiante a la cotidianidad, inmediatamente comprende exactamente esto.

P14:

Ese es el problema, **muy pocos**, básicamente la pizarra y tiza y de vez en cuando alguna diapositiva que se proyecta. Pero no utilizamos... de vez en cuando un modelo, pero no lo utilizamos para tabla periódica, más bien los utilizamos cuando enseñamos enlace.

Bueno, nosotros en mi curso no hablamos de elementos de transición. Así que prácticamente, están allí, pero en cuanto a las tendencias y todo... **nos remitimos a la tabla corta**.

Bueno, **problemas sí**. Además de las tres horas teóricas que dictamos de curso, hay una hora de clase de problemas. Nosotros al principio de curso le damos a los chicos un montón de problemas y les decimos: "estos son los que vamos a resolver durante el curso". Entonces, semana a semana se seleccionan algunos problemas que ya los chicos en teoría deberían haber tratado de resolver. Y va otro profesor a resolver las dudas y a resolver lo que no hayan podido resolver.

No, a mí no me gustan en general las analogías.

Bueno, es posible que haya utilizado alguna analogía para resolver algún problema concreto, pero así de carácter general, no, no me lo había ni planteado.

¿En tabla periódica? No se me ocurre.....no.

P15:

No, lo que hago es, **la tabla periódica me la llevo y ellos la tienen**. Como no tenemos en las aulas, y esto también es un problema, porque antes sí que había e iba bien, porque con un puntal marcabas en la tabla periódica y situabas a la gente. Ahora esto no está, por lo tanto lo que les dices es que tengan todos encima de la mesa la tabla periódica y vas trabajando sobre la tabla periódica, normalmente con transparencias pones tú y vas enseñando diferentes cosas. Pero no me voy muy lejos porque es que el tiempo no permite. Claro, la tabla periódica son unas horas, y no son muchas, eh, en un curso.

A ver, **me gustan poco (las analogías)**. Yo creo que la química es difícil, y como tal tiene que enseñarse. Otra cosa es que luego les ayudes a hacer problemas, a mirar las cosas, etc. Pero, a ver, la química es la que es, y el potencial de ionización es el que es, es la energía necesaria para arrancar un electrón de un átomo, de una molécula, o de un ión. Lo que sí que hago, por ejemplo, **cuando hablo de un átomo, no pongo sodio solo, pongo varios átomos y pongo varias reacciones. También me gusta hablar de números**. Yo creo que es importante el concepto, aunque hay gente que dice que no, numérico. Qué significa potencial grande. A veces para la gente grande pues puede ser veinte, puede ser mil. Eso sí

que lo hago. Pero ir a grandes analogías, no. **Con la carga nuclear efectiva a veces un poco porque les cuesta. O a veces lo hablas mucho como digo lo de los palomos o puedo decir lo de la tierra. Tenemos la tierra, tenemos un astro y un astro se nos pone delante. Por lo tanto sería un poco la idea de que este electrón, o este astro que hay allí no ve el núcleo, o lo ve poco o lo ve mal.** Y tal, pero soy poco amiga de las analogías, eh, y eso que, quizás, **si me grabaras en clase me dirías: “utilizas más de las que me dices”, es posible, pero como supongo que las voy cambiando, no soy consciente de que las utilizo.** Lo que sí que utilizo son muchísimos ejemplos. Por ejemplo, cuando hablo de moléculas, en un potencial de ionización, pongo el oxígeno, pero pongo el nitrógeno, pongo el hidrógeno. Escribo muchísimas reacciones. Aunque es la misma, ¿no? Porque pondrás esto, para dar esto, y lo harás lo mismo, pero para tener idea de lo que estamos hablando. Porque yo veo que les falla cada vez más lo que es la simbología más básica, o sea los símbolos de los elementos, y por lo tanto, esto sí que lo utilizo mucho en pizarra. Repito mucho, esto también si no lo digo de una manera, intento decirlo de otra, si me preguntan, no... no intento repetir nunca las mismas palabras, que si no se han entendido, no se entenderán. Eso sí que lo hago. Me paro, bastante. Es la manera que lo hago, no sé si bien o mal, pero es la manera que lo hago.

- (Analogías) Pocas, pocas conscientemente. A ver, quizás inconscientemente utilizo muchas más, pero conscientemente, no.

Carga efectiva. **Yo la que más utilizo es la de carga efectiva, porque esto sí que veo que les cuesta. Y además a mí me interesa que vean el concepto de carga efectiva, no la regla de Slater. Y eso lo remarco muchísimas veces.** La regla es una regla y eso sí que siempre digo lo mismo. Cuando hablo de una regla, marco mucho lo que es el concepto, lo que significa y lo que es la regla. Luego lo que hago, aquí sí que quizás hago un símil, porque lo que hago es dibujar, bueno, viene a ser el núcleo (dibuja en el papel un modelo atómico) y luego pongo aquí... y claro explico, este lo ves... pero si le pongo dos, si están aquí también, pero si este lo coloco aquí, pues no... y si hay tres... pues más... Y a partir de aquí... lo que pasa es que intento ser bastante rigurosa, ¿no?, quizás porque mi carrera no lo fue, pero yo sí que lo intento, y es a partir de aquí, en media pizarra, y en la otra media, sin ninguna vergüenza pongo las gráficas de distribución de probabilidad radial, que ya he visto antes en el átomo. Y luego ya partir de aquí, sí que digo, esto sería muy complicado, porque es mecánica cuántica, hacer cálculos cada vez y luego a reglas. Pero no son bien similares los que hago. En potencial de ionización, no utilizo ninguno, seguro. Es sólo en carga efectiva, y a veces.

E.- ¿Cuándo las analogías?

Siempre antes, primero hago ... y luego ya entro en el tema duro, profundo, científico.

P16:

Eh... en estos momentos yo no estoy explicando la tabla periódica, pero si tuviera que hacerlo, bueno, podría hacer una introducción... porque a mí me gusta cambiar, **no me gusta hacer lo mismo cada año,** sinceramente. Puede ser que escogiera **tres diferentes formatos de la Tabla periódica hasta enseñarles que hoy los químicos utilizamos este,** ¿vale? **La clásica, en líneas paralelas, con el bloque d incluido pero con el bloque f abajo. Pero les enseñaría también otros formatos.** Pero lo que sí seguro que les haría, les enseñaría... porque hoy en día se puede hacer muy bien algunas transparencias, con un cañón... **les enseñaría algunos elementos, o sea la fotografía de algunos**

elementos, cómo se encuentran a temperatura y presión ambiente. Decirles que hay unos sólidos. Los metales se parecen mucho, en cambio hay otros elementos que son gases, hay pocos elementos que son líquidos, y buscaría algún ejemplo, que lo sacaría de fotos, evidentemente, y después, también enseñaría alguna familia de compuestos de algunos elementos. Por ejemplo ver que dentro del cloro tenemos una variedad impresionante, desde el cloruro sódico al cloro elemental, pues... algún oxoácido de cloro, o algún interhalogenado, algún haluro de metal de transición, bueno pues comentaríamos y veríamos que un solo elemento nos está dando, pues en fin, muchísimas posibilidades para hablar de química y que quiere decir que un mismo elemento tiene una capacidad de combinación variada. ¿vale? O sea, esto nos puede dar una imagen de para qué sirve la tabla periódica, porque claro, yo con la posición que tiene el cloro en la tabla periódica yo entonces ya puedo suponer ¡ah! ¿qué estados de oxidación espero? Y además con la posición que tiene un elemento no metálico, y bastante no metálico porque está hacia arriba. Por tanto, esto ya me da una serie de pautas para esperar un comportamiento. En realidad este comportamiento se incorpora a la tabla periódica, no es que la primera vez que uno ve el cloro uno ya sabe todo esto, sino que uno ha ido aprendiendo lo que hace el cloro, uno ya deduce que esta posición tiene unas características, que compartirá en parte con el flúor, en parte también con el bromo, en parte con el azufre ¿vale? Esta relación... Entonces yo presentaría hoy la idea de que una cosa son los elementos, que además no los vamos a encontrar así en la naturaleza, y después los compuestos de algunos elementos, esto sí seguro, seguro...

Tú dices analogías, a mí me cuesta pensar en...o sea, la analogía que también utilizaría es la del árbol genealógico, pero, si no, no lo sé...

E -¿Para algunas propiedades periódicas?

Pero es que se pueden enseñar unas gráficas, que incluso se pueden hacer a nivel tridimensional hoy y ver cómo varían al lado de la tabla periódica, los radios son importantes...

E.- Le dí los ejemplos de las analogías de la distancia entre el profesor y el estudiante más lejano para explicar radio, y el de la rosa que pierde primero sus pétalos más externos, para explicar que en el átomo igualmente se pierden primero los electrones más externos, a lo cual me contestó:

Yo las encuentro excesivamente simples estas analogías. Para un curso de universidad, las encuentro excesivamente simples, con toda sinceridad. Es decir, el alumno debe tener imaginación sobrada si le interesa para incorporar este concepto, **hacerse él una analogía**. Pero a mí me parece simplificar excesivamente. Porque, por ejemplo, la cuestión de los radios, nosotros no podemos medir radios directamente, ¿de acuerdo? entonces hemos de establecer una convención que nos permita decir hasta, es decir, como se distribuye la distancia internuclear entre los núcleos. Entonces esto en los compuestos iónicos se establece, pues se establece a base de decir, pues mire, el fluoruro y el ión óxido les damos este valor. Y en los compuestos covalentes, pues hemos de disponer de una familia de especies en las que un elemento se enlace a sí mismo y esto lo dividimos por dos. Pero en realidad, yo no necesito recurrir a hablar del último alumno que está en la clase, porque además vamos a ver, ¿y el radio del catión sodio? Bueno, pues nos encontramos con toda una nube electrónica, ¿no? Que sería como un gas noble. ¿no? No hay un único electrón aquí, en realidad tenemos pues ocho electrones, en la capa de valencia, y después también la idea de que oye, una cosa es el radio, otra cosa es la función de distribución radial y por

tanto la capacidad de penetración que tiene un electrón y esto determinará en último término si participa o no en los enlaces químicos.

Por ejemplo, los electrones f son inaccesibles a los enlaces químicos y en cambio los electrones d participan y dan base a todos los compuestos de coordinación, que hay miles y miles. O sea, veo poco... analogías sí, pero enredar, entre comillas, tampoco. No hace falta simplificarlo tanto. Yo, para un alumno más joven, la primera vez, bueno, pero en un curso de universidad, yo no utilizaría estas analogías.

Potencial de ionización es un átomo aislado en fase gaseosa. Bueno, oiga, permítame, pero es que esta situación, en la práctica... no la tenemos nunca, ¿Me entiendes? O sea, para nosotros, ¿qué es el potencial de ionización? Es una medida de qué tendencia tendrá aquel átomo, para que cuando se encuentre con otros, ceder esos electrones. Pero, no... no... Ésta tendencia no es exactamente el potencial de ionización. Y entonces hay que hablar del primero y del segundo, y sumar, tiene más tela.

A mí me gusta mucho más que el alumno pueda captar el concepto básico, y esto, sorprendentemente en muchos casos, se puede dar una asignatura y no llegar a transmitir estos conceptos básicos. Por ejemplo, yo en una de las cosas que utilizo a menudo en la clase es decir...mira, estás en el tren, porque la Autónoma, como tú sabes está a 25 kilómetros de Barcelona, vienes en el tren y al lado se te coloca un alumno de un curso inferior, que tú conoces, porque es vecino, etc, y te dice, Oye tú que tengo examen ¿esto de enlace iónico, exactamente, qué es? Oye, estos conceptos básicos, ¿me entiendes? Que sea más oxidante, ¿qué quiere decir? ¿vale? Es decir, yo me encuentro muchas veces... La teoría del campo cristalino, por ejemplo, que es lo que yo he estado explicando estos días, en realidad ¿en qué se basa? Y ¿qué logra aclarar? Bueno, pues te das cuenta que esto el alumno, no lo capta. Y a lo mejor puede hacer un problema bastante elaborado pero que no se le ha dado este concepto. Hoy les preguntaba en clase: el ejemplo más sencillo de enlace covalente. Es decir, yo tengo un primo que está haciendo bachillerato y por compromiso familiar y tal pues no tengo más remedio que este sábado explicarle un rato, y el chico este me viene y me pregunta: Oye y eso del enlace covalente ¿qué es? Y tú tienes que darle la idea más simple, porque para empezar a explicar una cosa hay que dar la idea de que es simple porque si no la persona inmediatamente desconecta. Porque claro, es el mecanismo de protección que tenemos todos. Entonces, qué es la idea más simple, pues no lo saben explicar, y a mí, para mí esto es importantísimo en la enseñanza...¿qué quiere decir? cuando los químicos decimos “dos átomos están unidos por enlace covalente” ¿qué quiere decir? , Bueno, pues que como mínimo hay un electrón que está apantallando la carga de estos dos núcleos para que se puedan mantener a una distancia de enlace. Fíjate que sencillo, ¿no? Pues esto no lo sabe decir un alumno y a lo mejor sabe resolver una matriz para encontrar la energía de un determinado orbital, y no entiende que el enlace covalente es claramente direccional, que el enlace iónico no lo es, y a lo mejor pues este sabe hacer un problema de la ecuación de Borh-Landé, o etc...

A mí lo que me preocupa ahora que soy más vieja en la enseñanza es que las ideas básicas sean claras, es decir, un maestro ha de saber lo que es la densidad, y aunque esté medio dormido ha de poder explicar qué quiere decir que un compuesto, que un objeto tenga una densidad mayor que otro. ¿vale? Y la fórmula me importa poco. Y esto es lo que yo creo que hace falta y que no siempre el profesor tiene claro que ha de transmitir y también he de confesar que ni el propio profesor lo capta el primer año. Es decir, estas son cosas que uno va asimilando y va entendiendo con el paso de los años, pero creo que esta es la función que realmente tenemos. El facilitar la comprensión de los conceptos básicos.

...Que este ión se hidroliza, o que este es muy básico este óxido, bueno ¿qué quiere decir? esto es lo que han de tener claro, eso es lo que han de tener claro...

E - ¿para qué usas las analogías?

Es que no soy consciente de usarlas. No sé si las uso. No sé, no sé... Yo no soy consciente, porque primeramente, como te he dicho, intento evitar lo que a mí personalmente me parece una trivialización y... no, no, no sé contestar si utilizo analogías...no lo sé...

E.- ¿algún ejemplo?

El paralelismo que hay entre la tabla periódica para un químico y el árbol genealógico para un historiador. Un historiador mira un árbol genealógico que responde a una determinada época de la historia, pues cuatro o cinco siglos y ve las relaciones de parentesco en una familia. Generalmente los árboles genealógicos que son públicos acostumbra ser pues de reyes, en fin, de gobernantes, es decir, de personas influyentes... entonces este historiador logra ver sintetizada toda la información de esta época en Europa, o en una parte de Europa o en Sudamérica, cómo explicar las situaciones socioeconómicas, políticas, en base pues a ver cómo estaban relacionadas estas personas. Pero esto no lo dice el árbol genealógico. El árbol genealógico sólo dice quien es padre de quien, con quien se casó tal, cuántos hijos tuvieron, etc. ¿vale? Esto, por una parte. Por otra parte, tampoco nos dice que aparte de ser familiares con una consanguinidad, no dice si estas personas todas tenían el mismo carácter, todas tenían las mismas aficiones, o una rama era muy hábil para los deportes, y la otra, para las artes, ¿eh? Es decir, todo esto no lo dice el árbol genealógico. Pues bien, la tabla periódica. La tabla periódica nos dice que los elementos están ordenados de acuerdo con el número de protones que hay en el núcleo y que quedan ordenados de manera que su comportamiento químico es similar. Esto es lo que dice la tabla periódica. Pero ¿qué hacemos los químicos? Sobreponer a esta ordenación los conocimientos que tenemos. De manera, que la tabla periódica tampoco me lo dice que todos los elementos que están a la izquierda son metálicos, tanto más cuanto más abajo estén, y en cambio...esto no me lo dice, pero en cuanto yo lo sepa, yo ya lo incorporo a la tabla periódica. Y puedo llegar a hilar muy detalladamente porque hasta sé que los elementos del primer período no tienen nada que ver con los del segundo, incluso que el hidrógeno no sabríamos ni dónde colocarlo. Que los del segundo período tienen poco que ver con los del tercero. Y que realmente, las propiedades del grupo se manifiestan bien en los elementos más pesados de cada grupo, y llego a poder incorporar muchísima información, y en este sentido yo creo que se puede comparar el químico al historiador mirando el árbol genealógico. **Por tanto, cuántos más conocimientos tienes tú, más rendimiento le puedes sacar. Son conocimientos que tú has incorporado a aquella ordenación. Y una ordenación que de per se, no era nada más que esto, una ordenación, una relación de parentesco.**

RESUMEN:

Recursos materiales:

La tabla periódica grande. P1, P2, P6, P10, P12, P15

Varios formatos de tabla periódica. P4, P16

Los estudiantes deben tener tabla periódica. P1, P15

Videos. P1, P3, P7
Internet. P7, P13
Tabla por bloques. P4
Modelos (bolitas) P10
Fotos de los elementos: P4, P16

Recursos didácticos:

Regla mnemotécnica. P2
Resolución de problemas, talleres y ejercicios P1, P6, P7, P9, P10, P13
Analogías. P1, P2, P9, P12 (pocas) P15, P16
Ejemplos P15
Recuento histórico. P3
Hojas de trabajo P9, P13
Primero la práctica y luego la teoría P11
Demostraciones en clase P11, P12

Primera entrevista – octava pregunta

8.- ¿Hay alguna práctica de laboratorio sobre tabla periódica?

P1:

Bueno hay algunos experimentos sobre tabla periódica. Hay una práctica con sodio, litio, calcio, hierro, azufre, en donde se hacen reaccionar con oxígeno, con agua. Esa práctica se llama periodicidad. Uno escoge por ejemplo sodio y potasio, aunque en esa práctica hay que tener mucho cuidado, porque los estudiantes tienden a jugar y eso puede ser peligroso, sobre todo cuando hay mucha gente. (Química Inorgánica).

P2:

Pues me da vergüenza decirlo, pero no lo sé...

P3:

No.

P4:

Pues... a nivel de química general, no. A nivel de inorgánica general y creo que todavía se hace en inorgánica I, sí. Y más que todo viendo las propiedades por grupos, ¿no? Si es ácido, si es básico, si da luz, si no da luz, si explota o no explota, o que tanto explota... no sé... son como esos tipos de ejemplos que se dan a nivel de tabla periódica en el laboratorio.

P6:

No, no, no recuerdo.

P7:

No, no. El de fundamental no tiene laboratorio. El de Química I sí tiene laboratorio, pero entonces ahí es introducción general a conceptos de moles, a conceptos de reactividad química, manejo de instrumentación química tradicional, material volumétrico, experimentos relativamente sencillos de gravimetría, precipitación de especies químicas de acuerdo a sus propiedades químicas o físicas.

P8:

Sí, tiene la primera práctica que está muy relacionada porque es sobre propiedades periódicas de los elementos y trata principalmente sobre los metales alcalinos y alcalinotérreos básicamente, la práctica. (Química Inorgánica)

P9:

No hay una práctica...

P10:

No...

P11:

La de los espectros, esa es una. Y la otra, es la ley periódica. La ley periódica es mirar las propiedades físicas por elemento, los tipos de reacciones que hay, de sustitución, cómo reaccionan con el agua, y con eso se conlleva casi a la nomenclatura. Como un metal, básico, un metal más agua da una base y entonces se les colorea la fenolftaleína, para que cambie y se vea, pues, el efecto de la base. Se les da introducción, con esa práctica, a la tabla periódica y también a las propiedades químicas.

P12:

8.- Pues así como que... yo realmente no estoy muy seguro...

P13:

Pero, en aquella época... yo no sé en este caso, cómo queda. Pues es que química general cuando se hace cualquier tipo de fenómeno, cuando se aplica, se trabaja en el laboratorio, se está trabajando, por ejemplo...

E.- Pero, en particular, sobre tabla periódica ¿no sabe si hay alguna práctica?

No...

P14:

No.

P15:

No.

P16:

Ahora, en el plan de estudios actual las prácticas están separadas de los cursos de teoría, por tanto, no, no hay una unión... Por esto es necesario, yo creo, acudir a las imágenes y enseñar realmente transparencias pues algunas cosas que nos parecen interesantes. Como yo te decía, pues que aspecto tienen los elementos, que hay muchos químicos que no sabrían qué aspecto tienen muchos elementos químicos, ¿eh? Que no se atreverían a hacer ninguna predicción, cosa que se podría...se tendría que poder hacer, y, después las prácticas van por su lado, por su aire... ya no hay nada perfecto.

Aquí somos muy democráticos, y llevamos la democracia hasta unos límites que son para mí, equivocados. No hay ninguna restricción, no hay ninguna obligación, si matriculó esto debe matricular esto, por tanto podría darse el caso que un alumno estuviera haciendo sólo cursos de teoría o sólo cursos de práctica, lo cual sería insensato, pero la ley lo permite.

RESUMEN:

En química general:

No P3, P4, P6, P7, P9, P10, P13, P15

No sabe P2, P12

Las incorpora personalmente P11

En química inorgánica:

Hay algunos experimentos. P1, P8

Son independientes de la teoría P16

Primera entrevista – novena pregunta

9.- ¿Ha intentado diversas maneras de acceder a la presentación de la tabla periódica?

P1:

Pues cada vez encuentro como **más ejemplos**, como más justificación de la importancia de la tabla periódica, hacer como más fácil el uso. Antes, por ejemplo, yo les hacía exámenes con tabla periódica cerrada, porque yo les exigía que se aprendieran la tabla periódica de memoria, tenían que ubicar los elementos y más bien yo les daba los datos en el examen, el potencial de ionización, el radio atómico, se los daba yo en el examen. Después me dí cuenta que eso no debía ser así. Que mi responsabilidad era enseñar al estudiante a manejar la tabla periódica, entonces hay la posibilidad de poder preguntar cosas de más profundidad. Porque antes cuando no les permitía el uso de la tabla periódica, se me limitaba mucho hacer preguntas, hacer un examen, ya cuando usan la tabla periódica, abierta, se abre la posibilidad de preguntar mucho más. Es más a veces pienso que

dependiendo del tipo de examen que uno haga puede dejarles el libro abierto. Eso depende de cómo enfoque uno el examen.

Si he cambiado mi metodología, mi visión sobre la tabla periódica, la respuesta es sí. Yo estuve revisando hace poco unos exámenes del año 80, haciendo algo acá, preparando los libros q iba a regalar, y encontré una cantidad de exámenes...

P2:

A uno le llamo el orden histórico y al otro le llamo el orden lógico. Pero por **orden lógico** me refiero a ir desde el electrón, el núcleo, luego el átomo, luego las **propiedades del átomo, la tabla periódica, luego moléculas, ese es el orden lógico.** Y el **orden histórico, pues como su nombre lo indica... pero yo creo que ninguno de los dos, por sí solo, es el orden más pedagógico. Es decir, yo creo que debe ser alguna combinación de esos dos.** Porque el **orden histórico le hace sufrir a los estudiantes algunos traumas que sufrieron los científicos, que para ellos no es necesario infringírselos. Pero el orden lógico es demasiado... doctrinario,** es decir, así son las cosas, porque uno en un curso de ese nivel no las puede justificar de manera rigurosa y se vuelve un poco doctrinario y al estudiante le queda difícil estar motivado, y dice, bueno, a mí que me importa eso, para qué me enseñan eso. Por lo menos **el orden histórico muestra cómo se han ido desarrollando las ideas. El ideal es tener una combinación de esos dos.**

P3:

Mi experiencia es un poco diferente porque yo primero enseñé química en bachillerato, entonces **allí era más didáctico en la enseñanza de la química.** De pronto **en la universidad voy más al grano, sin tanto detalle, dejo mucho al estudiante-** Primero empiezo **dando la clasificación original, las tríadas de Dobereiner, las octavas, llego al concepto de Mendeleiev, y luego paso a lo de Moseley, en donde se define en base al número atómico.**

P4:

No, generalmente **yo parto de la estructura,** porque partiendo de la estructura usted **puede armar, de acuerdo al último nivel, los grupos,** y entonces si usted arma los grupos, y ya después, **como ya tienen el concepto de niveles, usted va armando los niveles, y así...**

P6:

Normalmente **empiezo contándoles la historia, desde las primeras clasificaciones de tablas periódicas,** luego ya voy enfocándolos a configuraciones electrónicas, para más o menos mirar que analogías había entre los elementos... **en las tríadas,** por ejemplo, que particularidad había, luego entre **las octavas de Newlands,** y más o menos todo eso lo **voy llevando encadenado a configuración electrónica.** De allí derivo el resto.

P7:

Yo hice un recuento histórico breve tratando en lo posible remitirme a los documentos originales del Siglo XIX. Allí entonces también utilicé pues como recurso materiales disponibles en páginas de internet, específicamente de universidades americanas que te permiten ver reimpressiones de documentos antiquísimos, y **mostrar entonces cuál era entonces la intención de la gente que trabajó en el problema de organizar elementos, en demostrar la periodicidad de los elementos.** Pero de nuevo, la experiencia mía con este curso no ha sido muy grande, más bien la experiencia mía es con cursos de nivel superior.

Si pudiera hacer el curso otra vez más bien cambiaría la forma de hacer el curso magistral por un curso donde haya mucho más lectura involucrada de los estudiantes, haya mucho más trabajo directo en la clase. **Allí una de las cosas que traté de hacer participando con los estudiantes fue hacer discusiones a partir de conceptos, eso se logró en algunos casos, en otros no.** El problema de nuevo es que por ser un grupo tan numeroso, sólo dos o tres estudiantes se atrevían a participar y entonces no se lograba el objetivo que era formar grupos de discusión alrededor de ciertos temas. Entonces lo que yo trataría de hacer sería cambiar la metodología radical de la enseñanza. De manera que pudiera tener grupos de discusión, organizar los estudiantes por grupos de discusión, poder hacer evaluación de forma mucho más continua... Un problema con ese curso, a mi modo de ver, es que solamente tiene dos evaluaciones durante el semestre, una digamos de mitad de término y otra, al final, y a mi modo de ver, puesto que los estudiantes tienden a estudiar solamente los días cercanos al examen, se pierden muchos de los objetivos, entonces me parece a mí que deberíamos trabajar con exámenes más cortos, pero con una periodicidad mucho mayor, y eso se logra o teniendo cursos más pequeños o teniendo varios asistentes de docencia encargados del curso.

E.- Entonces ¿te gusta abordar la tabla periódica desde la historia?

De todos modos yo creo que el objetivo fundamental de mostrar tabla periódica es eso, poder hacer una relación entre estructura y propiedades. Mostrar que química es una ciencia en tanto que el comportamiento de las cosas tiene un cierto orden que podemos estudiar, podemos entender, y que a partir de esa regularidad en el comportamiento podemos predecir comportamientos y podemos manipular comportamientos. Desde ese punto de vista creo que es fundamental la enseñanza de la tabla periódica.

P8:

9.- A ver. Lo que yo hago es a medida que se va explicando cada tema, pues desarrollar uno o dos **ejercicios** sobre el tema, de como pueden ser aplicados esos conocimientos que acabas de dar al estudiante, esos conceptos, a un problema específico. Pero así en particular, con una tabla...no.

(Lo haría) **Explicando el significado de los elementos y el por qué están organizados a través de ella de la manera como están organizados y describiendo la información que hay en la tabla periódica y como identificar y como leer eso.**

P9:

O sea, comenzar a hablar de los elementos y la tabla periódica sin haber hablado de la estructura, nunca lo he hecho, nunca lo he hecho. Siempre he tenido como eso mentalmente organizado de esa manera, siempre parto de ahí...

P10:

Pues yo siempre quise organizar la tabla periódica no de acuerdo al orden de Mendeleiev, sino **tratar de definir un orden... pues quise hacerlo, realmente nunca lo logré hacer, tratando de seguir las octavas de Newlands**, creo que eran eso ¿no? Me parecía interesante...¿no? tratando de seguir el orden de las octavas musicales... y también tratar de utilizar... **como inventar o crear o sacar una tabla periódica como se hizo en la antigüedad, en forma de espiral, me parece que la espiral es como la ley de la vida.**

P11:

Bueno yo creo **que las dos opciones generales pueden ser: de lo particular a lo general, o sea, de lo abstracto a lo concreto, o sea de lo abstracto que es los números cuánticos, la estructura atómica, a lo concreto que es la tabla periódica.** Muchas veces lo he dictado así. Pero otras veces lo he dictado al contrario, y ese método también me ha gustado, porque realmente, **lo que nosotros vemos primero es lo concreto, los elementos y cómo esos elementos forman compuestos, y qué propiedades tienen, y luego bueno, lo que hay adentro, lo que nosotros no vemos, lo abstracto, es el átomo, y después les doy la estructura atómica.** Puede ser cualquiera de las dos grandes metodologías.

E.- ¿Y cuál te parece más apropiada?

La última, de lo concreto a lo abstracto.

P12:

Sí, sí... una cosa que yo sí... talvez un elemento adicional es entrar o aconsejarles y yo mismo **entrar a la página web de los elementos**, la que tiene un profesor inglés... y en este caso, por ejemplo hubo los elementos 116 y el 118 que fueron retirados, fueron propuestos y después fueron retirados, entonces les ilustro a los estudiantes como ese es un campo en que hay muy pocos elementos que uno encuentra en la naturaleza pero la mayoría han sido elementos creados artificialmente en el laboratorio por bombardeo de átomos. Entonces como ese campo de investigación está continuamente evolucionando y cómo los científicos también pueden equivocarse, y ese es un ejemplo. Entonces la primera transparencia que yo presento es la de la última tabla periódica que está propuesta, pero con base en la clasificación que hemos utilizado tradicionalmente, que es el número atómico. **Entonces, no, nunca me he cuestionado ni preguntado si hay otras maneras fuera pues de las históricas.**

P13:

Analizando otros modelos, **vi en internet que existen otros modelos bastante interesantes**. Cuando traté de quitar para verlos, el url estaba fuera de servicio, pero yo creo que se puede tratar de mirar, parece que hay muchos modelos que se pueden...

E.- pero digo, ¿en la forma de enseñar?

No, yo quisiera ver primero esos modelos, para ver si ellos son interesantes, y tratar, dependiendo de los estudiantes, de meterse uno de alguna forma en el tema. Por lo general, **yo seguiría trabajando con esta tabla que me parece la más clara y no creo que tenga problema**. Yo creo que los estudiantes siguen, de alguna forma, trabajando con ella.

P14:

Por desgracia, nuestro programa está tan ajustado al tiempo, incluso cuesta cumplirlo, que tenemos que ser muy estrictos en cuanto a lo que es esencial, o sea, ¿qué quiere decir esto?, **que no podemos, muy a mi pesar incluso, extendernos mucho en los términos históricos, anecdóticos, de los cuales está llena la tabla periódica y son una parte muy bonita**. Pero no, no hay tiempo para tanto. Así que normalmente vamos, como decía antes, **una vez definida las bases fundamentales de la mecánica cuántica**, les decimos como su resolución nos dio ciertos aspectos fundamentales, **orbitales atómicos, números cuánticos, etc. Lo cual nos permite describir las estructuras electrónicas, lo cual nos permite observar una cierta periodicidad en su formulación, y eso permite fabricar la tabla periódica**. Esa es la única alternativa que utilizamos y no otra posibilidad.

P15:

Yo creo que **cada año lo hago diferente**.

a.- No lo sé, yo lo que veo es que cada vez el alumno es diferente, por lo tanto, de alguna manera lo que te ha servido un año, el otro no te sirve. Y aunque empieces... a veces no, yo soy de las que me apunto de un año para otro lo que creo que no han entendido, o lo que creo que yo he explicado mal, o lo que se podría explicar de otra manera, eso siempre me lo apunto y pongo "ojo" en los apuntes para el próximo curso. Y lo que hago siempre por ejemplo es mirar los últimos libros que salen para ver si te ayudan en alguno de los temas que tú ves que no.... o para buscar ejemplos. Yo soy muy amiga, no de las analogías, pero sí de los ejemplos... Por lo tanto, **poner muchos ejemplos**, y trabajarlos bastante con ellos, normalmente me paro y por lo tanto lo que hago no es hacer esto: por ejemplo, ordenar según potencial de oxidación. Pongo varios elementos en la pizarra y les doy un tiempo para pensar y luego discutimos.....o sea que.... es esto.... yo creo que no hay una manera mejor y una peor, lo que ves es que el nivel va bajando y de alguna manera, para no perderlos, tú tienes que adaptarte a este nuevo nivel. Eso es lo que... cosas que no dirías, ahora dices, por ejemplo, y eso sí que lo he encontrado, y cosas que dices "cuidado" que no eras consciente de nada, porque supongo que los otros años si habías seguido, no te lo habían dicho y este año no sigues, por ejemplo y tienes que hacerlo.

P16:

¿Qué sugerencia le harías a un profesor que por una única vez va a enseñar tabla periódica? Bueno, yo lo primero que haría es empezar a preguntar a los alumnos. Yo me paseo por la clase, a ver... y **yo pregunto ¿qué es la tabla periódica?** A ver... entonces ya esto me da

pie para ir hablando, bueno en último término de que la tabla periódica... o sea, yo creo que las clases han de tener una interacción, que esto no quiere decir que la clase me la pase todo el rato preguntando, ni quiere decir que entonces no avancemos, no. Pero que el alumno se vea obligado a estar pensando en lo que se está haciendo, porque sino, claro, el alumno puede estar totalmente desconectado. O sea, **yo haría un planteamiento de qué es la tabla periódica, cuántos elementos tenemos hoy en la tabla periódica, cuánto y como de cada elemento, o sea, cuántos elementos, cuánto y cómo de cada elemento, y por qué.** Y con esto yo ya haría toda la primera presentación de la tabla periódica. Y **después me iría directamente a la división en bloques: s, p, d, f y gases nobles.** Y con esto tengo para un par de clases sin ninguna duda.

E.- ¿se debe haber hecho primero estructura atómica?

Bueno, yo supongo que un alumno que llega aquí sabe qué quiere decir la configuración electrónica de un átomo, por tanto, no es necesario.

Ahora te voy a poner yo a ti otra pregunta: Para describir un estadio de fútbol ¿necesitas primero describir el edificio y después, el contenido? O sea, primero vamos a decir la fachada del edificio y luego el contenido. Yo creo que se puede explicar de las dos maneras, y de las dos perfectamente correcto y de las dos perfectamente entendibles... puedes empezar explicando configuraciones electrónicas, por tanto, estructura atómica, o puedes empezar hablando con tabla periódica. Yo, personalmente, comenzaría hablando con tabla periódica

RESUMEN:

Muchos ejemplos P1, P15

Orden lógico (a partir de la estructura) me refiero a ir desde el electrón, el núcleo, luego el átomo, luego las propiedades del átomo, la tabla periódica, luego moléculas P2, P4, P9, P11, P16

El orden histórico (muestra cómo se han ido desarrollando las ideas). P2, P3, P6, P7, P12

El ideal es tener una combinación de esos dos. P2

Sin tanto detalle, dejo mucho al estudiante. P3

Ejercicios. P8

A partir de la misma tabla P8, P13, P16

De lo concreto (lo macro) a lo abstracto. P11

Buscar otras formas de tabla periódica P10

Primera entrevista – décima pregunta

10.- ¿Crees que se pueden enseñar otras cosas distintas a las químicas a través de la tabla periódica?

P1:

Pues, **propiedades físicas y todo lo que se desprenda para el físico, lo que es la física, sí se puede enseñar.**

E.- Por ejemplo, de historia...

¿La historia de la tabla periódica?

E.- o la historia de la humanidad...

La química no ha sido ajena a la evolución de la humanidad., sino que ha sido como un factor del desarrollo. La química juega parte en la historia de la humanidad, es más, si vamos a la historia antigua, pues los fenicios, los egipcios, ahí se habla mucho de química... no crea que las pirámides y todas estas obras, ahí hay mucho de química. **Aspectos como indumentarias, materiales que ellos usaban para construir sus casas, los medios de transporte, en todo eso estaba la química. La fundición, las aleaciones, los colorantes que usaban, los colorantes que usaban para protegerse del sol, para ir a la guerra, todo eso era pura química. La forma como preparaban los alimentos, el uso de la sal, el uso de condimentos, todo eso tiene que ver con química. Sí forma parte importante de la historia.**

P2:

Pues, la tabla periódica tiene una historia muy bonita, me parece a mí, es decir, todos los esfuerzos que se hicieron por llegar a una clasificación de los elementos, que entre otras cosas, nadie se imaginó que iba a ser periódica, inicialmente, esa clasificación. Y todas las técnicas experimentales que se hubo que desarrollar para llegar a eso. Todas las técnicas para determinar pesos atómicos. Entonces detrás de la tabla periódica hay una historia muy bonita de desarrollos experimentales y conceptuales. **Entonces me parece que es un buen tema para contar una historia de cómo se logran los avances en ciencias.** Y la historia de Mendeleiev me parece una historia también muy bonita, pues él, como tú sabes, en Rusia fue rechazado, a él no le creían y tuvieron que ser los químicos de la Europa Occidental los que le dieron valor a su trabajo y en Rusia solamente mucho después se dio valor su trabajo. Y eso era porque él no era muy simpatizante del régimen zarista. Entonces también hay **una historia humana** detrás de eso, y me parece que identifica muy bien el quehacer científico, que no es lo que la gente piensa, que el tipo este estaba por ahí y que de un momento a otro se le ocurre una idea y sale gritando ¡eureka! y ya, sino que hay política, hay cuestiones personales...

P3:

A ver, como químico soy muy ceñido al conocimiento científico. Casi no utilizo las analogías o un poquitico de historia. De pronto a un nivel general, ¿sí? Incluso **un poquitico de historia de la química, pero muy general.**

No, yo pienso que sí, que implicaría un mayor compromiso del profesor con la clase. **Pienso que implicaría que el profesor se documente un poquito mejor sobre el tema y no solamente con el libro de referencia.**

P4:

La cuestión con la enseñanza más allá de otros conceptos que..., y ese es un chicle que yo siempre he tenido ¿no? **la historia**, es la falta de tiempo... Normalmente, especialmente en los cursos de química general que tocan tantos temas, prácticamente el tiempo que se le dedica a lo que es estructura, tabla periódica y enlace, relativamente al resto de tiempo, es muy corto, entonces no le alcanza a uno el tiempo para hacer eso. Sin embargo, en ocasiones como complemento a esto yo sí los he mandado a buscar **historias sobre los elementos**, y ellos los presentan a nivel de seminarios en los cursos de laboratorio. Buscan información sobre un elemento determinado y ellos determinan que van a hablar sobre ese elemento, **aplicación industrial, historia, alguna aplicación, he notado mucho tendencias hacia la aplicación biológica**. Entonces están tirando mucho hacia las aplicaciones biológicas. Entonces ellos mismos se encargan de hacer una discusión de esto y una presentación. No soy muy dada a que me entreguen trabajos para que yo los lea, yo siempre he sido... a mí nunca me ha gustado eso...pues a fin de cuentas uno no es el que se está educando, sino ellos, entonces si me entregan a mí una monografía sobre un elemento, yo para qué me leo eso. La idea es que ellos compartan toda esa experiencia con el resto del grupo y por lo menos echándoles el cuento a alguien le quede la inquietud o el conocimiento de algo para eso. Esa es la forma como yo miro ese punto.

P6:

No, no...

P7:

Es en general, es un ejemplo, cuando tú haces tabla periódica, tú estás mostrando en últimas, **metodología científica**. No me atrevo a hablar del método científico, me atrevería más bien a hablar de metodología científica porque es bastante discutible eso. Pero es metodología científica llegar allí, hasta clasificar elementos, ya sea en tríadas, en octavas, o en la forma que tú quieras, implica un método científico y me parece a mí que esa es una contribución importante, un ejemplo importante, puesto que, obviamente tú tienes que hablar de método científico también en química I.

E.- Y por ejemplo, también historia, o...

No solo a través de la tabla periódica. Cada concepto que tú pones allí, hay toda una historia detrás de eso. Detrás de los conceptos, la gente qué hacía en el pasado, cómo se logró llegar a ese concepto. Obviamente, a mi modo de ver, no es solamente entender el concepto como tal, si no poder ver todo lo que la gente sufrió para llegar a establecer ese concepto. Además que si tú lo miras desde el punto de vista histórico, también entiendes,

no solamente la importancia del concepto, sino también las limitaciones del concepto... obviamente ya eso, qué tanto puedas profundizar allí, qué tanto puedas hacerlo directamente en la clase va a depender de las limitaciones de tiempo que tengas y de todos modos, también va a depender de qué tanto conocimiento histórico tengas. Yo pues trato de **discutir el desarrollo histórico de un cierto concepto**, claro en la medida que lo pueda hacer – cuando no lo puedo hacer, corto, ¿sí?

P8:

Eso como **cultura general**, por supuesto. El conocimiento químico, en sí, como yo lo veo a ese nivel...es más, es una parte de ese conocimiento general que uno debería tener, porque ya deja de ser algo científico para convertirse en algo cultural, y así debería de ser... es infortunado que no lo sea, en la mayoría de los casos... pero como cultura general, creo que la gente debería comprender, o debe comprender, mucha gente lo hace, los principios básicos de la química si se trata de enseñar a gente universitaria, para entender en algo el mundo que lo rodea a uno y como se relaciona con uno mismo, y cómo uno está relacionado con ese mundo y por qué somos como somos, y de pronto la manera de describir no solamente la estructura en sí del mundo, sino también su funcionamiento.

P9:

No, pues obviamente se puede enseñar, o sea **se podría diseñar un curso de historia alrededor de la tabla periódica**, definitivamente, sí.

P10:

El conocimiento... Para que un conocimiento sea científico debe ser verificable por la mayoría de las personas. Debe poderse repetir ¿no? Y hay conocimiento, que es conocimiento, y que es conocimiento verdadero, pero que no es científico ¿no?

E.- ¿tú crees que los estudiantes podrían aprender otras cosas de la cultura general humana a partir de la tabla periódica?

Yo pienso que sí, ¿no? Y en ese sentido lo que es rescatable de la tabla periódica es que las cosas no son obvias. Y eso es lo que se demuestra realmente en la tabla periódica, que las cosas no están al azar, y eso es lo que realmente yo creo que es valioso en la enseñanza de la tabla periódica. **El conocimiento humano...**

¿Historia? Realmente yo nunca... yo no he sido como muy amigo de la historia... ¿no? Lo utilizo muy poquito ¿no?... pero pues sí, **probablemente se pueda...aprender historia.**

P11:

Yo creo que la química debe tener un manejo holístico y no debe utilizarse el método científico, sino el método sistémico. Por lo tanto, pienso que **la química se debe involucrar y, de hecho, es así con la biología, con la matemática, con la física, con la vida misma cotidiana**, entonces debe dársele una educación y **una cultura humana** a esta química para que el joven, el estudiante, sepa que la química no está aislada, que los conceptos no son independientes si no que hay una interdisciplinaridad entre los saberes, que necesitan el uno del otro. Entonces se necesita **la biología... de la filosofía, de la**

epistemología de las ciencias, de todos esos otros saberes de la ciencia para tener un conocimiento holístico.

E.- O sea ¿tú crees que a través de la tabla periódica se pueden aprender otras cosas?

Entonces el manejo de un químico, básico, debe ser en la tabla periódica. Cuando a mí me dan el programa, me empieza a preocupar, en determinado momento, que me he demorado mucho en la tabla periódica, pero yo digo, es la base de lo que viene posteriormente, eso sí les doy una base correcta, un por qué una lógica, una extrapolación, una interdisciplinariedad de los elementos en la tabla periódica con los otros saberes, ya ahí sí nos vamos rapidito.

P12:

En lo de las tabla periódica... talvez una, pues, es decir, **la investigación en el descubrimiento de los elementos yo lo veo equivalente a la creación artística**, entonces, hay un pasaje escrito por la hija de Pierre y Marie Curie, en donde ella cuenta que después de haber acostado a sus hijos, Pierre y Marie se fueron al laboratorio y en la oscuridad se sentaron a observar como el radio pues, irradiaba, como se veía el pedazo de radio allá irradiando luz y romántico a la vez, pues la forma como lo narra Hoffmann en un libro que se llama Chemistry Magic , es pues de una pareja que, cogidos de la mano, hablan de “nuestro radio”, como una creación pues de ellos. Entonces a mí me parece romántico y poético pues a la vez esto, pero desgraciadamente yo veo más eso en otras ramas de la química por el hecho de que yo enseñé más química orgánica y en el hecho de la química orgánica también hay una analogía de la síntesis orgánica como un poema, en donde (se acabó la cinta...)

Si tú estás hablando únicamente de la tabla periódica, por el hecho de que yo ese curso lo he dictado únicamente dos veces en los últimos tres años, entonces talvez no ha sido una cosa de largo plazo, ¿sí?

Si uno ve los símbolos que utilizó Dalton para los elementos **hay cosas que tienen que ver con la alquimia y también puede mencionar en un recuento histórico de la tabla periódica**, más o menos la época en la cual se desarrolló ese aspecto. Entonces, yo creo que **enseñar historia**, por supuesto que sí, y como tú bien lo has dicho, pues yo pienso que la creación científica es parte de la cultura, porque realmente los literatos y los filósofos y todos consideran la cultura como otra cosa, pero yo pienso que un pueblo, o la cultura de un pueblo también está conformada por el desarrollo científico que se haya tenido en ese pueblo. Entonces yo sí pienso que se debe rescatar la... los desarrollos científicos como parte integrante de la cultura.

P13:

El orden y la belleza. Por ejemplo, si uno llega y trata de explicar, en mi curso, supongamos, de cristalografía, algún tipo de simetría, uno debe necesariamente encontrar que esa presentación de la naturaleza de algo tan perfecto, tan bello, llamémoslo así, es producto, precisamente, del ordenamiento de los elementos. Es producto del ordenamiento, de la formación de compuestos. Cómo ellos se van a colocar de una forma o de otra, uno frente a otro, o quizás al lado, uno con respecto a otro. Todo depende precisamente de aquellas relaciones eléctricas, magnéticas, que tienen los compuestos. Además, todo eso cuando se coloca en el estado sólido, está supeditado necesariamente a

las relaciones que hay entre las diferentes moléculas. Si ellas tienen afinidades, tendrán que acercarse necesariamente más, si ellas tienen incompatibilidades, se irán a alejar. Y al alejarse, se van a reprimir, se va a sentir un espacio entre ellas, y eso se ve reflejado en la naturaleza. Eso lo ve uno directamente quizás en las mismas fotografías, por ejemplo, que se toman en Rayos X, que presentan unas simetrías que uno ni se imagina, esa belleza y ese orden es producto precisamente de eso, de cómo están ordenados los átomos, uno respecto a otro, eso no es... **Dios no puso las cosas al azar, las colocó de una forma perfectamente ordenadas y nosotros hasta ahora estamos empezando a comprenderlas.** Esa es la base solamente.

E.- ¿Otras cosas? ¿historia?

No sé... no sé... historia, no sé...

P14:

Pues, no, no sé, tendría que pensarlo.....esa posibilidad tan magnífica... dígame donde.... Respecto a la historia, el mismo trabajo de Mendeleiev, las tríadas anteriores y todo aquello, y claro, tiene una belleza fantástica, como de cero, cómo se han ido creando cosas... pero no, no, nunca me lo había planteado. Igual en el descubrimiento de los distintos elementos, ¿no? hay aspectos...yo de vez en cuando les cuento, por ejemplo, cuando les hablo de la contracción de los lantánidos, y por lo tanto la semejanza en las propiedades de los elementos de transición, de la segunda y tercera series, **les cuento alguna historia...la historia del suplicio de Tántalo**, que le da el nombre al tantalio, y del niobio, y de todo aquello, pero me quedo con las ganas, porque es tan poquito lo que se puede contar.

P15:

Hombre, **historia**, poquito, sí. Yo hago historia. Creo que los temas tienes que situarlos, y lo hago con todo, , en su momento y en su lugar. Por lo tanto, yo hago historia de la tabla periódica. Desmitifico a Mendeleiev, por ejemplo. Porque sí, pero hubo gente antes que hizo yo creo que más trabajo que él. Él se aprovechó del trabajo de muchos y ahora la llamamos la tabla de Mendeleiev. Pero bueno, hay otras tablas. Yo creo que la historia ayuda ¿no? y a veces sí que lo que explicas, esas anécdotas, más que símiles... pero anécdotas de personajes, o cosas que has leído y piensas, la clase decae y por lo que sea, y sí que por un momento sí les has de dar algo para que la gente se vuelva a enganchar. Eso sí que lo hago. Pero historia, básicamente. Claro que **la historia y la filosofía** en este caso va unida, evidentemente. Explicas la historia un poco y explicas la filosofía. Me gusta situar los años en que se han hecho las cosas. Normalmente empiezo un tema poniendo si hay una persona o dos o tres que lo han hecho, poniendo la persona y el año para ser consciente de un poco en que año hablamos, como lo hacíamos, qué tenían ellos para llegar tan lejos que quizás nosotros no llegaríamos y con muchos más medios. Un poco es esto, ¿no? un poco el desarrollo humano ¿no? De dónde venimos. Yo creo que esto es importante, y qué se sabía, y qué no se sabía y que no salió de golpe. Esto sí que lo hago, hago un poco de historia. Lo otro, menos. Situar la época, yo creo que para mí es muy importante. Si estamos en el año 1900, en el 1800 o ahora estaremos en el 1999, no lo sé, pero para mí es muy importante.

P16:

Uao!! ¿A través de la tabla periódica?

E.- Historia... filosofía... no sé

Bueno, pero aquí ya es evidentemente hablar un poco de Mendeleiev. Ehh... Para mí es un personaje terriblemente atractivo... terriblemente atractivo... Por su carácter, por su implicación en la vida político social de su época, por su constancia, por su interés, porque no paró de luchar. Porque es una persona sorprendente, ¡hombre! Era el hijo pequeño de una familia de 17 hermanos y había nacido en Siberia, y yo ya creo que estas dos cosas son suficientes para forjar un carácter importante, ¿eh? A él lo llevó su madre a Moscú, porque ellos estaban en Torosk, perdón a Leningrado, para que pudiera estudiar, o a Moscú, primero estuvo en Moscú, ahora no recuerdo exactamente, entonces él fue profesor de Leningrado, en San Petersburgo, pero él, toda su vida es una vida de una persona entusiasta, participativa, que cree en la ciencia, cree en el ser humano. Viaja, sorprendentemente, porque en su época viajar en el mil ochocientos y pico pues evidentemente no es como viajar hoy. Estuvo en Europa, en Italia, estuvo en el Congreso de Karlsruhe, fue uno de los protagonistas, el primer congreso internacional de química. Estuvo visitando a Maria Curie, en París. Todo, todo... Es decir, hablar de Mendeleiev para mí, si me hubieran hablado cuando yo era joven, hubiera sido crearme un mito, crearme un ídolo, me hubiera arrastrado... ahora tengo muchas dudas, pero yo creo que si en el mundo hay personas con este carácter, con esta ilusión por la ciencia, por mejorar, por hacer que el mundo avance, el mundo sería diferente, de esto no tengo duda. A ver, se puede hacer una referencia, pero repito, hoy viendo la cara de los alumnos... no sabes qué hacer. Yo tampoco quiero que digan pues mira, esta señora que ya tiene no sé cuántos años nos explica aquí batallitas, tampoco tengo ganas de dejar esta impresión... los veo muy, muy... no poco receptivos, sino muy inertes, eh, entonces hacer vibrar a las personas, cuesta, cuesta... y no sabes hasta qué punto lo has de hacer o no lo has de hacer, ahora, una cosa es una obra de teatro, que tú pagas una entrada y tú ya sabes que es una obra cómica o una tragedia, pero en la clase, qué añadir.... creo que en la tabla periódica, como cuando se habla de algunos otros importantes avances en la ciencia, la personalidad del que ha sido el descubridor aporta mucho... aporta mucho... Tampoco hay que mitificar, dentro de la ciencia también hay personas indeseables, ¿eh?, tampoco...¿sí o no? También es verdad, personas que han falsificado resultados, que se han atribuido cosas que no eran de ellos... el ser humano no se puede clasificar, los que están en la ciencia son de una clase, los que... no, no, hay de todos en todas partes, pero, claro, estas personas que han hecho estas contribuciones tan importantes han tenido una inteligencia claramente superior a la resta, si a esto se le suma el ser buena persona, es una persona excepcional, esta combinación de estas dos variables... porque a ver, si es buena persona, si uno es tonto, tiene un mérito muy relativo, pero ser buena persona, siendo listo tiene muchísimo mérito y combinar estas dos virtudes, no es demasiado frecuente. Por tanto, yo creo que esto podría ser un modelo para... que pide la ciencia, que pide... personas con esta personalidad. O sea que se podría **hablar de historia, sí, y de filosofía**. Bueno, todo esto en el fondo es filosofía, todo esto que hemos estado diciendo. Si es que creemos que la especie humana ha de lograr que cada generación aporte una mejora a la siguiente. No todo el mundo lo cree, casi diría que dudo que sea la mayoría.

RESUMEN:

Propiedades físicas y lo que es la física. P1, P11
Alquimia P12
Historia. P1, P2; P3, P4, P7, P9, P10, P12, P15, P16
Filosofía P11, P15, P16
Epistemología de las ciencias P11
Aplicaciones industriales. P4
Biología P11
Matemáticas P11
Metodología científica P7
Vida cotidiana P11
El orden y la belleza. P13
Cultura Humana P11
Cultura general P8
No... P6

Primera entrevista – undécima pregunta

11.- ¿Qué considera más sobresaliente del trabajo de Dimitri Mendeleiev?

P1:

Pues el haber podido enunciar o **establecer esa ley de periodicidad y haber encontrado el modelo para explicarlo.**

P2:

Su osadía, porque... la tabla periódica...normalmente cuando uno tiene un modelo matemático para un fenómeno, pues uno se siente como que tiene una base fuerte para hacer predicciones. Por alguna razón los científicos somos muy pitagóricos y pensamos que los números contienen la verdad. **Pero el modelo de Mendeleiev era un modelo completamente cualitativo, era un modelo histórico, y sin embargo, estudiando los patrones él predijo la existencia de los elementos que él llamaba ekaboro y ekasilicio y otros, y luego se descubrieron.** Entonces pues yo creo que no es tan fácil atreverse a decir que aquí debe haber un elemento que todavía no se ha descubierto, con una herramienta tan cualitativa. Me parece que era un hombre muy osado.

P3:

En la parte de Mendeleiev, pienso que, por ejemplo **justificar la existencia de algunos elementos que aun no estaban conocidos, dar como criterio el peso atómico como criterio de clasificación**, pienso que el aporte fue significativo para el desarrollo de la tabla periódica moderna.

P4:

Tal vez como es la primera, o no la primera, porque ya había muchas, pero sí como una cosa más o menos lógica del ordenamiento de la tabla. Lo más interesante de pronto es **haber dado expectativas de cosas que no se conocían a la fecha en que vivió Dimitri ¿no? Que podían existir**, eso yo creo que ha sido lo más relevante del trabajo de Dimitri.

P6:

Pues **su clasificación de tabla periódica, la ubicación de los elementos.. .**

P7:

Contribución significativa diferente, importante a pesar de que existían otros sistemas de clasificación diferentes anterior, **es que su sistema perduró**. Ha perdurado más de un siglo, así que ya tiene su espacio.

P8:

Bueno, ese es imagínate, yo criticando a... Yo creo que **como fue capaz de ver los patrones que existían en todo ese conocimiento** que en su tiempo me imagino que era bastante desorganizado ¿no? nada metódico. Como fue capaz de ver estos patrones, de identificarlos, de **organizarlos de una manera que hasta el día de hoy se conocen prácticamente como él los propuso**. Entonces **esa capacidad para ver ese patrón, ese orden en la naturaleza**, es algo admirable, desde ese punto de vista... siempre yo pienso que pasará a la historia como uno de los alcances más nombrados en la historia de la química, ¿no?

P9:

Lo de la organización de acuerdo al número... Z...

P10:

A mí parece que lo sobresaliente es **haber encontrado un orden dentro de la historia**. Eso me parece un hecho sobresaliente. Más aún que con esa tabla periódica se pudo **predecir la existencia de elementos** y eso me parece formidable ¿no? Y **que todas las cosas tienen un determinado orden**.

P11:

Lo más sobresaliente, aunque la verdad casi no lo he leído y les he puesto trabajos sobre esto, es como en la época de ellos, en esa época, en ese contexto histórico se dimensionó, se proyectó lo que podría llegar a ser. Es decir, **se da validez a que hay un descubrimiento posterior, y que ese descubrimiento va a tener otras herramientas y que va a encajar perfectamente en lo que él había proyectado**.

P12:

Lo más... pues a mí me parece... el hecho de que él fuera capaz de llegar a **predecir la existencia de otros elementos y llegar a calcular sus propiedades como la densidad y otra serie de propiedades y luego se comprobaba que efectivamente estaba bastante acertado.**

P13:

Primero que todo, **la originalidad.** Es catalogado como un genio, precisamente porque no se conformó con tener alguna información independiente y aislada de los elementos que se conocían en esa época. Incluso cuando él fue a San Peterburgo, como profesor de la Universidad de San Petersburgo, en el año por allá de 1864, 65, cuando él iba a comenzar a hacer sus cursos, él se dio cuenta que ninguno de esos libros que él iba a utilizar le iban a servir. Fue cuando planteó entonces escribir un libro. Creo que se llama las Bases de la Química... **Principios de la Química. Ese libro es la base fundamental de todo, porque ahí él plasmó las ideas y plasmó su tabla periódica también.** Con eso él dio un salto cualitativo y dejó atrás propiamente los conceptos aislados que se tenían. A pesar de que simultáneamente y paralelamente otras personas en Occidente estaban trabajando también sobre la tabla periódica. Pero fue él, **quien con sus propiedades físicas y químicas redondeó, llamemos así, todo eso que nosotros vemos ahora, que parece tan sencillo, (risas) pero fue muy difícil... y fue él quien propiamente visualizó la forma de colocarlo ¿no?** Pues si hubiera tenido quizás la facilidad de los Rayos X. Los Rayos X no se conocían en los tiempos de Mendeleiev, eso fue en 1896, solamente, y la aplicación específica de los Rayos x fue después de 1912, con la aplicación directamente de la difracción de los Rayos X. Pero si él hubiese estado acompañado de algún fenómeno de difracción, no dudo de ninguna forma que él hubiera entrado a colocar sus elementos en base a su número atómico.

P14:

Por supuesto, quien lo duda. Creo que **su sentido de la observación,** fundamentalmente eso. Y dio en el clavo, por así decirlo, **con la ordenación por números atómicos, se repetía...** su observación.

P15:

Es que yo para mí, tiene muy poco mérito, lo siento. Yo para mí no es el que tiene más mérito, yo creo que el que hizo.... primero no era él solo, fueron dos a la vez, y en dos países diferentes, por lo tanto no es sólo Mendeleiev. Hombre, evidentemente la tabla que tenemos ahora, sea del que sea, es perfecta para trabajar y para un curso de química a cualquier nivel. Porque el hecho de poder permitir sistematizar para mí es fundamental. Tanto a nivel de bloques, o sea poder hablar de los bloques s con unas propiedades y los bloques p, bueno dejando aquí aparte los gases nobles... El bloque d y el bloque f, esto ya te permite situar. Yo esto lo hago, hablo un poco del carácter metálico, que no te lo he dicho antes, pero sí hablo del carácter metálico, hablo de los óxidos, para mí la tabla periódica es fundamental porque me permite definir las propiedades y predecir cómo varían. Por lo tanto rápidamente puedo decir quien tendrá una electronegatividad mayor, quien tendrá un potencial mayor, y quien será más o

menos reactivo. Con ideas, muy, muy básicas, y esto lo he visto porque doy inorgánica I en el segundo curso, con ideas muy básicas dadas en primero...bueno, hay una parte que tienes que estudiar, que no hay más remedio, que es descriptiva, pero bueno, hay una parte que puedes intuir y esto yo creo que es la esencia de la tabla periódica, sea de Mendeleiev o del que sea. El que ha puesto la tabla periódica por números atómicos, pero bueno, **el mérito para mí estaba en el que la hizo por pesos atómicos**, porque es que el otro sólo dio la vuelta a tres. O sea que está clarísimo. Es un poco esto. Yo creo que la tabla periódica, para los inorgánicos, no sé si para todos, igual para los orgánicos menos, porque con el carbono van que se ... pero para los inorgánicos la tabla periódica es fundamental. Y para dar el curso de inorgánica unas buenas bases de tabla periódica es fundamental. Yo repito parte de tabla periódica dada en primero a los de segundo, lo que pasa es que con menos profundidad, pero vuelvo a situar la tabla periódica, vuelvo a hablar del potencial de ionización, de la electronegatividad, porque esto sí que he visto que hay una gran diferencia entre hacerlo y no hacerlo, o sea, recordar esto, me permite luego ser mucho más ágil en la tabla periódica. Hablar de radio con mucha más facilidad, hablar de tamaño de átomos, por lo tanto de potenciales de ionización, de reactividad, con mucha más facilidad y explicar cosas que si no tengo asumida la tabla periódica, es imposible. Por eso te digo, para mí es un tema básico, porque se aprende a capas la tabla periódica, yo eso lo tengo muy claro. En primero dar una visión muy amplia y en segundo, vuelves. Con otros ejemplos, no vas a repetir lo mismo exactamente pero sí volviendo a dar los conceptos importantes. Yo creo, ya te digo, para mí, para un inorgánico es fundamental. Y si miras el programa encontrarás tabla periódica en primero y el segundo tema de química inorgánica vuelve a ser tabla periódica. Y aquí hago otra vez repaso de la tabla periódica, de ... pero no sólo de propiedades, **incluso de historia, me meto un poco con las tríadas, que no hago en primero**. En primero digo que existen distintas maneras de ordenar los elementos, pero no creo como luego lo hago en inorgánica, hablo de las tríadas y a partir de ahí hablo de las familias y luego ya hablo de la tabla periódica que tenemos. Yo hablo dos veces de la tabla periódica, intento no repetir..hay partes que se repiten, seguro, pero bueno, las encuestas dicen que va bien, a los alumnos no les preocupa que repitas, lo que hago en segundo es hacer ejemplos más complicados. Hablo mucho de las excepciones, yo creo que es importante, para situar... yo creo que es importante saber que hay excepciones en la tabla periódica y por qué existen estas excepciones o que factores hacen que existan estas excepciones y eso lo remarco bastante. O sea que luego es verdad que muchas propiedades están dadas en gas, pero bueno.... yo creo que los ayuda a situar.

P16:

Una visión científica excepcional. ¿por qué? Primero que hay antecesores de Mendeleiev. Está Newlands, está Dobereiner, Le Chancourtois, esto para nombrarte a los más notorios que ya intentaron una ordenación de los elementos químicos. Más parcial, pero intentaron ordenaciones. En segundo lugar, al mismo tiempo que Mendeleiev, Lothar Meyer establece también una tabla periódica, que no llega a publicar. Pero para mí, además de todo esto, lo más importante es que cuando Mendeleiev publica la tabla periódica ni mucho menos le empiezan a felicitar y a aplaudir, ¿eh? O sea, se encuentra con indiferencia,

cuando no con menosprecio por parte de sus colegas. Por tanto, **Mendeleiev tuvo, no sólo tener la visión que tenía, sino luchar para defenderla y él mismo propuso más de 25 tabla periódica, y estuvo contrargumentando, contestando, en fin, con los colegas todo el resto de su vida. El dedica el resto de su vida a mejorar, a justificar, a ampliar y evidentemente discutir todos los asuntos de la tabla periódica.** El tiene una visión científica excepcional porque **él es capaz de prever la existencia de elementos que en aquel momento no se habían descubierto.** Si no hubiera sido así, no hubiera, yo creo triunfado como triunfó. Pero realmente el triunfo no le vino hasta 15 años después de haber publicado la tabla periódica. O sea, una visión científica excepcional que ha permitido tener la base fundamental de la química. Es decir, **para mí, la tabla periódica es la que está en la base de toda la química, sobre la que se construye toda la química.**

RESUMEN:

Establecer esa ley de periodicidad y haber encontrado el modelo para explicarlo. P1

Su osadía. P2

Predicción de elementos no conocidos y que posteriormente fueron descubiertos. P2, P3, P4, P10, P11, P12, P16

Su clasificación de tabla periódica, la ubicación de los elementos. P6, P13

Su sistema perduró. P7, P8

La capacidad para ver ese patrón, ese orden en la naturaleza. P8, P10

La organización de acuerdo al número... Z... P9

Haber encontrado un orden dentro de la historia P10

La originalidad. P13

No le encuentra mérito. P15

Una visión científica excepcional. P16

Anexo 5

Segunda entrevista sobre tabla periódica

P1

1.- Es decir...¿qué mensaje me trae? Bueno, esta de aquí, la número 1, me trae muchísimos, es con la que más estoy familiarizado, porque esta, la 3, inclusive me la han regalado varias veces, pero he encontrado que la 1 tiene más información que la 3. ¿sí? Y más información que la 5. Bueno, la 6, no... no... estoy familiarizado...

E.- ¿la conocía?

R/ No, no la conocía... la 7, también es nuevo, es decir, hay unos colores muy vistosos, pero no veo mucha información, a lo mejor en los colores hay mucha información, pero en la 1 me siento mucho más cómodo.

E.- ¿Qué le parece el uso del color?¿le dice algo el color en estas tablas?

R/ Sí, sí, sí... en la 1 yo veo por ejemplo, aquí el rojo y el negro, sí hay una diferenciación aquí estos elementos que están en la parte derecha, en rojo, con los del grupo 18 y el hidrógeno. Los colores...

E.- ¿Tienen alguna justificación esos colores?

Ah, ya.. estos pueden formar enlaces covalentes, ¿puede ser uno? Pueden formar enlaces muy covalentes y tenemos aquí los... espérese a ver qué más le puedo decir, los gases nobles, el hidrógeno... y estos serían los más electronegativos, podrían ser lo más electronegativos, y estos serían los gases nobles...¿qué más le podría yo decir de los rojos? Bueno, esta ya es otra... ¿qué más le podría yo..? sí aquí están los más electronegativos... estos cuatro, nitrógeno, oxígeno, flúor, cloro...

E.- podrían ser los gaseosos también...

R/ Ah, podrían ser los que son gases, también...bueno, entonces volvamos a la t1, que los rojos me traen a mi mente que son los elementos que están en estado gaseoso, pero también me recuerdan que aquí estos son los más electronegativos...no se me ocurre más del color rojo.

E.- Aquí lo usan distinto...

R/ Hummm... ah, sí, aquí los colores son para otra cosa, aunque seguimos viendo nitrógeno rojo, azufre rojo, cloro rojo, selenio, bromo, yodo, rojo... pero aquí ¿no explica por qué los rojos?

E.- Propiedades ácido-base...

R/ propiedades ácido-base...ah, ya... es del año 68, huy... es viejita...

E.- ¿Qué opina del uso del color en la 3 y la 4?

R/ pues aquí tenemos nuevamente que aquí es amarillo en vez de rojo, ¿cierto? Amarillo... y aquí... amarillo...sí, lo que es rojo aquí, aquí es amarillo...

E.- y en aquella 5 vuelven y lo cambian...¿cuál le parece mejor, profesor? ¿visualmente?

R/ ¿Visualmente? Bueno, aquí se destaca mucho el rojo, ¿no? (3) porque es que aquí hay mucho también (1), hay mucho color rojo, y en la 5 sólo están en rojo estos elementos. Aquí están en amarillo los gases, y no hay más amarillo, así que vamos a poder representar con amarillo los gases... yo creo que la 3 tiene más o menos el mismo poder de descripción que la 5, porque aquí (5) no hay rojos sino unos poquitos, y aquí (3) amarillos unos poquitos... pero entre el rojo y el amarillo a mí me impacta más el rojo. El rojo de la 5 me impacta bastante, porque es que aquí (5) no hay más rojos, en toda la tabla no hay más rojos sino estos, en cambio aquí (1) el color rojo está diluido por todas partes, aunque la información es diferente.

2.- ¿cuál formato le gusta más?

Pues a mí me gusta el 1.

E.- ¿Por qué?

R/ Bueno, estoy más familiarizado con esta tabla porque en una sola tabla encuentra la mayor información posible. De pronto en esta no voy a encontrar toda la información que tengo aquí. Aquí (5) se diferencian los sólidos, líquidos y gaseosos ¿cierto? y los artificiales, bueno, y además el número atómico y la masa atómica, en la número 1 hay más información... estados de oxidación, número atómico, peso atómico, temperatura de ebullición, temperatura de fusión, densidad, estructura electrónica... mucha más información aquí (1) que en esta (5).

3.- Humm, humm... bueno, de pronto yo escogería la más sencilla, si le voy a explicar por primera vez qué es tabla periódica, yo escogería una tabla periódica sencilla, por ejemplo, la 5. Es la más sencilla, no la veo mezclada con tanto color y tanta información. Sí, yo creo que con esta él se siente menos confundido que con esta (1), esta tiene demasiada información.

4.- Bueno, los estados de la materia, los sólidos, los líquidos, los gaseosos... ver ejemplos de cada uno de ellos y ver cómo pueden estar distribuidos dentro de la tabla periódica, por ejemplo, vemos aquí los gases en ciertas regiones de la tabla periódica, los sólidos distribuidos en la mayor parte de la tabla periódica, y los líquidos... muy poquitos son líquidos y dispersos, los de azul (5) bromo, mercurio..dice azul, líquidos, yo creo que para explicarle los ejemplos que hay de líquidos y de sólidos se presta más el 5 que el 1. Le hablaría de estados de agregación o estados de la materia, sí, estados de agregación, sólidos, líquidos y gaseosos. Entonces, si vamos a hablar de sólidos, líquidos y gaseosos yo creo que la número 5 podría prestarse más para un estudiante que tiene poco conocimiento de la química que la 1.

5.- (Le explico lo que significa la tabla periódica 7)

R/ Debiera tener aquí la explicación , qué significa verde, qué significa azul, qué significa morado...¿y cuántos colores hay?

E.- Huy...como ocho...

R/ Esta para mí es novedosa también, nunca había pensado en que esto se pudiera organizar así, en esta forma.

E.- Yo creo que vale la pena que también le dé una miradita a la 6.

R/ Bueno, esa 6 para mí es algo nuevo. Santánidos y mactínidos, ¿qué es eso? (lee la cabecera de la tabla...) Bueno, y ¿entonces, qué? ¿qué significa todo esto?

E.- Usted que es el hincha de las analogías...

Va leyendo algunos nombres de la tabla...

R/ ¿qué le puedo hacer yo llegar al estudiante con esta tabla? ¿qué mensaje le puedo hacer llegar?

E.- Vuelvo a preguntar ¿cree que podría utilizar alguno de los otros formatos para explicar algún tema en particular?

R/ Pues este (1), lo podría utilizar para explicar estructura electrónica, aunque también puede estar en este (5), muéstreme a ver las 3... no... sí, para explicar estructura podría ser la 1, porque la 6, no, y la 7 tampoco encuentro, en la 4 podría explicar estructura electrónica también, hum, pero yo me quedaría con la 1, para explicar propiedades periódicas, me quedaría con esta.

E.- ¿Cuáles propiedades?

R/ puede ser tamaño atómico, radio, sí... ah, cuando hablo de la 1 tengo que diferenciarla de la 2, ¿no? Entonces más bien la 2, la 2 es la que me puede dar más información sobre algunas propiedades periódicas, la electronegatividad, el radio... sí... electronegatividad, radio, tamaño atómico, y aquí podía explicar estados de oxidación, estructura electrónica, me sirve más la 2 para explicar electronegatividad, para explicar tamaño del átomo, el radio, distintos tipos de radio, porque aquí no encuentro información. La 2.

E.- ¿No ha visto nada en las otras que le llame la atención para explicar algo con ellas?

R/ yo creo que la 5 podría explicar estructura atómica con ella, la 3, hummm, pero la 3 podría utilizarla para potencial de ionización, aunque esta (1) también me sirve para energía de ionización, para energía de ionización también me sirve la 2, la 3, bueno, y encuentro ahora que estoy leyendo la tabla 3 que aquí está la cantidad de existencia del elemento en la corteza terrestre en ppm, ese dato no la tenía yo en estas, ni en la 1 ni en la 2... también tiene el año en que fue descubierto, entonces si voy a hablar algo de historia, algo del descubrimiento de los elementos, entonces usaría la 3, si quiero también hablar de cómo están distribuidos en la tierra, en qué porcentaje, en qué concentración se encuentran, entonces usaría también esta, la 3. Me llama la atención es esto, el año en que fue descubierto y la cantidad que se encuentra en la corteza terrestre. Porque los otros datos, por ejemplo, número atómico, el nombre también se puede encontrar en la 1. Bueno, qué clase de óxido, también le está indicando si es ácido, si es básico, si es anfotérico. Se lo está explicando aquí con un símbolo, A+, A, An, anfotérico, fuertemente anfotérico, ligeramente anfotérico, de modo que en esta 3 hay información que no encuentro en las otras, en la 3.

6.- ¿qué analogías?... Bueno, yo veo aquí como tendencias, con relación a los que están en la fila horizontal, hay cierta tendencia y con relación a los que están en vertical, hay una tendencia, pero... ¿explicarle qué analogía usaría yo para explicar esto?

E.- No, eso se lo pregunto más adelante... (risas) Es mi primera parte de la hipótesis, por ejemplo, que un grupo se llame una familia...

R/ Ah... ¿qué analogía? Bueno, esos grupos o familias se diferencian unas de otras, por ciertas razones, ¿no? por ejemplo, su estructura electrónica de valencia para cada familia es diferente. Entonces de acuerdo al número de electrones de valencia, tendrá ciertas propiedades, ciertos números de oxidación...

E.- Pero a mí me interesa más es que eso de que los hayan llamado familia... eso no me lo inventé yo... es por analogía...

R/ Así como una familia tiene el mismo apellido, entonces aquí tienen la misma configuración electrónica de valencia, el mismo estado de oxidación, el carácter metálico, bueno, pero esto es para estos primeros...es parecido...hummm...¿qué mas?

E.- Bueno, ¿qué otras analogías cree usted que están ahí atrapadas?

R/ familias...familias... bueno, algunas propiedades químicas... están atrapadas acá, estos que están aquí en este grupo tienen una reactividad química muy especial, diferente a los de las otras familias...

E.- Por ejemplo, en los nombres de los elementos, ¿usted se acuerda de alguno que tenga el nombre por analogía con otra cosa?

R/ Bueno, casi todo esto viene como del griego y del latín, ¿no?, este sodio, natrium, viene de un nombre latino, entonces no viene del español, ni del inglés tampoco, aunque esto esté escrito con términos en inglés, sí, los nombres en inglés, su origen no es inglés, por ejemplo Na, en inglés es sodium, pero en latín es natrium, de ahí viene. Plata, por ejemplo, argentum, Ag, oro, en inglés es gold, pero en latín es aurum. Y así, la mayoría de todos estos elementos tienen su base en un nombre latino que no tiene nada que ver con el descubridor ni con el sitio que fue descubierto, ni la universidad donde lo descubrieron, nada, entonces las raíces ya aquí, latinas, tienen un significado muy especial.

7.- ¿otras analogías que le parezcan apropiadas?

Déjeme como tarea...

8.- y 9.- otra tarea...tres preguntas... y por qué

10.- defíname lo que para usted es un elemento...

Un elemento...un elemento es como la unidad... la unidad básica, sí, lo que tenemos aquí en la tabla periódica son las unidades básicas que forman la química. O sea, combinando estas unidades básicas se forman moléculas, y se forman iones, se forman compuestos grandes, son las unidades más pequeñas que se pueden encontrar, independientes, ¿no? Así los podíamos llamar átomos, los átomos... en la naturaleza encontramos estas unidades básicas que forman la química.

11.- ¿Es lo mismo átomo...?

Bueno, eh... sustancia simple sí es muy diferente de átomo y elemento, porque una sustancia está formada por átomos, agua por ejemplo, está formada por hidrógeno y oxígeno...

E.- pero eso no es una sustancia simple, esa sería una sustancia compuesta...

R/ Ah, sí, sería una sustancia compuesta... el oxígeno, por ejemplo, es una sustancia, aunque el nombre técnico no podía ser sustancia, porque sustancia es cualquier cosa, cualquier cosa que uno vea es una sustancia. Llamemos más bien molécula...

E.- Bueno, entonces quedamos en que no es lo mismo sustancia simple que átomo y elemento. Y ¿átomo y elemento, sí son lo mismo o no?

R/ Átomo y elemento pues son como muy sinónimos, ¿no? Porque aquí tenemos la tabla periódica de los elementos, ¿sí? los elementos que constituyen la materia que pueden ser desde el hidrógeno hasta el último que han descubierto... ahora, ese elemento corresponde a un átomo, aquí tenemos átomos...

12.- Por favor defíname, elemento, átomo y sustancia simple.

Sustancia...¿una sustancia simple? Como por ejemplo...Usted dice que el agua no me la acepta como sustancia...

E.- como sustancia sí, pero no simple...

R/ No simple, entonces, el NO, por ejemplo, eso es una molécula, pero lo podemos llamar sustancia, está formado por más de un elemento...

E.- Bueno entonces... ¿sustancia?

R/ Sí, ya es la combinación de dos o más elementos...

E.- Y por ejemplo, ¿el oxígeno? O el sodio, ¿qué es eso? cuando yo lo tengo así solito... un metalito...

R/ Un metalito... Bueno, sí, es que sustancia puede ser cualquiera de estos, si lo acepta así, cualquiera de estos son sustancias, porque usted tiene siempre cantidades de... tantos gramos de esto, tantos miligramos de berilio están en un frasquito, usted dice, eso es una sustancia, es un ente químico, y el ente químico puede ser simple como un átomo o como puede ser una molécula. Ya es cuestión de semántica, cuestión de definir bien qué es una sustancia, qué es un elemento, qué es un átomo y qué es una molécula...

E.- Bueno, eso es lo que yo quiero que, por favor, usted me defina.

R/ Usted podría llamar sustancia a cualquier ente químico, sin tener... un poco de litio, un pedacito... agréguele a esta sustancia tal cosa, agréguele a esta entidad química, agréguele agua, o agréguele otro reactivo, sería sustancia...

E.- ¿y átomo?

R/ Bueno, átomo ya es... volvemos otra vez, el átomo ya es individual, cuando hablamos de átomo ya hablamos es de una unidad, porque la sustancia podría tener muchos átomos. Por ejemplo, un gramo de litio, ahí sería una sustancia y ¿cuántos átomos hay ahí? Ahí hay millones de millones de millones...

E.- ¿y elemento?

R/ Bueno, el elemento ya es como... el elemento sería como el símbolo, el elemento tiende a confundirse con el átomo, ¿no? el elemento ya es el nombre de la sustancia.

E.- Y si yo tengo por ejemplo, carbono 12 y carbono 14, ¿qué los hace distintos y qué los hace iguales?

R/ Ah, bueno, ya... su masa atómica los hace diferente, su número másico también los hace diferentes, ya es su estructura nuclear, su estructura interna la que los hace diferentes...

E.- y ¿qué los hace iguales?

R/ Ah, los hace iguales la estructura externa, la estructura electrónica externa, los hace iguales, lo que los hace diferentes es su constitución interna nuclear. Pienso yo.

E.- Entonces esos dos serían...

R/ son isótopos...

E.- Son isótopos, pero entonces serían... los dos son el mismo elemento...

R/ Sí pero son átomos diferentes, átomos distintos, sustancias distintas, son el mismo elemento carbono... elemento carbono y son dos sustancias diferentes, entonces los isótopos son sustancias diferentes del mismo elemento...

E.- ¿Y el grafito y el diamante?

R/ Bueno, ya serían variedades alotrópicas, grafito y diamante, grafito es una sustancia diferente del diamante.

E.- Pero todos siguen siendo carbono... ¿o no?

Sí, pero ya hay una estructura diferente. Entonces, la sustancia tiene unas características, una estructura, unas cosas muy especiales que ya no la tiene otro. Sí porque el carbono y el grafito son el mismo elemento, es cierto, pero su estructura es diferente, su estructura geométrica, su configuración es muy diferente.

E.- Entonces, resumiendo, un elemento ¿es qué?

Entonces tenemos grafito y diamante, pertenecen al mismo elemento ¿sí? pero no son dos cosas iguales, no son dos entes químicos iguales, porque hay diferencias en la forma geométrica, en los enlaces, en las propiedades físicas, eso es sustancia. Tienen el mismo elemento pero diferentes propiedades físicas por tener diferente configuración geométrica o diferente estructura geométrica.

E.- y ¿los isótopos?

Los isótopos son aquellos que tienen todo igual menos el número de neutrones...

P2

1.- ¿qué me sugieren? Todos me sugieren lo mismo. La 1, 2, 3, 4, 5 me traen a la mente más o menos la misma imagen que yo siempre tengo en la mente de la tabla periódica. Yo pienso en átomos con electrones distribuidos alrededor de ellos y esos electrones, pues debido a que yo soy teórico, entonces, pues la imagen mental que te acabo de escribir pues obviamente es una imagen pictórica, pero siempre me viene a la mente el modelo de Hartree – Fock, que es el modelo que le permite a uno visualizar los electrones como partículas independientes pero a la vez interaccionando entre ellos, pero con un potencial promedio, y eso es lo que permite explicar, pues, por lo menos de la manera más sencilla, la tabla periódica. Es un modelo matemático que me viene a la mente también, no solamente un modelo pictórico.

E.- Me gustaría saber si algo de estas 5 primeras tablas te llama la atención.

Bueno, pues si yo miro esta tabla periódica a simple vista (1), veo que me están tratando de indicar, aunque de manera aburrida, pero indicar, cuales son los metales o los no metales

con diferente tipo de color, con esta línea divisoria, y estos no sé que significa... ah, esos son los artificiales, claro, pero no veo nada en esta tabla periódica 1 que me parezca como imaginativo, me parece aburrida. La 2, pues me parece chévere que tiene unos diagramitas por lo menos desde el punto de vista visual, no sé si estos diagramitas se refieren a la estructura que formarían, la estructura cristalina, me parece que lo hace un poquito más visualmente más interesante. Esta parece de una casa que vende reactivos (3), aburridísima. La tercera y la cuarta son casi una misma cosa, sólo que indican con colores diferentes, propiedades. Y la quinta, pues, tampoco veo nada particularmente significativo, también apelan a los colores y... significan los estados físicos por medio de colores, pero no veo así nada digno de...resaltar.

La 7, me parece interesante que se asemeja a los cubitos que usan los niños cuando están en kinder, o en prekinder, y además el tipo de letra es cómica. Me parece que sería chévere para enseñarle a los niños la tabla periódica, para que se empiecen a familiarizar con ella.

E.- (Le explico la tabla 7).

Nunca se me hubiera ocurrido hacer esa correlación...

E.- Esa era una de las preguntas que yo hacía el año pasado sobr é qué otras cosas se podrían enseñar a partir de la tabla periódica... Entonces yo lo que hice fue tomar la tabla periódica para enseñar, mitología, astronomía, en fin, otras cosas distintas a la química...

(Comentamos sobre las relaciones de los nombre con los colores de la tabla)

Chévere... La 6...

E.- ¿La conocías?

No, había visto otras tabla periódica bromistas, pero no esta. Había visto una que era con vegetales... Pues me parecería chévere como para hacer un afiche para la oficina, como decimos aquí, para "mamar gallo"... (risas)

2.- Bueno, eso depende para qué los vaya a usar uno...

E.- ¡Ah! Eso está muy bien, usted me va diciendo...

Si yo fuera a mostrar en una clase una tabla periódica, en un curso de química general, pues yo creo que mostraría la 5, porque visualmente es como la más agradable, pero a la vez tiene la información técnica allí, ¿no? Pues todas son equivalentes, pero imagínese usted, aquí en la 3, todo ese montón de letricas y numeritos, visualmente es muy aburridor. Entonces...

E.- la 5, ¿por el color?

Sí, porque usa los colores, y el tipo de letra, es como más amigable a la vista.

3.- Alguien que sabe poca química... escogería la tabla periódica 7, sabelotodo. Porque yo creo que la idea básica es que... los elementos... la idea básica de que los elementos se pueden ordenar por algún criterio, es la que aparece plasmada aquí. Entonces si una persona sabe poca química, pues si uno le muestra, le presenta la tabla periódica, no le puede hablar de configuración electrónica, porque pues tendría que hacer varias sesiones de clase sobre teoría atómica antes de entrar en esa historia. Entonces, para alguien que no sabe química, lo primero sería pues indicarles que hay unas sustancias básicas, de alguna manera básicas, que tienen unos nombres y que además uno las puede organizar en familias

porque se comportan de manera, (no entiendo) en grupos, porque tienen propiedades similares y también en familias con respecto a otros comportamientos. Entonces, lo más elemental, lo principal, está aquí. Y los colorcitos, pues, ayudan de una manera pedagógica.

4.- A ver, pues yo, comenzaría por el hidrógeno. **Le diría, mira hay una sustancia que uno no la puede descomponer. Es decir, hágale lo que le haga, usted no va a poder obtener nada de allí, nada más... nada más... ningún componente de esa sustancia. Eso es lo que uno llama un elemento.** Y entonces, hay un elemento que se llama hidrógeno, porque a partir de ese elemento se puede formar agua. Y ese elemento va a ser la cabeza en el grupo. Por ejemplo, tenemos otro elemento, que es el helio, y que recibe ese nombre porque su existencia se descubrió en el sol, y sus propiedades son distintas y él encabeza otro grupo. Entonces, por ejemplo, si volvemos al hidrógeno y miramos los que están debajo, todas estas sustancias elementales, han recibido un nombre simplemente por razones históricas, ya sea dependiendo de su origen o de alguna propiedad específica que ellos muestran. Entonces, por ejemplo, el francio, se llama así supongo que porque se descubrió en algún laboratorio francés o los franceses, o algo por el estilo. Entonces, todos estos elementos tienen propiedades similares y por eso están acomodados en una columna, por ejemplo, el litio, el sodio y el potasio si uno los mezcla, los pone en contacto con el agua, entonces son explosivos. Esa es una propiedad común que tienen ellos, por ejemplo. Entonces, cada una de estas columnas es un grupo, con miembros del grupo diferentes, y las propiedades, cuando uno pasa de un grupo a otro, esas propiedades generalmente no cambian de forma abrupta sino que se van modificando de forma más o menos progresiva. Ahora, por qué tiene esta forma específica la tabla periódica, ya es un tema que requeriría un estudio más detallado. Más o menos eso es lo que yo diría.

5.- Bueno, este 7 como tú lo dijiste, es interesante desde el punto de vista histórico, para ver el origen de los nombres. Por ejemplo, la tabla número 5 inmediatamente uno ve que le serviría para explicar el estado de agregación en que se encuentran estas sustancias en la naturaleza. Por ejemplo, aquí tenemos los sólidos en gris, los gases en rojo, y los líquidos en azul. Y los verdes, realmente no podemos hablar de estados de agregación porque son elementos preparados de forma artificial, y se preparan unos poquitos átomos. Pero, de manera inmediata, uno puede ver cómo hay cierta tendencia a agruparse en cuanto al estado de agregación del elemento como se encuentra en la naturaleza, ¿no? Los gases tienden a acomodarse por acá. Bueno, los líquidos van formando como islas, pero de todas maneras también tienen cierta tendencia. Entonces visualmente captura uno rápido ese comportamiento, eso me llama la atención de esta tabla.

Las demás creo que tienen tanta información, para un aspecto específico, no las veo muy aptas.

6.- Pues una analogía que a uno le viene a la mente. Yo creo que a casi todo el mundo, es la de un rompecabezas. Humm... porque en la tabla periódica no hay huecos, entonces cada elemento es como una ficha. Desde luego que en un rompecabezas, en un rompecabezas ordinario, lo que hace que las fichas se acomoden de cierta forma, es su forma física. En este caso no es su forma física, sino sus propiedades. Las propiedades son las que hacen que esto se agrupe de esta forma, pero de todas maneras, la analogía del rompecabezas es como bastante buena. Inclusive así fue como Mendeleiev la trabajó ¿no?

E.- Pero esa sería como una manera como tú explicarías la tabla periódica. ¿O tú crees que así fue como hicieron la tabla periódica, como un rompecabezas?

Ah... Es decir, que fue primero ¿la analogía o la tabla periódica? ¿Si la tabla periódica sugiere una analogía o si la tabla periódica surgió de esa forma por analogía con otra cosa?

E.- Por ejemplo, llamar familias a los grupos por analogías con las familias humanas... ¿No recuerdas ninguna? Bueno, no pasa nada...

Yo no sé si esto sea de alguna utilidad, pero a mí me parece un poquito gracioso, y es lo de los gases inertes. Hasta hace muy poco era común llamarles gases nobles y yo no sé si porque como son tan poco reactivos, pues son inocuos, y de ahí de pronto la palabra noble, pero también puede ser porque la persona que les puso ese nombre era lo suficientemente sarcástica, y como estos gases no hacen nada, y los nobles no se caracterizan justamente por ser personas muy activas, pues probablemente por eso... es lo único que se me ocurre... (risas)

7.- Pues... eh, me viene a la mente lo siguiente. En primer lugar, en una tabla bidimensional, realmente uno no ve la periodicidad de una manera tan evidente, porque la periodicidad implica también una continuidad. Realmente, si uno quiere ver la periodicidad... o sea la palabra periódico, viene... o por lo menos la podemos analogar a lo más periódico que conocemos, es que son las ondas. Entonces, cuando un ciclo se cumple, pues la onda vuelve al punto inicial. Entonces, aunque aquí en la tabla bidimensional uno no ve tan evidentemente la periodicidad, si uno la enrolla, de manera apropiada, entonces ve como uno salta de un elemento del lado derecho a un elemento del lado izquierdo y así es como se mantiene la periodicidad. Entonces, esta es como una hélice desenrollada y de esa... o sea, si enrollamos la tabla periódica, la podemos analogar a una hélice. Eso es lo que me viene a la mente ahora, para exhibir, realmente la periodicidad.

8.- y 9.- La primera pregunta es de carácter muy básico y es la siguiente: de la observación empírica de que los elementos presentan periodicidad en sus propiedades físicas y químicas, ¿qué se puede inferir? Esa pregunta me gusta porque ayuda al estudiante a acostumbrarse a pensar en la información que hay implícita o escondida en una observación puramente empírica, y también, o dicho en otras palabras, acostumbrarse a deducir a partir de las observaciones experimentales cuestiones más fundamentales acerca de las cosas. Entonces en este caso el estudiante tendría que empezar a pensar en la estructura de los elementos. Naturalmente, uno tiene que empezar a pensar en la estructura, porque si una cosa no tiene estructura, no puede presentar propiedades periódicas.

La segunda pregunta es bastante más técnica y es la siguiente: Si la estructura básica de la tabla periódica se puede explicar satisfactoriamente a partir del concepto de configuración electrónica, y el concepto de configuración electrónica, a su vez, proviene del modelo de capas y el modelo de capas, a su vez, proviene de la aproximación de electrones independientes, en la cual cada electrón ocupa un orbital, o bueno, en realidad se pueden acomodar dos electrones en cada orbital, siempre y cuando sus espines sean opuestos. Siendo esta aproximación de electrones independientes a primera vista una aproximación drástica, porque los electrones están correlacionados, es decir, interaccionan por la fuerza de Coulomb, se repelen, cómo es posible que esta aproximación que esta aproximación que a primera vista es tan drástica conlleve a una explicación satisfactoria de la tabla periódica. El hecho de que esa aproximación conlleve a una explicación satisfactoria de la tabla periódica me debe de estar diciendo algo, ¿qué me está diciendo? Esta pregunta es importante, desde el punto de vista general porque yo me atrevería a decir que todas las explicaciones, por lo menos la gran mayoría de las explicaciones en química se basan en

modelos aproximados, y eso es posible, se debe a que, por aproximado que esté el modelo, deben estar capturando algo de la realidad. El caso de la tabla periódica pues es un caso bastante sobresaliente, entonces, el estudiante debe aprender a criticar los modelos, debe aprender a reflexionar acerca de los modelos que está usando para sacar conclusiones, y al hacerse esa reflexión el estudiante o la estudiante, no quiero ser sexista, debe sopesar, o debe por lo menos tener una idea de lo que se está dejando por fuera en el modelo. Y cuando el modelo funciona entonces quiere decir que los ingredientes más importantes se han incluido allí por lo menos para el fenómeno que se quiere explicar. Entonces, en este caso, el estudiante debe reflexionar que uno puede describir la interacción entre los electrones de manera promediada únicamente, y eso permite seguirlos expresando como partículas que se mueven en un campo promedio independientes de las demás. Pero debe estar consciente de que este concepto de configuración electrónica falla cuando uno quiere explicar otras propiedades. Entonces, el concepto de configuración electrónica, es central, es importantísimo en química y a veces uno puede olvidarse de que de todas maneras, falla. Uno de los... probablemente en los cursos de química general no se enseñan casos en los que ese concepto falle, pero en cursos más avanzados, sí. Por ejemplo, el caso de lo que se llama la autoionización, por ejemplo, cuando uno excita un átomo, el átomo queda excitado y luego emite un electrón. Ese es un caso. O, por ejemplo, si uno quiere hacer cálculos muy precisos de energías o geometrías, uno no puede quedarse únicamente con configuraciones electrónicas. Tiene que mezclar varias configuraciones, entonces si el estudiante se toma eso como un dogma, luego puede tener como un trauma en los cursos posteriores. Entonces, es un bonito ejemplo de lo que es modelar.

E.- Entonces, básicamente la pregunta sería para que el estudiante tome conciencia de la importancia de los modelos y de sus limitaciones...

Que el estudiante reflexione a fondo sobre el significado de lo que es la configuración electrónica y qué aproximaciones hay involucradas allí. Pero a la vez que sepa valorar, sepa valorar la fortaleza del modelo, que es evidente porque explica la tabla periódica.

La tercera pregunta sería más o menos así: Con base en lo que usted ha estudiado de la tabla periódica, ¿esperaría usted que el estado de agregación de una sustancia elemental, es decir, sólido, líquido o gaseoso, presente periodicidad? Por qué sí o por qué no. Esta pregunta es importante porque obliga al estudiante a pensar, en primer lugar, una cosa es el átomo y otra cosa es cómo se encuentra una sustancia elemental en la naturaleza. La sustancia elemental se encuentra obviamente en algún estado de agregación. Inclusive, en varios estados de agregación. Puede haber diferentes estructuras cristalinas. El potasio, por ejemplo, tiene diferentes alótropos. Entonces, ya el estudiante tiene que pensar no en el átomo, sino en la sustancia como se encuentra en la naturaleza y debe pensar cómo la estructura del átomo. Por lo menos intentar, porque no es fácil, cómo la estructura del átomo puede determinar cual va a ser el estado de agregación. Y uno podría pensar que si la estructura del átomo conlleva a una periodicidad de las propiedades de los elementos, y el estado de agregación debe estar relacionado con la estructura del átomo, entonces pues el estado de agregación también debería mostrar estudiante medite sobre eso.

Estas preguntas que yo te he hecho no son fáciles, creo que no sería el tipo de preguntas que yo haría en un examen, porque me parece que requieren de una reflexión cuidadosa, pero sí es el tipo de preguntas que yo dejaría de tarea para el estudiante. Yo creo que en

este caso lo importante no es si el estudiante llega a la respuesta correcta, sino todo el ejercicio que ha hecho para buscar una respuesta.

10.- Humm... esa pregunta es capciosa, pero yo respondería que un elemento es una sustancia formada por un solo tipo de átomo.

11.- No... para mí, cuando yo pienso en elemento, yo pienso en la sustancia simple. O sea, elemento y sustancia simple sería lo mismo para mí. Pero elemento y átomo, no. Elemento es la sustancia que uno encuentra en la naturaleza, que uno sabe o que uno averigua que no la puede descomponer en partes más simples. Pero, cuando uno habla de descomponerla, se refiere a otras sustancias, no se refiere a descomponerla en átomos a partir de los cuales se forman los elementos, pero un átomo no es un elemento, me parece a mí.

12.- Bueno yo definiría elemento como una sustancia formada por un solo tipo de átomo. Punto. Átomo lo definiría como un ente estable conformado por un núcleo y un número de electrones ligados a ese núcleo. Para mí sustancia simple es lo mismo que elemento.

E.- Y ¿qué pasa entonces cuando uno tiene isótopos?

Sí, usted tiene razón. Cuando uno habla... o sea, las definiciones que yo he dado implican una definición previa. La definición de elemento implica una definición previa de átomo, y cuando definí átomo usé la palabra núcleo. Entonces, tendríamos que entrar a definir el núcleo, y lo que... para la química lo que diferencia un núcleo del otro, es el número de protones, o sea, el número atómico. Entonces, habría también que especificar eso. O sea, químicamente, dos núcleos con el mismo número de protones son equivalentes, pero si tienen diferente número de protones, entonces no lo son. Entonces, los isótopos tienen las mismas propiedades químicas.

E.- O sea, un elemento formado por átomos iguales... o sea, que tengan el mismo número atómico, aunque sean isótopos distintos. Bueno, y si elemento y sustancia simple son lo mismo, ¿qué pasa con los alótropos? Por ejemplo, grafito y diamante... Porque son sustancias elementales diferentes, con propiedades diferentes...

Pero son el mismo elemento. Por ejemplo, hay potasio blanco y me parece que el otro es potasio negro, si mal no recuerdo, tienen estructuras cristalinas... o lo mismo con el azufre, no importa eso, creo que uno es S ocho, y el otro es S algo distinto... bueno... pero están formados por el mismo elemento, y no se pueden descomponer en sustancias más simples, entonces cabría dentro de la definición...

Yo pondría, elemento, sustancia formada por un solo tipo de átomo y pondría un asterisco en el átomo o algo así para indicar que hay que ir a mirar qué es átomo. Entonces, en átomo, de acuerdo a la discusión que acabamos de tener, yo diría que un átomo está caracterizado por un núcleo, que a su vez está caracterizado por su número atómico, que es su número de protones, y un enjambre de electrones, que están organizados alrededor de ese núcleo central formando una estructura estable. Pues, sustancia simple es lo mismo que elemento, sólo que allí uno está haciendo énfasis en la operación química de descomponer, pero... Una sustancia simple yo la definiría como una sustancia que no se puede descomponer en sustancias más simples, pero esa definición realmente es circular, porque si yo digo que una sustancia simple es la que no se puede descomponer en sustancias más simples, estoy usando lo que quiero definir dentro de la misma definición. Entonces, a mí por eso... yo preferiría decir que sustancia simple y elemento es lo mismo.

P3:

1.- Uno puede enseñar la tabla periódica desde el punto de vista histórico, de cómo se llegó a conformar este modelo de tabla periódica ¿no? Por ejemplo, asociando las tríadas de Dobereiner, la ley de las octavas, hasta llegar a Mendeleiev. Bueno, llegando hasta ese punto moderno. A mí me gusta enseñar la tabla periódica desde el punto de vista de estructura atómica, me gusta que el estudiante vea las relaciones que hay entre la estructura atómica y las propiedades periódicas de cada elemento. Como cambia dentro de una familia o un grupo y a través de un periodo, ¿no? Eso es básicamente, y como yo puedo asociar la estructura atómica con las propiedades periódicas.

El número 1 me parece muy buena, ¿sí? Es la que más utilizo en clase y es la que le aconsejo al estudiante que la tenga. Aquí, esta tabla está recargada de mucha información para el estudiante, pero yo solamente quiero rescatar lo fundamental de la tabla allí, que es estructura atómica, como cambian algunas propiedades de acuerdo al grupo y al periodo, como cambia el carácter metálico o la reactividad, ¿cierto? En la tabla periódica.

La 2 no la utilizo, el modelo 2 no se utiliza ¿cierto? Ya es más desde el punto de vista estructural, más para los químicos inorgánicos. Como químico analítico, no le hago. El modelo 3, es muy parecido al modelo 1 ¿no? La 3 la veo como una simplificación del modelo 1, y tiene además el año en que fue descubierto, ¿no? Desde un punto de vista histórico es importante, ¿no? Pero no me ... me quedo con la número 1, con el modelo 1.

La 4, tiene sus diferencias, ¿no? En los números... claro, sí, es también... es útil, ¿no? Es un buen diseño de la tabla periódica también la 4, muy parecida a la 1.

La 5 es como más antigua, ¿no? En cuanto a los grupos A y B, es distinta, para enseñar no me gusta. No la escogería para enseñar...

E.- ¿qué le parece el manejo del color?

El color del 4, me gusta, se resaltan los estados de los elementos. En la 4, me parece bien el color. La 5 no la usaría.

E.- ¿qué le parece la 6?

¡Huy!

E.- ¿la conocía?

Pues nunca he reparado, no, la había visto, pero no...¿cómo puedo asociar cada elemento? ¿cómo con qué? Así no más, como para información la vería, pero no para enseñar con ella...

E.- y ¿la 7?

Es más vistosa, ¿no? Está ordenada de acuerdo al número atómico...

E.- (Le explico la tabla 7)

2.- Para enseñar me parece que el 1, el 4. El 7, me parece que es novedoso porque incorpora muchas cosas de los elementos, ¿no? Ese ya es más complejo para enseñar, eso ya no es fácil. Por ejemplo, que el hidrógeno viene de tal cosa... generador de agua, ¿cierto? Entonces hay que saber mucho sobre eso...

E.- Entonces le gusta más el 1, el 4...

Y el 7, por lo que aporta cosas nuevas, ¿no?

3.- Supongamos, deportistas... huy, me la pone... ¿tengo que descartar el 7, verdad?

E.- No, usted tiene los siete formatos a su disposición...

Entonces ¿cuál cogeríamos? Tiene que ver como entre el 1 y el 4, ¿no? Me inclinaria... creo que sería más fácil el 4. Le puedo explicar que en la naturaleza tenemos los elementos en los tres estados de la materia, ¿cierto? le puedo mostrar la abundancia que hay de cada uno de ellos, le puedo mostrar por qué están ordenados en filas y columnas, les puedo hacer más o menos cuales son los elementos naturales, cuales son los elementos sintéticos y la importancia en general de la tabla periódica.

E.- ¿Y ese formato por qué le parece el más apropiado?

Pienso que es el más fácil de visualizar, ¿no? El número 1, tiene también los isótopos, ¿cierto? La 1 está sobrecargada de información, y hay partes que uno no puede leer... la 4 es... la que está bien organizada. Yo creo que tiene todo lo fundamental de la tabla periódica.

4.- Le explicaría, en primer lugar, el por qué de la tabla periódica. La abundancia relativa de cada elemento, o sea, perdón, el estado sólido, líquido y gaseoso. Por qué existen en esos estados. Les explicaría, más o menos, el orden de la tabla periódica, desde el 1 hasta el 110, el 112, los que sean, les explicaría el orden de los periodos, de los grupos, como cambia el carácter de las propiedades a través de un grupo y de un periodo. Después le hablaría, cogería algunos elementos más importantes, como el carbono, el hidrógeno y el oxígeno, y algunos elementos también importantes, como oligoelementos, que son importantes para la parte de la vida. El magnesio, el hierro, el zinc... y les hablaría un poquitico de isótopos, de la importancia de los isótopos en medicina... eso más que todo.

5.- Sí, sí, claro que sí... ahora, todo depende del enfoque que uno coja de la tabla, depende del auditorio, si son estudiantes de química, uno tiene que profundizarles más. Si son estudiantes de otra carrera, de ingenierías, pues el enfoque es más general, y si es un público no muy versado en química, pues sería todavía más general. Yo pienso que para un químico es importante la tabla 1 y el modelo 2... la tabla 2... y la tabla 3... para un químico. Yo creo que para un estudiante de ingeniería química, de ingeniería agrícola no son tan importantes las tablas 1, 2 y 3... me quedaría con la 4.

6.- Bueno, fuera de familia, fuera de ordenamiento, de reactividad, estabilidad de los compuestos, composición...

E.- Mi pregunta va en qué analogías recuerda que estén metidas en la tabla periódica...

Ahora, no... tengo que pensarlo...

7.- No, voy a apuntar aquí, analogías nuevas...

8.- y 9.- (Las tres preguntas y sus por qué quedaron pendientes)

10.- Un elemento... hum... bueno, elemento es una sustancia pura, ¿qué más?

11.- Elemento... Bueno, un grupo de átomos forma un elemento, ¿no? Aquí ya tenemos que tener en cuenta la masa, ¿no? Porque el asunto de la masa es la sola diferencia entre átomo y elemento.

E.- ¿Y sustancia simple?

Un elemento es una sustancia simple. Sí...

E.- ¿Y a partir de cuántos átomos comienza uno a tener un elemento?

No, no, yo digo que es la masa, ¿cierto? O sea, si yo tuviera un átomo la masa sería muy pequeñita, ¿verdad? Diez a la menos 24 gramos, diez a la menos 23 gramos, y no lo podría pesar. En cambio, una colección, un número grande de átomos, si ya me da un... la diferencia la dejo en la masa, en lo otro, no... es que tener un átomo es diez a la menos 22 gramos, diez a la menos 23 gramos... ¡no!

E.- Pero hay propiedades atómicas que son medidas para un átomo, ¿o no?

Sí, claro, la energía de ionización, la afinidad electrónica... todo eso está dado para un átomo, que está en estado gaseoso, ¿no? ¿y eso cómo lo estamos haciendo? Pero mire que nosotros cogemos un número grande de átomos, los pesamos y luego lo interpolamos a uno, ¿verdad? Si yo tengo un mol, pues... si tengo 6.34 gramos de cobre, tengo 0.1 mol, tengo diez a la 22 átomos, tengo un número grande, ¿no? (no entiendo) grandes cosas...¿no? puede ser que en esencia sea lo mismo, pero yo... eso es en la masa... en el conjunto que estamos cogiendo.

12.- Elemento, bueno, elemento es una sustancia pura, es una sustancia elemental pura, bueno. Átomo es la mínima parte de ese elemento que tiene una identidad propia como tal. Sustancia elemental es lo mismo que elemento. Sustancia elemental simple. Cojamos, por ejemplo, oxígeno, ¿verdad? El elemento es O, la molécula es O₂ o también puede ser O₃, [...] sí, sí... el elemento son átomos de la misma clase, o sea, que tienen el mismo número atómico ¿no? Aunque el elemento tenga una combinación de diferentes números de masa, ¿no? de diferentes isótopos... ¿sería lo mismo o no?

E.- ¿Cómo queda entonces cada definición?

Entonces digamos que un elemento es una sustancia pura o elemental que está compuesta por átomos de la misma clase, que tienen el mismo número atómico. Un átomo es la mínima parte de un elemento, que tiene una identidad propia, o sea que conserva sus propiedades. Y la otra es...sustancia simple ¿es lo mismo que elemental, cierto? Sustancia simple...Pues sería también un elemento ¿no? Sustancia simple o elemental ¿no? (no entiendo)

E.- Entonces, ¿esas dos cosas serán iguales?

Sí. Esas sí... sustancia simple o elemental... pienso que sí.

P4

1.- Pues, realmente el que siempre yo he utilizado es este, el 1. Incluso, por este lado (1), más que por este (2). Por aquello que nosotros poco hacemos énfasis en la parte de cristalografía o de algunos valores que aparecen por acá (2), ¿sí?, y será porque esta es la más común que aparece en toda parte. Estas otras que tú colocas aquí (3), pues yo no les

veo mayores diferencias. Tal vez la única diferencia, no, pero también está en inglés. La diferencia está es en el posicionamiento de los datos, ¿sí?, con respecto a estos. Y, ¿qué más?

E.- ¿qué te parece el manejo del color?

A mí me parece pues que a nivel internacional está mal dada la 1, porque aparentemente esto nos está indicando con coloración cuales son líquidos, cuales son sólidos y cuales son gases, ¿sí? Acá esto y esto está muy de acuerdo con lo que tú ves a nivel de experimentación, o sea en los gases, en los átomos, en los modelos también está eso más o menos diferenciado. Aquí yo no veo... si esto está igual, o sea, aparentemente por lo que veo, estos dos líquidos y estos gases, parece que es exactamente lo mismo aunque no sé si los colores tengan alguna cosa. La número 5 parece que está absolutamente en lo mismo, aunque este verde... ¡ah, sí! los artificiales...

Esta sí me parece muy interesante (6), esta yo no me la conocía, la 6, porque esta te da la oportunidad, de pronto, de hacerlo menos dramático, ¿sí?, la presentación y de pronto utilizando la simbología de alguna cosa que más conocen o más manejan diariamente, se les puede quedar de pronto el nombre o la posición de los elementos.

Esta sí me parece un popurrí de colores que yo no sabría como identificarlo. (7)

E.- Le explico la tabla 7.

Ya este sería más historia de la química que realmente para hacer un curso introductorio de química. Ya esta estaría más hacia ese lado.

2.- El 1.

3.- Bueno, si sabe poca química uno tiene que entrar por algo que conozca cotidianamente, o sea, sería este tipo de cosa (6), sabe poca química. Para que de aquí uno pueda pasar al 1, porque si una persona no conoce de química le entra más si lo correlaciona con algo rutinario ¿no?, que si comienza uno a hablarle de los grupos, los elementos, las familias, todo ese tipo de cosas. Entonces sería un paso más didáctico, digámoslo así, o como aparece esa última tabla de los elementos que la sacó la Royal Society, cosas artísticas, que la gente que le gusta el arte puede identificar más fácilmente, o sea, más relacionado con la vida cotidiana para entrar a habla de un campo.

4.- Bueno, pues, si uno lo que va es a hablar de elementos ¿sí? y uno tiene que relacionar esta tabla con los elementos, pues lo único que uno empezaría sería preguntarle a la persona que maneja él cotidianamente, lo que come, como se viste, que le gusta, cosas de él, y esas cosas pues que las vaya ubicando dentro de este concepto de tabla periódica. Por ejemplo, yo no tengo idea por qué colocan aquí un banano...(refiriéndose a la tabla 6) ah, ya, plátano... platino como platino, bueno, en primer lugar tendría que tener una simbología con el español para que pudiera relacionarse con el español, en nuestro medio realmente... está más relacionado... incluso yo tengo una tabla periódica que tiene una simbología de esta en español... y una vez que se ha relacionado eso, ya uno podría hacer la abstracción, bueno, esto, por ejemplo, si usa joya, por ejemplo, de qué son esas joyas, por ejemplo, ah, esto que es de oro, que es plata, ah, entonces, mire que esto viene de un elemento, tatatín, tatatá... y llega uno a ubicarlo en el contexto de una tabla periódica, ¿no? Entonces sería como traerle lo que usted maneja diariamente relacionado con la química que hay detrás de todo eso que usted está manejando diariamente.

5.- Bueno, pues, los formatos que están más ubicados en la parte química pues le sirven a uno mucho, ¿no?, por ejemplo si tú vas a hablar de sólidos o de líquidos o de gases, o no sé de propiedades que de pronto pueda tener, que sean naturales, o que sean artificiales, o sea, depende de que se vaya a hablar.

6.- No...

7.- Bueno, lo que uno siempre hace en clase cuando habla de tabla periódica es utilizar el aula de clase para mostrar que es una familia, o que es un grupo, o que es un periodo, por ejemplo. Generalmente los salones que le corresponden a uno siempre están divididos por periodos y por grupos (risas) entonces comienza uno a jugar ahí con el cuento de que ustedes son este periodo, y que entonces de aquí para allá vamos aumentando el periodo y de aquí para allá está pasando esto. Entonces, si uno está hablando, por ejemplo, de carga nuclear efectiva, una propiedad periódica, como a uno los tiene organizados por familias o por periodos, entonces uno comienza a jugar con eso. Entonces a ponerlos a pararse, a sentarse, a ver, que mire, que usted le tapa, que todos se queden en filita, que mire esto... Comienza uno a tener ese tipo de vivencias para que ellos vean lo que ocurre a nivel de átomo. Que cuando es fácil que usted se vaya, que cuando es difícil que usted se vaya, si usted está de primero, o si usted está de último, yo no doy cuenta, que tal... juegos que uno como que trata de implementar para que a ellos se les quede por qué está eso así acomodado. Los más pesados, los más difíciles, los más fáciles, es decir, pues... cosas, pero así otro tipo de analogía específica que yo recuerde, pues no... ya hace como bastante rato que no trajino con cursos básicos ¿no? que es donde uno se divierte bastante, porque a mí me parece que eso es divertido a nivel de... y espero que próximamente me toque un curso de general, que es donde uno se divierte para trabajar la gente. Incluso es hasta interesante que uno les diga en clase, bueno, cuéntenme, ustedes qué saben de química, y comienza uno a armar la clase con lo que ellos le cuentan que saben de química y a preguntarles y no a recitar uno que tatatá, no, sino ir armando la clase junto con las ideas que ellos traen. Porque muchas veces ellos traen ideas que no están muy fijas, que están erradas y que uno puede comenzar desde ahí a saber cual es el pensamiento que traen. Entonces puede uno ir quitando cosas, esto no de aquí, esto es por aquí, usted tiene esto errado, esto no se puede por aquí ¿sí? Y más uno en inorgánica que tiene tantos ases, yo les digo que nosotros los inorgánicos manejamos muchos ases debajo de la manga. Si uno quiere explicar una cosa, uno se mete por aquí, si usted quiere explicar otra cosa, se meta por acá. Entonces, esa es una gran ventaja que se tiene cuando uno trata de manipular todo con la tabla periódica.

8.- y 9.- Bueno, yo realmente hice no tres preguntas sino dos preguntas, y todo está relacionado con lo mismo. O sea, mi primera pregunta está relacionada con estudiar la energía de ionización, entonces, darle, por ejemplo la primera energía de ionización del calcio, que es más 186 kilojulios por mol, y la energía de ionización del potasio que es menos 48 kilojulios por mol. Entonces, aquí qué es lo que uno pretende que el estudiante le interprete, explicar por qué los dos valores tan diferentes. Y para hacer esto qué necesita saber, primero, el número de electrones que tiene cada elemento, hacer la configuración electrónica de cada uno, mirar con esa configuración electrónica donde queda, mirar como queda cuando se le quita un electrón, mirar qué está pasando cuando usted le quita ese electrón, ¿sí? Entonces ahí tienes muchas cosas que analizar. Esta sería una primera pregunta y usted está viendo si el estudiante, a partir de la ubicación del elemento en la tabla periódica puede razonar para explicar una cuestión experimental. Con eso me doy por satisfecha.

La siguiente sería en el lado de una serie de puntos de fusión, que está relacionando en un periodo una serie de fluoruros donde el punto de fusión se les da. Entonces tenemos el fluoruro de sodio, el fluoruro de magnesio, el de aluminio, el de silicio, el de fósforo, el de azufre y el de cloro. O sea que usted tiene todos los puntos de fusión. En este punto usted puede identificar los estados de oxidación, el manejo del radio, explicar por qué se cambia esos puntos de fusión, y cuando usted identifique el estado de oxidación puede identificar también cómo se va moviendo en los grupos, cuando usted mire el punto de fusión puede identificar también cómo se combinan los elementos, y cuando se combinan los elementos usted puede llegar a los tipos de enlace. Entonces ahí tiene usted para reírse... (risas) Si usted logra que un estudiante le explique esto, usted ya tiene un camino impresionantemente recorrido, porque usted ya ve que el estudiante le maneja la tabla periódica, le maneja los estados de oxidación, le maneja como esos estados de oxidación vienen porque A tiene diferentes tipos de enlace, puede saber qué es un enlace, como diferencia los enlaces iónicos de los enlaces covalentes, puede diferenciar incluso estado líquido de estado sólido o estados gaseosos, o sea que usted está hecha. Con esos dos ejemplos le he recorrido toda la tabla periódica.

E.- me queda una duda ¿por qué la energía de ionización del potasio negativa?

Ese es el valor que dan...

10.- Un elemento químico... un elemento químico es el que está constituyendo la materia. Ahora hay una relación íntima entre lo que es el elemento químico como tal, porque por ejemplo, uno habla de la materia, por ejemplo para el caso del azufre, uno habla del elemento azufre, y resulta que el elemento azufre no es un solo átomo, sino varios átomos enlazados, porque el azufre es S ocho, ¿sí? por ejemplo, pero si habla del elemento litio, litio es un solo... tú consideras una expresión de que tienes un mol de átomos de litio, mientras que acá tienes ocho moles de átomos de azufre, ¿sí? Entonces cuando uno habla de elemento está entrelazando el concepto de átomo y elemento realmente, ¿sí?, entonces definir exactamente qué es un elemento queda como hummm... Porque hablas del elemento fósforo y tienes cuatro átomos unidos... pues yo no sabría exactamente definir un elemento...

11.- Elemento, átomo y sustancia simple... humm... no...

12.- Ay, no... porque es que el elemento está constituido por átomos, si uno habla de... en ese sentido ¿sí?

E.- y la sustancia simple ¿qué vendría siendo? Porque, por ejemplo, si yo tengo carbono doce y carbono catorce o carbono diamante y carbono grafito, todos son carbono, ¿o no?

Pues si uno lo mira desde el punto de vista de que no se separe, esa sería la sustancia simple. Por ejemplo, el fósforo, fósforo cuatro, esa sería la sustancia simple para el fósforo. Azufre ocho, sustancia simple ¿sí? Hummm... pero si uno ve, por ejemplo, el litio, el litio en estado sólido está constituido por una cantidad de átomos de litio...

E.- Y entonces ¿cuál sería la definición de átomo? ¿átomo es lo mismo que elemento?

Pues si lo miramos desde... bueno, podría ser...

E.- ¿qué cree usted que debo escribir en mi diccionario para átomo, elemento y sustancia simple?

(risas)... Los elementos pueden estar constituidos por átomos, o están constituidos por átomos. Eso sería el elemento.

E.- Pero esos átomos tienen que tener una característica particular.

Claro.

E.- y ¿los átomos?

Los átomos... pues que están constituidos por un número de neutrones y protones definido para cada elemento, ¿no? Vuelvo y enlace.

E.- ¿Y la sustancia simple?

Pues la mínima expresión de esos elementos que pueden existir, o sea, que de ahí para allá no se pueden separar, ¿sí?. Si yo me pongo en ese intrínquilis de separar cada una de las cosas... así... porque, por ejemplo, si uno habla de carbono grafito, carbono diamante, ambos serían elementos, ¿sí?, que uno trabaja normalmente carbono grafito, porque es el que está natural, ¿sí? pero el carbono diamante, también, sólo que las estructuras son distintas, ¿sí? Sin embargo, el carbono grafito son seis átomos enlazados octahédricamente, y el otro... ve, perdón, hexagonalmente, pero el otro es tetrahedro... ¿sí? Ambos son elementos, en estados distintos, pero ambos son elementos naturales y hasta ahora se pueden conseguir artificialmente también, y ¿entonces?

Ante esa pregunta, en estos momentos, ¿cómo hace uno para hacer la distinción cuando ya estamos hablando de otras partículas dentro del mismo átomo?

P 5

1.- (Mira el formato número 6 y le comento que me lo regaló un estudiante que lo bajó de internet). Yo vi algo en la...en Bogotá, una vez que estuve en Bogotá, era una tabla periódica como así... pero era algo que estaba haciendo un profesor de la Nacional, pero esta yo no la conocía.

(También le explico la tabla 7)

Pues mira, esta (1) es la que yo normalmente utilizo para los cursos, porque esta tiene mucha información, esto está ... como que uno encuentra todo aquí, con una sola tabla encuentra todos estos datos que están aquí, en el recuadro, esto es lo que más le interesa. Si uno va por el otro lado (2) tiene otra cantidad de datos que no aparecen acá. Aunque todo esto aparece en tablas, todo esto está en tablas. Y ahora últimamente estoy utilizando es esta de aquí (me muestra la que tiene en su oficina). Esta, fíjate que tiene como menos información, pero me gusta es la manera como está diseñada, como tridimensional, entonces, como que sale del plano y es como más llamativa. Me gusta por eso, porque como que se sale del modelo tradicional que es como muy plano. Como que lo invita a uno más a leer. Pero volviendo a esta (1), digamos que esta es la que yo más utilizo. Por los datos que trae aquí. Yo por ahí tenía otra tabla, que la traje de ... que le enseña a uno en qué se utiliza cada elemento, más o menos... para qué sirven, entonces... pero esa tabla yo la regalé y nunca más pude conseguirla. Pero esa sí tenía más como para cultura general. Porque a uno le preguntan mucho ¿Y esto para qué sirve? ¿sí? La gente cree que porque tú sabes... o has estudiado química, tienes que saber de todo. Entonces te preguntan, y ahí en

la tablita... eso sirve para hacer esos clavos cuando la persona se accidenta, etc. etc. ¿sí? Una cantidad de información de primera mano, ahí.

E.- ¿qué te parecen la 3 y la 4?

Esta me parece como semejante a la 1, tiene mucha información también. Esta no la tengo. La 5, me gusta por el colorido. Aquí separa gases, ¿cierto? Metales en estado... líquidos, sólidos, los que son artificiales... los que son. ¿sí? esta me gusta por eso, por los colores, incluso yo también tenía una de esas...

E.- De las 5 primeras, ¿cuál te parece que tiene un mejor uso del color?

Ah, de esas 5, la 5 por los colores.

E.- ¿qué opinas de la 6?

Pues apenas la veo, ¿cierto? No... me parece que es como... (lee algunos nombres) me parece que es como chistosa... no...

E.- ¿Y la 7?

Nunca había visto esto de esta manera, que de acuerdo a su origen tenga un color. Pero ¿por qué estos en amarillo también?

E.- Ah, porque esos son los primeritos y los últimos...

Es novedosa, ¿cierto?

2.- Bueno, yo sigo con este, con el 1. Para docencia, yo sigo con el 1. Claro que este ya está como desactualizado, no la han vuelto a actualizar, pero digamos, para lo que uno utiliza, me parece que es muy buena...

3.- Yo seguiría escogiendo la 1, porque de una vez a la persona se le dice toda la información que puede tener una tabla periódica, de una vez uno lo mete en todo lo que puede extraer de una tabla periódica, de una vez le dice, todo está aquí, en este formato.

4.- Yo le diría como están organizados los elementos ¿cierto? en la tabla periódica. Le hablaría de cómo hay algunos que tienen un comportamiento natural... que en su estado natural es gaseoso, otros que son sólidos, otros que son líquidos, que ellos se fueron organizando de acuerdo al número atómico. Y tendría que contarle un poquito de la historia, de cómo se llegó a eso, de acuerdo a las teorías, ¿no? De la historia de Mendeleiev, de las tríadas, las octavas, todo eso... tendría que hablarle... que el tamaño de los átomos va variando de acuerdo a la ubicación en el periodo y en el grupo, le hablaría también de la configuración electrónica que (no entiendo) en una tabla. Le hablaría de algunos metales que tienen unas características especiales que se llaman metales de transición, de los metales de... de los lantánidos, de los actínidos, de los metales alcalinos, de los alcalinotérreos, gases nobles, los halógenos, los calcógenos, los picógenos, que (no entiendo) por ahí con ese nombre, y a partir de esta tabla también se podría hablar de cómo se van formando compuestos.

5.- La 3, la 4 me sirve también, la 5 también... es que la 3 y la 4 me dan la misma información que tienen la 1 y 2. Digamos que estas dos se podrían utilizar como una sola. La 5 me gusta por los colores, ¿cierto? que esto está aquí colocado, con los colores, aunque estos también tienen, la 4, sólidos, líquidos, gaseosos. Aquí sale también lo mismo. Entonces esto le serviría a uno para complementar este conocimiento.

La 7 me gusta por lo que tú me has explicado, ¿no? que del origen, que si son recientemente o si son los primeros, ¿sí? Me gusta por el colorido que tiene. Entonces, este es más impactante, porque tiene más colores.

6.- Digamos, uno lo compara con el lugar a donde lo hayan encontrado, algunos elementos. O le dice, a este le colocó Polonio por el lugar donde había nacido... Pues lo que uno recuerda es eso, ¿no?, en honor a la ciudad o al país o el tipo que lo descubrió le colocó ese nombre. Visto más por ese lado, pero por las analogías, no.

7.- No, no he renovado el repertorio...(risas)

8.- y 9.- Una pregunta que yo siempre realizo para saber si los estudiantes aprendieron como se llega a través de la configuración electrónica a clasificar en grupos y en periodos. Esa es una pregunta. Otra pregunta que yo realizo es para hablar de compuestos isoelectrónicos, los elementos que son isoelectrónicos, entonces si el estudiante sabe de acuerdo a su configuración de este ión él, si son isoelectrónicos. También una pregunta que me gusta realizar es la variación del radio atómico y del radio iónico.

A mí me parece que es importante, porque si uno le ha explicado en base a la tabla todas esas variaciones y esas propiedades de esos elementos que hay en la tabla periódica, y el estudiante entendió, él le puede responder a uno bien esas preguntas.

10.- Para mí es algo que es puro, ¿cierto?

11.- Para mí sí es lo mismo...

12.- (Lo dejó pendiente...)

P 6

1.- El formato es la tabla periódica como yo la he conocido toda la vida y están ubicados los elementos de acuerdo a sus propiedades químicas. Aparecen elementos que no se han... han sido nuevos. Lo mismo la tabla número 2, es la tabla con la que toda la vida hemos trabajado. La tabla 3 tiene ya unas diferenciaciones, le veo la ubicación de los gases, diferente, tiene el bromo y el mercurio, que aunque están ubicados en sitios donde podrían ser gases, son líquidos. El mercurio se comporta como un líquido, aunque está ubicado... allí en ese comportamiento, o se que trae... especificados los estados químicos... estados de la materia... Lo mismo la tabla 4, la tabla 4 ya nos muestra características de cada elemento, su símbolo atómico, su electronegatividad, pero sobre todo resalta, en colores los estados físicos en que se encuentra cada uno de esos elementos. La tabla periódica número 5 es en algunas situaciones parecida a las anteriores, sin embargo, trae cosas nuevas, por ejemplo trae los estados físicos del galio, el cesio y el francio, los presenta como líquidos, lo que no pasaba con las tablas que habíamos visto hasta ahora y trae diferenciación con los elementos que han sido obtenidos en el laboratorio. Por otra parte, pues sigue presentando los números atómicos, isótopos.

E.- ¿qué te parece el uso del color?

Muy importante. De las... indudablemente la 5. Me parece muy importante, resalta el estado físico de las sustancias y lo hace muy didáctico. Como que uno ve e inmediatamente dice, éste es de tal estado físico, lo que no pasa con la tabla 1 y 2... La tabla 5 resalta el estado físico de las sustancias, es muy didáctico para uno mirar qué elementos han sido obtenidos

de una forma, de la otra. Cuáles han sido obtenidos en el laboratorio, y es algo que se les queda a los estudiantes muy rápidamente, diferente a la tabla tradicional que no presenta eso, que no... o sea, que el color es muy importante. También, observaba algo que me parece extraño, y es que los grupos A en la tabla tiene una diferenciación entre los elementos que no es la que nosotros manejamos normalmente dice que los grupos A van hasta la parte del níquel y que los B empiezan allí, a partir del cobre hasta, por decir algo, hasta el criptón, más o menos todo ese rango. Es una forma completamente distinta a la que nosotros manejamos, eso sí ya no me parece tan didáctica, por lo menos no le ve uno como la analogía que utilizamos normalmente para decir que los elementos A, los grupos principales, terminan en tales orbitales, que los B tienen tales características, entonces no sé, ¿no? Esa diferenciación de esa forma.

E.- ¿Qué te parece la tabla 6?¿qué te sugiere?

Pues, a ver, no, no me gusta mucho...

E.- ¿la conocías?

No, nunca la había visto... eh, no sé... de pronto...como... no, no me gusta (risas) nunca la utilizaría. De pronto para dar un curso de química a los niños, mostrarles así que los elementos, qué se necesita, de pronto que el litio... pero, no, la verdad, yo no la utilizaría... no me llama la atención...

E.- y ¿la 7?

No, rarísima... tiene mucho color, pero tampoco le veo como la relación... no

E.- (le explico la tabla 7)

Ah, ya , pero entonces esta sería una tabla que necesariamente hay que explicarle a las personas, porque no está ubicada con las cosas tradicionales que nosotros conocemos, sino explicarles en base a qué está organizada la tabla.

2.- De todas las tablas, creo que ya lo dije, la 5.

3.- El formato 5, porque tiene ubicados los elementos como yo los he trabajado toda la vida, en base a su configuración. Eh, tiene la ventaja de que por el color es didáctica, a uno le resalta inmediatamente el estado físico de las sustancias. Cuales han sido obtenidas en el laboratorio, cuales se han encontrado. Fuera de eso también tiene lo normal, lo que traen las tablas, su número atómico, su peso atómico, sus nombres, pero yo me iría sobretodo por la parte didáctica del color y que podría rapidito una persona tener claro como se encuentra la sustancia y cual es la ubicación, que esa sí la tienen todas.

4.- Ah, bueno, yo lo primero que empezaría en una clase de tabla periódica es números cuánticos, orbitales y terminación de la configuración electrónica de cada elemento. Con base en esto, pues iríamos ubicando los elementos, entonces pues iríamos mirando como son, como está ubicada su configuración, como es su grupo, su periodo, y en base a eso empezaría, con la primera que yo empezaría sería con el radio atómico, luego mirando potencial de ionización, la facilidad con que una sustancia puede ganar o perder electrones, y con ese criterio nos iríamos yendo en los grupos o en los periodos.

5.- Por ejemplo, en el formato 7, ¿cierto?, explicarle la procedencia de las sustancias, que los colores, de pronto la posible relación que puede haber entre una sustancia, otra... y la 4 también me gusta, la 4 es buena.

La tabla número 3 (que tiene las fechas del descubrimiento de los elementos), eso me gusta mucho, ¿no? Inclusive siempre, antes de que empiece tabla periódica les hablo a los estudiantes de cómo fueron ubicándose los elementos en la medida en que se fueron conociéndose, como fueron quedando huecos, porque no se encontraba un elemento que podía comportarse de una determinada forma, el trabajo de Mendeleiev, que fue excelente, siempre hago eso. Y si a eso vamos, pues la tabla 3, que da el año del descubrimiento, o sea de cómo antes de que ese elemento estuviera descubierto ya estaban pronosticadas sus características, que tenía que tener...

6.- (risas) Analogías... el sitio donde se descubrieron, el nombre de alguna persona que fue la que hizo el descubrimiento, la polémica que había por el nombre del Kurchatovio y otro nombre para el mismo elemento, dependiendo del sitio o de las personas que trabajaron en él... pero es que no me acuerdo bien, porque había otra persona en otro laboratorio, entonces eran dos laboratorios diferentes, pero era la misma sustancia, entonces no se sabía exactamente cual nombre colocarle. Al final es el rutherfordio para nosotros, ¿no? Y para los rusos es el kurchatovio... Entonces, pues ese tipo de cosas...

7.- (risas) Este año no he tenido clases de tabla periódica... pero no... no.

8.- y 9.- (Queda pendiente)

10.- Un elemento químico es una sustancia que se encuentra en la naturaleza. Una sustancia que no está combinada con nada. Un elemento es una sustancia que se encuentra en la naturaleza o que puede ser preparada artificialmente pero que no está combinada absolutamente con nada.

11.- Elemento... no... un elemento puede estar formado por átomos. Está formado por átomos. Una sustancia simple... es un elemento.

E.- ¿Entonces serán lo mismo?

Elemento y átomo, no. Elemento está formado por átomos ¿cierto? Un elemento está constituido por átomos, que tienen que tener las mismas características que tiene que tener el elemento. La sustancia simple... sí... uno dice hierro y es hierro. Estamos hablando de sustancia simple, compuesto es la mezcla. Sí, entonces es lo mismo.

12.- Un elemento es una sustancia que se encuentra en la naturaleza o es preparada artificialmente y que se encuentra en su estado elemental, solo, no combinado con nada. Átomo, un elemento es un conjunto de átomos de la misma clase, de la misma especie. Y sustancia sería lo mismo que elemento.

E.- Entonces, si yo tengo carbono doce y carbono catorce, ¿son qué?

Ah, lo que pasa es que un elemento puede tener varios tipos de... tiene isótopos. Es decir, son diferentes el número de masa, son diferentes en los neutrones. Sí, ahí no estaba considerando el concepto de los isótopos. Un elemento puede tener varios isótopos.

E.- ¿qué es lo que hace que sean el mismo elemento?

Ah, pues el número atómico...

E.- Tú me decías que elemento y sustancia es como lo mismo... ¿y si yo tengo diamante y grafito? Son dos sustancias diferentes...

Sí, claro... entonces no podríamos definir sustancia como igual que un elemento. Habría que considerar otras características... (risas)

E.- El resumen para el diccionario...

En el concepto de elemento hay que tener en cuenta que existen los isótopos, también el estado en que se encuentra. Lo que hablábamos del carbono en forma de grafito y en forma de diamante. Pero entonces la pregunta es si elemento, átomo y sustancia simple son la misma cosa. Bueno... entonces yo sigo diciendo, el elemento está formado por átomos, no importa a que tipo de isótopos nos estemos refiriendo. Pero entonces elemento y sustancia simple no serían la misma cosa, porque lógicamente por un lado están los isótopos y está el estado en que se encuentra. Una sustancia simple está constituida por un elemento que tiene el mismo número atómico pero que puede diferir de la otra en su número de neutrones o puede diferir en el estado en que se encuentra.

P 7

1.- Tengo siete formatos de Tabla periódica...¿Qué le sugiere cada uno?

R/. A ver, las tablas 1 y 2 realmente son tablas complementarias. La información que aparece en cada casilla, en la tabla 1 aparece una información de las constantes físicas, y en la tabla 2 aparecen otras constantes físicas, entonces son complementarias. Vé, mirá, aquí no aparecen los nombres. Aparecen símbolos, mas no los nombres. Ah, sí, claro que sí, aquí abajo están, por este lado están, claro. Entonces aquí, ¿qué?, número atómico... entonces, en cuanto a las tablas tres y cuatro, también son complementarias entre ellas, sin embargo creo que en 1 y 2, a pesar de que hay información común entre 1,2,3 y 4, no necesariamente, sí, por ejemplo, temperatura de fusión, temperatura de ebullición aparecen en ambas, ¿sí?, pero en las tablas 3 y 4 veo como distintivo que hacen énfasis en el estado de agregación en que aparecen en la tierra. Supongo que serán a condiciones ambiente. Eh... aun cuando no estoy seguro de que alguno de estos elementos sean fácilmente obtenibles en la corteza de la tierra y sean elementos que estén en las capas internas de la tierra o algunos solamente sean característicos solamente de la atmósfera, entonces allí... como que es difícil de saber si todo está colocado a presión de una atmósfera o a una ciertas condiciones de temperatura, ¿sí? Entonces, pero aquí 3 y 4 hacen mucho énfasis en cuales son líquidos, gases, sólidos, o qué. En 1 y 2 no tanto, aquí digamos en la tabla 2 están preocupados por los sistemas en que cristalizan estos elementos, aunque uno podría comentar en primer lugar, no necesariamente un elemento cristaliza en una forma única, los hay en varias formas cristalinas. Y que no necesariamente, a pesar de que forme estructuras cristalinas, no necesariamente aparece en esa estructura cristalina como elemento sino que aparece formando parte de un compuesto. Aquí en 3 y 4 aquí hay una información que no está en 1 y 2, aquí por ejemplo aparece el año, dice el año en que se descubrió y dice ocurrencia en la tierra, dice la composición típicamente en que aparece en la tierra, partes por millón, o porcentaje. Entonces tiene información sobre cuales son los más comunes y cuales son los más raros, si se quiere. Raros desde el punto de vista de la presencia o abundancia relativa, ¿de acuerdo?

La 5, pues la más simple, la más simple. Aquí aparece además de los estados líquido, sólido, gas, cuáles son preparados artificialmente.

E/ ¿qué opinas del uso del color en estas 5 primeras tablas?

R/ ¿uso del color? En la 1, realmente, bueno, es cuestión de convención, también hay información sobre los estados, porque allí no los diferencian por el color de las casillas sino de las letras de los símbolos de los elementos.

E/ ¿y de la 6 qué te parece?

R/ risas...

E/ ¿ya la conocías?

No... yo creo que es la más divertida, de eso sí no hay discusión. Es la tabla más divertida. O sea, digamos que en términos de... no da ninguna información sobre propiedades de las cosas, pero tal vez, lo interesante aquí es que por lo menos motiva como ninguna de estas lo haría a que la gente vaya sobre absolutamente todos los nombres que hay en la tabla periódica. Y trate, de pronto... La primera cosa que yo hago aquí es tratar de asociar el nombre que aparece aquí, el nombre caricaturesco que aparece aquí con el nombre real del elemento, cosa que en mis n años jamás he tratado de hacer con cualquier tabla periódica, independientemente del formato que tenga. Yo por definición no puedo reconocer todos. Nunca, nunca los aprendí, nunca me pareció interesante. Tal vez esta es... creo que había visto algunos de estos intentos divertidos alrededor de la tabla periódica, pero creo que esta sería uno de los poquitos casos en que yo iría a leerlos uno por uno, y tratar de relacionarlos con uno de los nombres reales de la tabla real.

E/. Bueno, y esta última ¿que te sugiere? La 7...

R/. Esta tabla 7 es más para un juego de... se presta más para un juego de adivinanzas, ¿sí? Un juego de agilidad mental, un juego de memoria, pero pues no da más información adicional... el juego de los colores aquí me da la sensación que es como que libre, no encuentro de entrada como que una relación digamos estructural entre color y digamos las propiedades de los elementos. Pero me parece a mí que es una tabla como para ejercicio de memoria.

La Entrevistadora explica la tabla 7 (de acuerdo al origen de los nombres).

2.- ¿Cuál de todas te gusta más?

Desde el punto de vista de la información, me parece que en la 1 y 2 hay más información que en las otras. Si te vas pues a datos, datos, datos, datos, pues en 1 y 2 hay cantidad de datos. De pronto en 3 y 4 también cantidad de información. Me da la sensación así a priori de que hay más información que en 1 y 2 que en 3 y 4. Podría contestar ... pero definitivamente en las cuatro primeras hay más información que en la 5. Ahora, desde el punto de vista de alguien que necesitaría información para hacer correlación entre la ubicación de un elemento en la tabla periódica y sus propiedades. Ahora, insisto en que la única que me incitaría a leer absolutamente todas las cositas sería la 6.

3.- Si tú fueras a explicar algo de tabla periódica a alguien que sabe poca química...

bueno... yo haría... la tabla 6 es un relajante...esta la usaría definitivamente en algún momento...me gustaría utilizarla en algún momento...eh... porque esto me introduciría a un momento de esparcimiento dentro de la sesión. Definitivamente, esto... como en todo... el factor sorpresa es fundamental. Estoy seguro de que una cosa de esas sorprendería al 99% de la audiencia. Y esto, eh, pues motivaría a la gente a meterse en este cuento. Sin embargo, habría que ver si además del hecho de ser divertido, si además de buscar una relación divertida entre el nombre de un elemento y qué sé yo, alguno de estos grafos que hay acá, porque en últimas lo que hay acá, de por sí, los nombres que aparecen acá no son los de

los elementos sino que son una charada del nombre real. Se está buscando un parecido entre el nombre de un elemento y otra expresión, digamos, del mundo exterior, del mundo macro, no solamente fisicoquímico sino inclusive que aquí hay situaciones sociales. Eh... pero, también usaría con la intención de mostrar eh... propiedades, pues usaría 1 y 2, usaría 1 y 2.

4.- Con esa tabla en la mano...¿qué..?

¿a quien está introduciéndose? No... la idea es mostrar que a partir de esta información que uno encuentra aquí uno puede tratar de inferir acerca del comportamiento en macro de estos elementos sobre los compuestos que forman estos elementos en el mundo. Hablar sobre utilidades que puedan tener, hablar sobre digamos importancia, que se yo, digamos importancia para... su importancia dentro de la estructura del mundo, dentro del planeta. Ese tipo de cosas... Buscar correlaciones entre la ubicación de los elementos de la tabla periódica y las propiedades macroscópicas de las sustancias derivadas de ese elemento y de los compuestos que resultan, que incluyen a ese elemento.

5.- ¿alguno de los otros formatos?

Ah, claro... pues si ya uno va a temas particulares, pues si entonces uno está haciendo... por ejemplo en este caso... pues de entrada no pude ver esta de los colores (la t7), pero si aquí hay información digamos histórica o información sobre los orígenes de los nombres y quieres meterse un poquito en la historia de los descubrimientos de estos elementos, pues entonces eso podría ser de ayuda, la tabla 7.

Si uno quisiera mirar, digamos, exclusivamente ubicar... que sé yo... hablar sobre estados, estados condensados, sólido, líquido o cuales de estos elementos están en estado gaseoso, pues entonces... y ver, digamos, cuales, en qué zonas de la tabla periódica se acumulan los que están en un determinado estado, pues entonces buscaría esta (T5) digamos es visualmente más fácil de manejar. Definitivamente es más fácil de ilustrar eso con la 5 que con la 1.

6.- ¿Qué analogías...?

Analogías... la intención misma de la tabla periódica, de la clasificación de elementos en la tabla periódica es de hacer similaridades, mas no analogías. Es decir, el comportamiento, si uno mira los comportamientos por grupos tienen comportamiento similar los elementos del mismo grupo, son comportamientos similares, estructurales similares mas no análogos. La intención digamos en la mayoría de esas tablas es hacer, buscar similaridades ¿sí?. Buscar similaridades en un comportamiento determinado. En la tabla 5 se ve, en la tabla 3 se ve claramente ¿sí? Mas no encuentro de entrada que haya la intención de hacer analogías ¿sí? O sea para mí similaridades es diferente de analogías . Entonces, eh...

E.- ¿Y en los nombres de los elementos, por ejemplo?

R/ ¿cómo? Explicame...

E.- Los elementos que tienen nombres por algo similar a otra cosa...

R/ Ah, ya... bueno, de acuerdo, lo que pasa es que primero tendría uno que buscar en elementos particulares porque no ocurre en todos los casos de la tabla periódica, algunos sencillamente son... bueno, tienes razón, hay analogías en los nombres de algunos elementos de la tabla periódica son simplemente derivados... sus nombres son derivados del nombre de quien lo encontró o la persona que lo hizo o el director del grupo de

investigación que hizo el descubrimiento del material ¿verdad? Eh... algunos pues definitivamente, sí, pueden encontrar analogías... en este momento no recuerdo...

E.- Bueno, lo que me interesa es si crees que eso de alguna forma ratifica mi hipótesis de que los han metido ahí a través de analogías...

R/ Algunos si, por ejemplo ese del mercurio, lo que pasa es que como casi todos son derivados del latín, no sabe uno que son... aquí por ejemplo, está el tantalio que es derivado de tántalo, OK... el francio me imagino que tendría que ver con ...lo encontraron en Francia... ¿ves? en algunos casos no tienen que ver con analogías... Europio me imagino que significa...

E.- en honor a Europa... te dejo la inquietud...

R/ Sí, me imagino que todos los nombres tenían que ver con nombres de cosas en lenguajes antiguos, ¿no? En griego, en latín, en idiomas escandinavos, ¿sí?

7.- ¿Más analogías que puedas utilizar para extraer la información sobre tabla periódica?

Eh.. esa talvez es una pregunta dirigida a una persona que tenga más experiencia enseñando química general ¿sí? Que no es mi caso... eh... pero es posible buscarlas, claro..

8.- y 9.- Tres preguntas sobre tabla periódica para un examen de química general y por qué esas.

10.- ¿Podrías definirme lo que es para ti un elemento?

Definir un elemento... si porque uno da la definición en términos de la pregunta, y eso es como... un concepto de elemento está digamos muy relacionado digamos con el concepto de átomos...eh... no está...digamos, para mí un concepto de elemento es un concepto microscópico antes que un concepto macroscópico, está más definido en términos pues de... nuevamente bajo la definición de cuántos electrones protones hay en una determinada estructura de un átomo, ¿sí? Y eso lo hace clasificar como un átomo de un elemento o de otro. Yo no uso el concepto elemento eh... para hablar de... digamos de cantidades macro de una especie, así sea elemental, porque en primer lugar, típicamente en forma natural y en la gran mayoría de aplicaciones, los átomos de ese elemento vienen combinados ¿sí? Formando moléculas o formando estructuras iónicas, o lo que quieras... eh... y en segundo lugar, porque a pesar de que hay digamos relaciones...así el material que uno tenga en una cierta cantidad macro esté formado por exclusivamente por átomos de un solo elemento, o sea una sustancia macro elemental, las propiedades de las partículas atómicas y las propiedades de la estructura macro, hay diferencias entre las propiedades, cuando pasas del mundo micro, del mundo digamos nano, de la escala nano a la escala de los milímetros hacia arriba, hay diferencias..

11.- ¿considera lo mismo átomo,...?

No, es decir, para mí de todos modos el concepto de elemento y átomos están ligados,¿sí? En el sentido en que átomo es una estructura, aunque es otro de mis problemas con el concepto de estructura que se define a partir de sus propiedades. Para mí entonces un elemento es definido sencillamente como una estructura atómica diferenciada de otros átomos, que se diferencia de otros átomos, o sea un elemento es una estructura atómica caracterizada por tener un número atómico N y un número n de electrones y un número n de protones. Átomo es una de esas estructuras de ese elemento, pero el concepto de

sustancia simple para mí es un concepto macro, no es un concepto micro y nanoscópico ni subnanoscópico, es un concepto mucho más macro. Y eso sí, la interpretación de eso sí es a libre albedrío porque ¿qué se entiende por una sustancia simple? ¿Una sustancia que está formada por átomos del mismo elemento? ¿sí? y que en consecuencia digamos una porción de materia suficientemente grande, una cierta cantidad de materia suficientemente grande, un número grande de átomos de un mismo elemento ¿sí? O una sustancia simple uno podría también entender como una estructura molecular en la que ya no hay átomos de un mismo elemento sino que puede haber átomos de dos elementos...no sé... Para mí el concepto, digamos, de sustancia simple se refiere más a, de pronto, a una estructura macroscópica hecha de átomos de un mismo elemento, mas no se refiere a un elemento.

12.- ya me contestó la última pregunta.

P 8

1.- Con respecto a la pregunta de ¿qué ve uno? O ¿qué veo yo cuando te presentan la tabla periódica? Honestamente, tengo que confesarte, no había pensado mucho al respecto. Ahora, si me pongo a pensar y recuerdo tantas cosas bonitas que he visto no solamente durante mi vida de ... (no entiendo). ¿qué pienso yo cuando veo la tabla periódica? Pienso que pienso en química, ¿no? Eso es lo primero que se me viene a la cabeza, pero fijate que de pronto es más profundo que química. Tú te pones a ver, esto es la composición del universo, como la conocemos nosotros. O sea que si uno le quiere meter de pronto filosofía, y quiere ir más profundamente en ello, uno puede decir muchas cosas bonitas de ello. ¿no? De hecho hubo alguien que dijo que se podía crear un lenguaje, un lenguaje universal con los elementos de la tabla periódica, porque eso es, ¿no? Verdad, estos mismos elementos que están aquí están en cualquier parte del universo, pueden encontrarse en cualquier parte del universo y cualquier cultura inteligente podría hacer un alfabeto con todas sus letras. Pero sí, ¿no? Yo creo que esencialmente pienso en química cuando veo la tabla periódica, las diferentes combinaciones que los elementos pueden tener entre sí para dar todo el universo de compuestos que nosotros tenemos. Eso es lo que se me viene a la mente. Y la organización de los diferentes elementos en la tabla periódica pues te dice cómo esos elementos pueden combinarse entre sí, ¿cierto? Y el tipo de propiedades que van a tener los compuestos que surjan de la combinación de todos estos elementos. Entonces, de pronto puede ser tan simple como una palabra química, como tú lo decías ahora, o puede ser tan complejo como más profundamente, y el ver que todas estas propiedades que están enumeradas ahí en la tabla periódica pueden dar lugar a cosas más elaboradas, más grandes, con propiedades también, ¿no? Definidas por unos componentes de alguna manera. Todo eso realmente sería, o debería dárselo a la gente... en la tabla periódica.

E.- ¿qué te sugiere cada formato?

Sí... bueno, el formato más común es este que tengo aquí (1), el formato en que más comúnmente yo encuentro la tabla periódica, te da pues diferente información, básicamente el z de cada elemento, configuraciones electrónicas, algunos traen valores de energías de ionización, afinidades electrónicas, algunos traen también datos de ΔH de vaporización de los diferentes elementos, etc, etc. El segundo formato, el número 2, ¿cierto? te da... claramente se pueden ver unas figuras que te dan información sobre el estado... principalmente el estado en que se encuentra cada elemento y para los que se encuentran en el estado sólido, pues te dan las diferentes estructuras, ¿no?, tipos de redes cristalinas en

que esos elementos se pueden encontrar en su estado sólido. Honestamente, estos otros formatos se utilizan menos, tú generalmente utilizas estos formatos y de aquí sacas toda la información que necesitas y con esto generalmente se trabaja con los estudiantes. Pero fijate que sí, por ejemplo, cuando yo enseño tabla periódica o tengo cursos relacionados con tabla periódica, entro a hablar de qué significa cada cosita en la tabla periódica, porque uno asume que eso los estudiantes ya lo saben, pues no podría uno estar más equivocado, porque uno mismo a veces está en problemas para entender alguna de la información que está ahí. A ver, el formato número 3, humm, ah, no tengo idea de qué tipo de información me está dando.. dice que.. ah, es el mismo formato, ¿no? Te está dando...es el mismo formato, pero de alguna manera está organizada de forma diferente, y por eso se ve diferente la apariencia de la tabla. Pero es prácticamente que así a simple vista pues diría uno que es casi la misma tabla. De pronto habría que ver con más detalle. Eh... y el formato número 4, pues nuevamente, ¿no? te está dando de pronto más información respecto a ... aquí veo que denota electronegatividades, estados de oxidación, bla, bla, bla... ah es que incluye punto de ebullición y punto de fusión que algunas otras tablas no incluyen... entonces en ese sentido... ah, lo interesante, algo que se me estaba pasando...eso me parece muy bonito en las tablas ¿no? Por ejemplo este formato que lo trae aquí, trata de describir las diferentes propiedades de los diferentes elementos y trata de decirte y de utilizar colores, esto es muy didáctico y muy bonito. Entonces te pone para los sólidos, un color, para los líquidos, otro color. Este formato era uno que tenían pegado allá donde hice mi doctorado, de pronto, inclusive tenía una foto también, de cada elemento en su estado natural, era bien bonita esa tabla periódica. Básicamente tú lo ves aquí y entiendes eso y entiendes que casi todos los elementos se encuentran en estado sólido, ¿no?, es impresionante como la mayoría de los elementos se presentan en estado sólido y hay pocos elementos en estado gaseoso y todavía menos en estado líquido. Yo recuerdo que algo me parecía interesante cuando yo vi eso pegado allá en esa pared en esa oficina, que solamente el mercurio y el bromo se encuentran en estado elemental como líquido, algo que ignoraba hasta el momento que noté ese detalle, ¿no? Otra de las cosas bonitas, es que mira que el hidrógeno, por ejemplo, que es una de las cosas que he hecho en una de las clases pasadas, acabo de hablar con los estudiantes... es que el hidrógeno que está como gas, de pronto tendría un comportamiento más adecuado al comportamiento que hemos visto con los halógenos, que es algo que tú no notas hasta que comienzas a estudiar más detenidamente la química del hidrógeno y donde se ubicaría el hidrógeno en la tabla periódica. Entonces sí, ¿no? Hay gran diversidad de tablas periódicas, como tú dices, pero yo pienso que en síntesis todas tratan de condensar el mismo tipo de información, que es información de tipo electrónica de los elementos, principalmente, y, bueno, eh, y junto con esa información va otra información de tipo nuclear... y bueno... otras propiedades físicas de ...(no entiendo)

E.- ¿qué opinas del 5?

R/ Ah, no lo había visto. Bueno, el 5 es más colorido, sí el 5 pues... trae la misma información que traía el 4, si no estoy mal, ¿cierto? Con respecto a los colores y los estados de los diferentes elementos. Ahora incluye otros colores que... ah, OK, incluye los elementos que han sido preparados artificialmente, en verde, ¿cierto? los rojos en gases y dice que los líquidos en blue... no sabía que el galio también era líquido. Desde el punto de vista del color es más lindo, sin embargo, no tiene la nueva nomenclatura. No me puse a fijar... no tienen la nueva nomenclatura... todas las que me estás mostrando no la tienen... **Porque, por ejemplo, yo ahora trato de hablarle a los estudiantes con la nueva**

nomenclatura, porque bueno, digo, ah, tengo que adaptarme al nuevo patrón que la ciencia o que la gente que hace esto te está imponiendo, entonces, sí... todavía más información y sobretodo el uso del color que hay que destacar, realmente es muy favorable y es algo que debería ... yo pienso que debería hacerse, tomar como una norma, utilizar todas esas ayudas que de pronto uno tiene a la mano, todas estas ayudas visuales...

E.- De estas primeras 5 tablas, ¿qué te gusta más del uso del color?

R/ Sí, no, obviamente, uno quiere algo que le dé la mayor información de una manera más condensada pero también más visible, que lo puedas leer fácilmente, que lo puedas ver fácilmente, sí pienso yo que sí, esta última tabla (5) tiene menos números y tiene menos letras, ojo, ¿no? Porque... se puede ver a simple vista que la 1 tiene muchísima más información que esta (5) ¿cierto? pero fíjate que nos vemos atraídos más por la información visual, información que puedes destacar sin ponerte a mirar qué dicen los números o las letras, entonces, yo pienso que sí, que ese tipo de ayuda son muy, muy especiales y deberían ser la norma y no la excepción. Entonces, si a mí me preguntas cual, yo te diría que la que tiene colores (5) porque nuevamente consta de diferentes propiedades así sin reparar demasiado en ellas ya se va a notar que color significa tal cosa y así, etc, etc... eh, pues sin embargo, no puedo decir que si yo estuviera trabajando en un laboratorio, y necesito conocer la afinidad electrónica de un elemento, la energía de ionización de un elemento, el punto de fusión de un elemento, yo querría tener algo a mano que tuviera toda esa información, entonces, obviamente una tabla como la que veíamos hace un momento, que era esa (la 3 y la 4), donde está por un lado todo este tipo de información, por un lado te dan todo ese tipo de información, se ve un poco más congestionada de información y se hace menos atractiva, pero desde el punto de vista del contenido es la más atractiva de todas. Tienes toda la información que necesites aquí, ¿sí? Y de pronto entra uno como con pelea interior, en que quiero algo simple pero de pronto menos elaborado o de pronto algo elaborado que va a hacer la lectura un poco más difícil. Yo escogería, aunque suene un poco contradictorio, escogería la combinación de ambas, y creo que la combinación de ambas son la 3 y la 4. ¿no? Las que mejor combinan los dos tipos. Ahora, honestamente, la tabla número 1 fue con la que trabajé cuando estaba en pregrado, tenía una de esta, un poco más pequeña. Entonces, digamos que emocionalmente me siento más atraído hacia esta tabla por eso. Y seguro que me pones a escoger entre todas y yo escojo la tabla viejita, pero si nos vamos a lo práctico deberían ser la 3 y la 4, y si nos vamos a lo estético y de pronto cómo puedes tomar la información rápidamente, sería la 5. Lo ideal sería unir todas...

E.- ¿Qué opinas de la 6?

R/ ¡Ah! La 6, no la había visto... no, no la conocía, bien linda...¡uff! a ver... eh... pues está interesante, pero a ver, ¿qué te digo yo? Eh.. primero que todo, de pronto me siento a enseñar este tipo de tabla y me voy a sentir un como... porque de pronto estoy enseñado a la academia dura, ¿cierto? a la academia donde todo es símbolos, números y cosas por el estilo y entonces voy a presentar esto y entonces... no... esta tabla se la enseñaría de pronto a mi nene que está en kinder, pero si de pronto se la enseñas a un estudiante desde el punto de vista del estudiante, quien sabe cómo lo tomaría. Si me la hubieran enseñado a mí cuando era estudiante yo hubiera dicho, ah, sí, muy bonita pero pásame la otra por favor... Veo que tiene como especie de cartoons, caricaturas, ¿cierto? Para expresar los símbolos y todo eso, e inclusive veo que le ponen expresiones a los símbolos, ah, OK, desde ese punto

de vista la información es mucho más gráfica ¿sabes que sería ideal para enseñarles a los nenes? introducirles a los... a los... de pronto a la tabla periódica. Porque pueden relacionar...de pronto el lenguaje digo yo de los nenes, porque el lenguaje de los nenes es muy limitado, ¿cierto? En el sentido de que todavía no tienen, por ejemplo, bases matemáticas, algunos de pronto están aprendiendo a leer y todo eso, entonces, desde este punto de vista podrían relacionar características y propiedades de los diferentes elementos con cosas de su vida diaria, ¿no? no sé, actividades, emociones, símbolos que ellos entienden, ¿cierto? como las caricaturas y todo eso. Está hermosa, hermosa... Nuevamente, no sé si en la universidad pegaría, pero pienso que en las escuelas, de introductoria de este género, sí sería muy popular... (la mira y se ríe...) están como haciendo una especie de tabla periódica con algo de humor, está muy curiosa...

E.- y la 7 ¿te dice algo?

R/ Uff... la 7... yo alguna vez he visto este tipo de tabla, pero no, no estoy muy seguro..eh, no pues tendría que ver... no te dice que configuración te está dando...

E.- Le explico lo que significa la tabla...

2.- De las siete tablas ¿cuál le gusta más?

Sí, no... nuevamente, o sea, de pronto depende, para mi clase me gustaría más una tabla muy didáctica, de pronto con muchos colores, muy bonita, donde pudiera muy pronto hacer sentido a la tabla periódica a tus estudiantes y que ellos lo captaran sin necesidad de pensarlo demasiado, entonces escogería tablas con colores, sí, eso no me cabe la menor duda. Y ahora, para mi laboratorio yo escogería de pronto la 3 y la 4. Creo que es la más densa en información, para tenerla en mi laboratorio escogería la 3 o la 4, ¿cierto?, una tabla periódica. Pero para mi clase escogería ya sea la 7 o la 5, ¿cierto? que son las tablas con más colores. Infortunadamente la 5 veo que como que no tiene de pronto mucha de la información que uno necesita, de lo que uno enseña en clase. Pero nuevamente, para una tabla didáctica, una con colores, para una tabla pues con información como la que de pronto uno necesita en un laboratorio o algo así, sería una tabla como la 3 o la 4.

3.- Oh, yo escogería de pronto varios de ellos... yo escogería varios de estos formatos, los escogería en orden ascendente, digámoslo así de complejidad, entre comillas. Por ejemplo, este (6) sería muy hermoso para introducirlo y decir, esto es la tabla periódica, ¿cierto? Entonces de pronto, como decimos, calentar un poco la audiencia, pero en el buen sentido de la palabra, ¿cierto? Ponerla en ambiente adecuado, para que reciban la información que tú vas a dar, ¿cierto? Entonces le introduces de pronto estas caricaturas y tratas de explicar que esos elementos realmente, lo que queremos mostrar es que esos elementos tienen propiedades diferentes y propiedades que los diferencian unos de otro y por eso ocupan un lugar en la tabla periódica. Por ejemplo, la 6 sería excelente para tratar de introducir ese punto, porque te está mostrando las diferentes cualidades que puedes relacionar fácilmente con cosas de tu vida diaria. ¿cierto? Y luego, entonces sí comenzaría lentamente con tablas que tengan colores para mostrar que hay diferente tipo de información que podemos asignar a esos elementos y como puedo ir sistemáticamente mostrando esas propiedades de esos elementos de la tabla. Y poco a poco comenzaría entonces a incrementar el orden de complejidad llegando de pronto a lo último a una tabla como la 3 o la 4, donde puedo mostrar un montón, todo el tipo de información y como cada una de esas... esos renglones de esa tabla, cada uno de esos cuadros me da información importante que puedo utilizar en

mi trabajo, ya sea a nivel de laboratorio o cualquier tipo... sí, entonces empezar con una tabla informal y de pronto ir poco a poco para llegar a algo más formal, más elaborado.

4.- ¿qué le explicaría? ¿sobre qué hablarías?

¿sobre qué le hablaría a las personas? Sí, pienso yo que primero trataría de relacionar, bueno, con esta tablita (6) no es tan sencillo, pero con esta tablita lo que haría sería introducir el hecho de que cada uno de esos elementos en esa tabla periódica, cada uno de esos símbolos que representa un elemento en esa tabla periódica me está tratando de definir una sustancia que tiene de alguna manera y esto sería ideal, una personalidad propia. En términos de propiedades, en términos de comportamiento químico, ¿cierto? luego pasaría a una tabla como esta, como la 5, donde le explicaría que esos elementos que tengo allí, en esa tabla, los puedo ubicar como tú decías antes, de pronto en familias ¿cierto? y que esas familias lo que nos están mostrando son patrones de comportamiento, que hay distintos elementos que tienen patrones de comportamientos similares y al tener patrones de comportamientos similares entonces los puedo ubicar en diferentes familias que voy a clasificar como grupos y de esa manera, poco a poco, les comenzaría a introducir la complejidad de la tabla periódica. Entonces diría, bueno, este grupo, el número uno, yo no incluiría el H en ese grupo ¿cierto? Me representa un patrón de comportamiento con parámetros físico químicos, podría entonces introducir lo que sería, no sé... energía de ionización o afinidad electrónica o en fin... y luego, entonces, ir de pronto grupo por grupo, tratando de explicar las diferentes cosas y cada grupo tiene cosas comunes entre sí, pero diferentes a los otros grupos. Esta tabla, por ejemplo, como hablábamos antes, también me dice, qué elementos hay, como tú decías, en estado de agregación, en estado sólido, en estado gaseoso, en estado líquido... introducir todo eso y sí, poco a poco, como te decía antes, ir elaborando a partir de allí.

5.- ¿y con los otros formatos?

¿Algún tema particular? Sí, ¿no? por supuesto... todos estos formatos se pueden usar, yo pienso que todos... pero bueno, no sé el 6, pero algún tema en particular sí, yo pienso que sí... a ver, déjame ver... ¿cómo qué tema en particular? ¿lo que yo quiera? De hecho uno utiliza estos formatos para explicar diferentes temas. Por ejemplo, ahora mismo estamos hablando en la clase lo que es los diferentes bloques con respecto a los metales, por ejemplo, el bloque f, el bloque d, el bloque p, y los diferentes comportamientos digámoslo así, generales, que muestran los diferentes bloques, ¿cierto? Entonces, cualquiera de estos formatos sirven para explicar eso, porque en estos formatos se ubican o puedes ubicar fácilmente cual sería el bloque s ¿cierto? Los primeros grupos 1 y 2. El bloque d, que sería el bloque de los metales de transición desde el tres hasta el doce, y bueno, inclusive el bloque p está claramente definido aquí ¿cierto? y bueno, veo que aquí esta tabla 5 ha incluido al polonio como metal del bloque p, algunas tablas no lo incluyen. Entonces, sí, esta tabla (5) sirve perfectamente para explicar ese tema, cómo están distribuidos todo eso, pero cualquiera de las tablas realmente serviría para ello, sí esta tabla también, la 4 y la 3. De pronto la tablita que aquí entraría en problemas es la tuya, (risas) porque obviamente está orientada hacia ... tiene una orientación diferente, tiene un propósito diferente... pero todas las otras tablas, por ejemplo, servirían para explicar eso en sí ¿cierto? Todas estas tablas servirían para explicar el porqué o cómo están agrupados los diferentes elementos. Fíjate que ahora que hablamos de esto, yo sí tenía un amigo en ... que era bien curioso, o es bien curioso, y él sí tenía una tabla periódica que era bien diferente a todos estos formatos

que hay aquí. El tenía este formato y el formato de él no era cuadrado, era más bien como formando diferentes círculos, algo así era la tabla periódica de él, y bueno, de pronto tú habrás visto infinidad de formatos, pero esa me parecía interesante. Yo recuerdo que alguna vez le pregunté que qué con eso, que si era que él quería tener una tabla diferente o qué, y él me dijo que no, que era que esa tabla daba no sé qué propiedades de los elementos, ahora no me acuerdo qué fue lo que él me dijo, pero ese formato se adaptaba muy bien a explicar no sé que propiedad en la que él estaba interesado, él trabajaba y tenía esa tabla ahí entre sus documentos, así es que sí... es interesante ver que no sólo este formato porque todos lo hemos aprendido en clase ¿no es cierto? es el único que puede haber, hay formatos diferentes, inclusive con más información, no sé, o con información diferente, ¿no? Sí, entonces, nuevamente, respondiendo a tu pregunta yo creo que casi todos estos formatos se pueden utilizar para explicar diferentes cosas de la tabla periódica.

E.- ¿Has visto alguno que te sirviera para explicar historia?

No...ah, a ver, a ver... tendría que ponerme a detallar... ah, aquí está, el 3 y el 4, tienen el año en que fue descubierto el elemento, ah, ¡que bien! Esto está muy bonito, te voy a pedir una fotocopia... OK, está bien interesante, así que este tiene el año del descubrimiento, ¡qué bien! ¡qué bien! Sí, aparentemente este formato está muy interesante en ese sentido, tiene una gran cantidad de información que inclusive tú no has pedido pero que no está de más tenerlo, sobretodo para quien enseña química. Es algo muy importante, y te das cuenta que de pronto algunos elementos son más viejitos o más nuevos de lo que uno creía, ¿no? Y estos números aquí... hace rato que no descubrimos algún elemento, según veo... O sea que la 3 te puede dar información sobre la historia en términos de cronología, al menos, ¿no? que es importante también... De alguna manera nos dice algo como la tecnología se ha ido desarrollando, y a medida que hemos desarrollado tecnología, pues de pronto más sofisticada, podemos también llegar a elementos digámoslo así más misteriosos o difíciles de encontrar, de descubrir...

6.- ¿qué analogías cree que están encerradas en la tabla periódica?

Sí, bueno, ya creo que nombramos una, lo que es la familia, es de pronto la más obvia, la familia... otras analogías... yo creo que hay muchas en la tabla periódica, cuando tú ves la tabla periódica, hay muchísimas, de hecho cada nombre de ...por lo menos aquellos nombres que fueron dados a los elementos tratando de explicar alguna de las propiedades más observadas en ese elemento, de alguna manera representa una analogía ¿cierto? Como tú me contabas ahora la anécdota del vanadio, yo me sabía esa, viene de eso, relacionado con la vanidad, relacionado con los colores hermosos que tenía el vanadio, el cromo, que está al lado, de alguna manera también te quiere decir que ese elemento forma muchos compuestos con colores, etc, etc. ¿cierto? Y me imagino que así mismo, cada uno de los símbolos, cada uno de los nombres de los elementos se relaciona a algo, ya sea de dónde vino o quien lo descubrió, o qué propiedades presenta... entonces sí... hay muchísimas analogías en la tabla periódica. De hecho, pienso yo que la tabla periódica ha sido construida en base a eso ¿no? En analogías... de alguna manera.

7.- ¿nuevas analogías?

Sí... pues debe ser lo nuevo que estoy en enseñar tabla periódica que no tengo demasiadas analogías para ello. Eh... y que soy a veces... de pronto... mi peor pecado, soy a veces un poco frío y pragmático con todas estas cosas... pero no, no tengo así como que te pueda

contar una analogía específica o especial que tendiese a utilizar bastante en mi clase... no...no tengo ninguna. Lo que utilizo es el vocabulario académico que utiliza todo el mundo, grupos, periodos, series, pero nada, nada así especial o bonito que se pueda destacar.

8.- y 9.- tres preguntas y por qué...

10.- Definir elemento

¡Hum! Un elemento... cuando dice elemento pienso en la palabra, ¿no? elemental, es como el principio de algo, algo que me constituye... eh... parte de la materia, en cualquiera de los estados, que es completamente, lo defino, que es completamente diferente a otro tipo de materia, con propiedades muy de sí, muy características de esa sustancia. Entonces, sí, es ese principio que me compone materia o sustancias con determinadas características.

Entonces, yo te decía, en resumidas cuentas es el mínimo constituyente de un tipo de sustancia específica y con propiedades características de esa sustancia, o sea muy características.

11. ¿es lo mismo elemento, átomo y sustancia simple?

Elemento, átomo, no realmente, pues a ver... es sí y no, se relacionan, pero no creo que sea lo mismo. Cuando hablas de un átomo hablas de una unidad de esa sustancia ¿cierto? O de ese elemento. Cuando hablas de elemento puedes estar hablando de un átomo pero puedes estar hablando de todo un conglomerado de átomos ¿cierto? Que componen esa sustancia. Entonces, nuevamente, se relacionan pero exactamente no tienen porqué ser lo mismo. Y, bueno, sustancia simple, asumo que...emm, no necesariamente tiene que ser lo mismo, porque cuando hablas de sustancia simple, el nombre está implicando muchos átomos, muchos átomos de ese elemento ¿cierto? Y de pronto es más precisa la palabra, pero no necesariamente fuera de tono, fuera de contexto. Pienso yo que son palabras diferentes y son expresiones diferente es porque quieren expresar cosas diferentes, de alguna manera.

E.- Entonces, para mi diccionario...

Ay, Rita...¡eso es trampa! A ver... átomo, del griego, o sea algo que no se puede partir, bueno, el átomo es la mínima unidad que me caracteriza un cierto tipo de sustancia o elemento. Átomo, átomo... Elemento, sería, a ver, déjame elaborarlo un poco más en la cabeza... sería... estoy tratando de buscar palabras diferentes... sería como... de verdad que se mete uno en problemas cuando trata de definirlo, encuentra las mismas palabras ¿no? No tiene uno un vocabulario un poco más desarrollado al respecto. A ver, definamos elemento como una sustancia... compuesta por un mismo tipo de átomos, aunque cuando me digas que defina sustancia simple voy a empezar a problemas porque utilizaría casi la misma definición. Nuevamente, como te decía, de pronto la palabra elemento la puedo utilizar en ambos casos, el caso cuando estoy hablando de un átomo o cuando estoy hablando de una sustancia ya, o sea hablando de un conglomerado de átomos. Entonces, necesitaría pensar más al respecto de cómo escoger las palabras adecuadas para hacer una definición precisa.

E.- ¿Y si tenemos carbono 12 y carbono 14?

Claro, son átomos diferentes, pero son el mismo elemento...

E.- ¿Y si tengo grafito y diamante?

Nuevamente, son...exactamente, desde el punto de vista de sustancia simple son dos cosas diferentes...sí, no... por eso te decía, de pronto habría que pensar un poco más detenidamente para encontrar las palabras adecuadas y evitar la confusión...

P 9

1.- Pero en que pienso... a ver... porque como uno tiene un conocimiento previo... ¿qué pienso de la tabla así como la veo? Pienso que (1) es una tabla que proporciona mucha información sobre los datos numéricos de cada uno de los elementos. Sí, tiene mucha información...eh... que está..tiene la nomenclatura vieja, que como la mayoría de las tablas tiene separado el grupo de los lantánidos y los actínidos, no lo ha incluido ahí... que es un poco monótona, o sea, más que monótona...sí monótona, muy uniforme...solamente está diferenciando, resaltando los gases, el estado de agregación es lo único que resalta allí. Pero muy valiosa porque eso sí, tiene mucha información, tiene peso atómico, número de oxidación, símbolos, etc, etc, etc...

E.- Y ¿la 2?

Pues esta, obviamente lo primero que ve uno es el dibujito que corresponde al... a la forma del cristal, ya hay un poco más de color, tiene un poco más de color, pero es muy pesada.... muy pesada.... tiene también mucha, mucha información. O sea, es una tabla muy útil pero no muy didáctica. La número 3, bueno, la número 3 tiene el problema que hay que fijarse un poquito más para descubrir los símbolos de los elementos porque están escritos, pero resalta mucho los estados de agregación, se hacen muy obvios por el colorido que tiene. También es una tabla que tiene información, bastante, aunque no tanto como la anterior... hummm... fundamentalmente eso, que no se resaltan mucho los símbolos. La 4, pues está un poco más, no sé porque razón, talvez porque el primer número está en rojo, entonces eso hace que resalte más el nombre del elemento, más que acá que está todo en negro, pero eso es todo lo que veo. Que hay más información todavía.

E.- ¿la 5?

La número 5 proporciona mucha más información, pero en todas ellas de todas maneras se ven muy claro los diferentes periodos y los diferentes grupos pero en esta pues el colorido la hace mucho más atractiva además de que se resaltan los que son artificiales, y hay una diferencia con las anteriores respecto al estado de agregación del cesio y del francio. En las otras aparecen como sólidos, ¿cierto? Inclusive en la 2 está el cristal, la celda cristalina, y acá aparecen como líquidos. Si estamos hablando de una clase pues obviamente la tabla 5 sería la ideal para mostrarle a los estudiantes porque concentra la atención del estudiante. En cambio la 3 y la 4, terribles... terribles... pues para poderlos concentrar. Esta (5) sería mucho más atractiva para enseñarla a los estudiantes, o sea, tenerla grande y presentarla o presentarla en acetato o en video beam...

E.-y ¿la 6?

La número 6...

E.- ¿ya la conocías?

No, no la conocía. Esta tabla 6 me recordó una tabla que hay en el Departamento de Química, en la sala de reuniones que era de... que la compró creo que Francia y nos la regaló y yo la hice montar, y ahí hay es un dibujo de los elementos en su estado natural, entonces, donde está el carbono, pues hay un pedazo de carbón, etc, etc... muy bonita, a todo el mundo le parece muy bonita. Tiene un dibujito, a eso es a lo que me refiero que se

parece a esta, lo que pasa es que el dibujo allá es mucho más cercano al mundo de la ciencia que este de aquí. Obviamente, esta tabla me llama mucho la atención, no la conocía y estoy tratando de entender qué significa...

E.- tiene los nombres en broma...

¿tiene los nombres en broma?

E.- sí, por ejemplo, mira litrio, en vez de litio..

(Mira la tabla y lee algunos de los nombres como aparecen en esta tabla y se ríe).

¿qué opino de esa tabla?

E.- ¿qué te sugiere exactamente?

Pues eso... como tratar de asociar los elementos con nombres o con cosas que le permitan más fácil recordarlos. Pero no sé qué tan bueno sea, si el estudiante se meta esos nombres... no sé... no lo sé...

E.- Bueno, ¿y la 7?

Y la 7... no me gusta... no me gusta... pienso que tiene exceso de color, no sé si significan algo... por ejemplo aquí...

E.- Le explico lo que significa la tabla.

Claro, mirándolo así sería muy chévere para un curso de tabla periódica que no sea orientado a los químicos, sino a los historiadores, o algo así... y entonces sí, porque para ellos sería mucho más interesante saber que cada color representa algo... de su propia historia.

E.- De las 7 tablas ¿cuál te gusta más?

¿cuál me gusta más? La 5.

E.- y ¿por qué?

Ya lo dije, porque tiene colores, resaltan la diferencia entre los estados, fuera de eso, el nombre en blanco sobre el gris resalta mucho y no está tan recargada en información como pueden estar las otras. O sea, depende, depende... esa me gusta mucho para mostrarla en una clase, para una introducción sobre tabla periódica, pero si voy a trabajar, pues obviamente quiero la que tenga más datos.

3.- ¿alguien que sabe poca..?

El 5...el 5... aunque aquí hace falta una, que es la que más me gusta, que los separa por colores en la zona s, la zona p...

4.- Con esa tabla en la mano...

Pues, le diría por ejemplo que si... recuerda los juegos en que se arman castillos, o casas o puentes con fichas de diferente color y algunas son de diferentes formas, porque unas son más alargaditas... entonces, que igual que lo que uno construye está hecho por todas esas fichas que la materia en su totalidad está construida de unas unidades que se llaman átomos, y que así como hay diferentes figuras en los legos, entonces igual acá hay diferentes átomos, y que esa tabla reúne entonces todas las clases de átomos que se encuentran. Que algunos de ellos no son de origen natural, sino que han sido preparados, que su...

realmente..su periodo de vida es muy corto, pero que se han clasificado allí, y que ellos están ubicados así porque de esa manera, se parecen, se parecen en algunas propiedades. Fundamentalmente le diría eso.

6.- ¿otros formatos?

Pues... no para explicar algún tema en particular... de pronto sí, porque hay algunas propiedades... a ver yo veo, aquí no tiene sino la configuración electrónica, número atómico y el texto, y acá... o sea, si podría utilizar por ejemplo la dos porque tiene mayor información, tiene el radio entonces puede uno mostrar como ese radio varía periódicamente, o sea se pueden explicar las propiedades con datos en la mano, que en la otra no están...

E.- Dale una miradita a todas a ver si hay alguna que te sirviera para explicar algo en especial...

Pues no... o sea, lo de su ubicación...

6.- ¿qué analogía cree que están atrapadas en la tabla periódica?

Pero en general o respecto a ...

E.- como quieras...

Pues que analogía, pues el último grupo que es el de los gases nobles, que uno hace la analogía de que no quieren meterse con nadie, no quieren participar en nada... pero no se me ocurre más en este momento.

7.- Otras analogías...

A ver, pues hay muchas analogías que se pueden hacer, por ejemplo uno hace analogías con el grupo de estudiantes, cuales son más tranquilos, a cuales les gusta más participar en todas las actividades, entonces ubíquense aquí, los que no, ubíquense acá, también por tamaño. Esas son como las que yo hago en clase. Yo les digo, la tabla periódica resume mucha información como si yo tratara de ubicarlos a ustedes por tamaño o por la facilidad de participar... Fundamentalmente esa.

8 y 9.- tres preguntas y por qué esas

10.- ¿para ti qué es un elemento?

¿para mí qué es un elemento? Pues, a ver, lo que yo venía diciendo, ¿no? La materia se encuentra constituida por átomos, entonces, sencillamente, cuando se encontraron que hay algunos átomos que son iguales entonces se caracterizaron con un nombre, por decir algo, con oxígeno. Entonces ese es un elemento, es el nombre que se le da a los diferentes átomos que pueden existir o que existen.

11. ¿consideras lo mismo elemento, átomo y sustancia simple?

Un elemento... un átomo... uno podría pensar de pronto que es lo mismo. O sea, el átomo es el átomo, es la materia, es lo que existe. El elemento es un nombre que se le ha dado a los diferentes átomos. Entonces se llaman elementos. Lo real es el átomo..

E.- ¿y la sustancia simple?

¿y la sustancia simple? Pero ¿es que qué es una sustancia simple?

E.- por ejemplo, cuando tú tienes diamante y grafito...

Pues yo nunca me he preocupado por pensar en sustancias simples.

12.- Definir elemento, átomo y sustancia simple.

Pues átomo, aunque los físicos no están de acuerdo con eso pero yo sigo diciendo que el átomo es como la... no la unidad mínima porque sabemos que no es la unidad mínima, pero es como el ladrillito que construye la materia. ¿qué es un elemento? Yo diría que un elemento es un tipo de átomo y ¿qué es una sustancia simple? No, pues esa sí, me corchas... porque es que, no sé, la que está constituida por un mismo tipo de átomo.

P 10

1.- El 1 lo veo como un formato muy técnico, no me sugiere nada es especial. El 2 también es un formato técnico, el formato 3 no me gusta, lo veo muy llano, como muy liso, el formato 4 es un formato igual al anterior, el formato 5 tampoco le encuentro nada especial, el 6 me parece muy infantil y el 7 me parece como propio de la escuela, de nivel primario o secundario.

E.- Le explico el formato 7.

¿qué le parece el uso del color?

Pues el color puede ser interesante en la medida en que da información técnica. Por ejemplo en la tabla 5 que dice que cuales son gases, los azules son líquidos. Los verdes son preparados artificialmente, o sea que el color sirve para dar información técnica. Solamente en esa medida le veo importancia.

2.- ¿cuál le gusta más?

De los 7 formatos me gusta más el formato 2. Porque usualmente uso un formato que es parecido a este, entonces es la que entiendo con más facilidad.

3.- explicar algo a alguien que sabe poca química...

Para alguien que sabe poca química me parece que el formato más simple es el formato número 7. Es por la simplicidad. Sí, los otros formatos tienen mucha información tecnológica y de pronto hacen que sea más complicado el entendimiento de las propiedades periódicas.

4.- con ese formato ¿de qué le hablaría?

Le hablaría... lo esencial es hablar de lo que es la periodicidad química, de cómo están agrupados los elementos de acuerdo a sus propiedades, eso. Entonces les hablaría de lo que es el grupo I, el grupo II, de los periodos, los grupos y como varían las propiedades periódicas a través de los grupos y los periodos.

5.- Usted cree que podría utilizar alguno de los otros formatos...

No, en total yo creo que los formatos dicen lo mismo, la diferencia está en la complejidad de cada uno de los formatos. Yo creo que hay unos formatos más complejos que otros, ¿no? Eso es, pero para explicar en particular, pues algunos formatos tienen por ejemplo, el potencial de ionización, los otros tienen de pronto la afinidad electrónica, hay algunos formatos que no los tienen, como el número 7. Pero, pues... Algunos tienen los colores que dicen cuales son sólidos, líquidos o gaseosos, pero no encuentro que uno sea superior a

otro o que sirva para explicar algo en particular. Pues tendría que conocer más en detalle, pero así, en forma rápida... ahora no sé realmente el formato número 6 qué signifique, es como bastante infantil. En el formato número 6 yo encuentro como una asociación pero por nombres, ¿no? El flúor aparece como una f, el berilio como un barril... y así... sí es una asociación con el nombre, en la plata encuentro un espejo, en el platino encuentro un plátano, sí... hay una asociación por nombres... Eso sería lo especial, ahora que yo escoja ese formato, no me gusta ese formato para enseñar, ¿no? [...] por eso le veía como una finalidad muy infantil, de pronto para primaria, pero para explicar algo en particular, no creo que haya una tabla que sea superior a otra. De pronto no escogería, escogería cualquiera.

6.- ¿qué analogía?

En la tabla periódica hay analogías por propiedades. Específicamente ese fue el fin de la tabla periódica sacar las analogías por propiedades. Entonces todos los elementos de un grupo tienen analogías por propiedades.

¿y crees que haya otras?

Yo no creo... yo no creo...

E.- por ejemplo, que las llamen familias...

Ah, claro, sí... que se han agrupado por grupos y por familias... ah, sí, los miembros de una misma familia están juntos... sí, puede ser, pero fuera de eso, no le veo ninguna otra analogía, que sean por grupos y por familias...

E.- ¿y en los nombres?

Ah, no, los nombres sí son adjudicados por analogía con otras cosas, pero que los nombres, que haya un agrupamiento por nombres, no, no, no, no tiene que ver nada...

Por ejemplo, el tungsteno, también le llaman wolframio, no me acuerdo que analogía tenga, pero también le llaman el metal de los infiernos, por su alto punto de fusión... el otro es el tántalo, el tantalio, porque creo que la reactividad es muy poca... entonces no se sacia con nada ¿no? ¿y qué más? Sí, hay varias analogías, pero no recuerdo exactamente... de pronto el helio, ¿no? Por semejanza con el sol, sí, porque fue descubierto primero en el sol y luego en la tierra. Sí, analogías de ese tipo.

7.- más analogías...

no, es que rara vez enseñé tabla periódica. De un año para acá yo no he tocado la tabla periódica para nada.

8.- tres preguntas y 9.- ¿por qué?

Esas son tareas, son preguntas muy conocidas...

E.- ¿pero por qué estas?

Entregó la tres preguntas...

En la primera pregunta es importante saber realmente como varía el tamaño a través de un grupo y de un periodo. Entonces consiste en eso, la primera y la cuarta pregunta consiste en ordenar respecto al tamaño, ¿no? Y realmente en esa primera y en la segunda pregunta, a

pesar de que está ahí la tabla periódica, lo que se necesita es ver si la persona tiene como un desarrollo lógico, si sabe hacer las cosas en forma lógica, porque la tabla periódica está acá.

En la pregunta segunda realmente lo que se debe saber es si el estudiante entiende el concepto de enlace iónico y enlace covalente. En la tercera pregunta, se necesita es saber la simbología en cada uno de elemento, si saben que es realmente el número de protones, cual es el numero de electrones, si sabe cuando una especie es positiva y cuando es negativa,, eso es...

10.- Eso es bien interesante. Un elemento...La palabra elemento es un concepto macroscópico, que es diferente a la palabra átomo. El problema está en que el símbolo del elemento usualmente es el símbolo del átomo asociado con el elemento, entonces se ha confundido la palabra elemento con la palabra átomo. Pero elemento y átomo no es lo mismo. Átomo es un concepto microscópico, elemento es un concepto macroscópico. El elemento es una sustancia pura que está constituida por una sola clase de átomos. Por ejemplo, el hidrógeno. Pero el hidrógeno puede estar como H o como H₂, pero eso es hidrógeno...

E.- o como deuterio...

O como deuterio, pero eso es hidrógeno... entonces es diferente elemento que, por ejemplo, que átomo. El elemento es siempre una sustancia pura, pero es una sustancia, que es un concepto macroscópico. Para entender lo que es elemento no se necesita para nada el concepto de átomo. Usted puede entender y aceptar el concepto de elemento sin aceptar el concepto de átomo.

11.- ¿es lo mismo...?

Elemento y átomo no es lo mismo. Elemento es diferente de átomo.

E.- ¿y sustancia simple?

Y sustancia simple, eso sí es más distinto, ¿no? El elemento es una sustancia pura constituida por una sola clase de átomos. Una sustancia pura. El compuesto es también una sustancia pura, pero puede estar constituida por átomos diferentes. Por ejemplo, el agua, ¿no? El agua es una sustancia pura, pero no es un elemento.

E.- Pero una sustancia simple suponemos que está constituida por una sola clase de átomos...

Entonces en ese caso, elemento sería una sustancia simple.

12.- Defíname elemento, átomo y sustancia simple.

Entonces, elemento es sustancia pura constituida por una sola clase de átomos. Átomo es la partícula más pequeña de la cual está constituido un elemento. Y la sustancia simple sería igual a elemento, ¿no? porque sería una sustancia pura constituida por una sola de átomos.

E.- si tiene carbono doce y carbono catorce...¿son qué?

Carbono doce y carbono catorce, pues es el mismo átomo...

E.- ¿es el mismo átomo? No...

No, no, no... carbono doce y carbono catorce... ¿es el mismo qué? ¿cuál es la pregunta?

E.- ¿son el mismo elemento? ¿o el mismo átomo? ¿o la misma sustancia?

Es el mismo elemento, el mismo elemento ¿sí?

E.- pero son distintos tipos de átomos ¿o no?

Son distintos tipos de átomos sí, pero... en fin, constituyen el mismo elemento, pero es que elemento no es lo mismo que átomo. El problema está en que el símbolo del elemento es el mismo del átomo, pero es que elemento y átomo no es lo mismo.

E.- Bueno, y si ahora tienes carbono grafito y carbono diamante...

Si usted tiene un conjunto, digamos, una sustancia y la sustancia está constituida por carbono 12 y por carbono 14, esa sustancia se llama carbono. El elemento es carbono, ¿sí? El elemento es carbono, aunque uno sea carbono doce y el otro sea carbono catorce. Entonces, si tiene carbono como grafito o carbono como diamante, lo que tiene es carbono. O sea, el elemento es carbono, pero es que el elemento está constituido por átomos, o sea, el átomo es realmente carbono. El elemento es carbono.

E.- Finalmente, entonces ¿qué es lo que caracteriza al elemento?

El elemento está caracterizado por el átomo, pero es que el elemento es un concepto macroscópico, no microscópico. Lo que es un concepto microscópico es el átomo, no el elemento. No se puede hablar de elemento conociendo un solo átomo y es un problema que tiene la tabla periódica, que cuando usted ve la tabla periódica usted ve realmente propiedades de átomos, propiedades de átomos... el potencial de ionización es una propiedad es del átomo, entonces uno llega a confundir lo que es elemento con lo que es átomo. Pero no es lo mismo, y el problema es que el elemento... cuando usted tiene hidrógeno, o digamos un barril con hidrógeno, el símbolo de ese barril, de esa sustancia que hay ahí pura, es el H y el símbolo de las partículas que constituye ese elemento es también H y uno llega a confundir el elemento con el átomo, pero no es lo mismo.

E.- Cuando aparece una misma sustancia con diferentes formas alotrópicas ¿qué es lo que comparten y lo que no comparten?

Pues realmente lo que caracteriza realmente al elemento es el número de protones, ¿no? que siguen siendo iguales, pero eso no siempre es... por ejemplo, los isótopos del carbono, son muy parecidos en sus propiedades químicas, todos, pero eso no siempre es igual. Por ejemplo, los isótopos del hidrógeno no son muy parecidos. El hidrógeno es una cosa ya muy especial. Entonces, prácticamente la gente ubica al hidrógeno como del primer grupo de la tabla periódica, pero el hidrógeno no tiene ningún grupo, el hidrógeno es una cosa aparte, totalmente aparte. O sea, no hay ningún grupo realmente para el hidrógeno en la tabla periódica, porque las propiedades del hidrógeno no son iguales a las propiedades de todos los , digamos, elementos que están por debajo de él. Pero el elemento sigue siendo un concepto macroscópico, no microscópico. Es decir, yo no puedo decir que este átomo sea un elemento, ¿no? Esa es una cosa porque no hay otra forma de decirlo, porque el átomo es el átomo, el elemento es una cosa macroscópica.

E.- ¿cómo cuántos átomos hará falta para que haya elemento entonces?

¿cuántos átomos hará falta para que haya elemento? Realmente, no se sabe, pero con seguridad uno solo no es... no se sabe a partir de cuántos usted dice que ya tiene un elemento, no se sabe... sí, nadie sabe...

Cuando usted estudia las propiedades termodinámicas, cuando usted estudia las propiedades termodinámicas no estudia las propiedades termodinámicas de una partícula, no, no tiene sentido las propiedades termodinámicas de una partícula, usted estudia las propiedades termodinámicas de un conjunto de partículas... A partir de cuántas partículas usted ya no puede hablar de propiedades termodinámicas, pues no lo sabe ¿no? El concepto de temperatura, usted no puede hablar del concepto de temperatura con una sola partícula, no, el concepto de temperatura es un concepto macroscópico, es un concepto que pertenece a la acción o al juego de muchas partículas, no de una sola partícula.

E.- Una de las preguntas que yo hacía en la primera encuesta que yo mandé que tú me la contestaste... en esta casilla, las propiedades que aparecen ahí ¿de quien son?

Es que... bien, ponle cuidado, si tú miras acá ¿qué problema tiene la tabla periódica? por ejemplo, esta. Tú encuentras, por ejemplo, el potencial de ionización, tú puedes hablar del potencial de ionización de un átomo, pero hablar del potencial de ionización de un conjunto de átomos de un elemento, de pronto hablan de un potencial de ionización promedio de una serie de partículas ¿no? pero inicialmente cuando se pensó en la tabla periódica se pensó en la tabla periódica pero como la recopilación de las propiedades de los elementos. Pero cuando usted habla de elementos está hablando como del hidrógeno, por ejemplo. Si yo tengo un barril yo digo, eso que tengo ahí es un elemento llamado hidrógeno. Lo que pasa es que el elemento hidrógeno está constituido por átomos de hidrógeno y el símbolo del átomo de hidrógeno es el mismo símbolo del elemento que se llama hidrógeno.

E.- Pero, entonces ¿el punto de fusión que aparece ahí?

El punto de fusión que aparece por aquí... bueno, hay otra cosa, es que las propiedades químicas o las propiedades físicas de los isótopos que aparecen por aquí son prácticamente iguales...

E.- Pero, ojo, no son iguales las propiedades físicas del grafito que del diamante...

Bueno, las propiedades son distintas... sí, las propiedades son distintas... pero cuando usted tiene, cuando usted tiene grafito, cuando yo le digo, lo que tiene carbono es aquí ¿sí? Y usted las propiedades del carbono da es realmente una propiedades promedio de toda esa masa que tiene usted allá. y ese carbono está constituido por determinado porcentaje de digamos de un isótopo, de otro... por ejemplo, cuando usted tiene hidrógeno ¿no? Hidrógeno hay protio, deuterio y tritio. Lo que hay de tritio es muy poquitico, prácticamente, yo pienso que lo que hay de tritio en 1 centímetro cúbico, no, en 10 centímetros cúbicos de aire puede haber seis átomos de tritio, nada, prácticamente, nada... ¿no? Lo que es deuterio es muy poquitico, y casi todo es protio, entonces las propiedades que tiene usted de ese hidrógeno es una propiedad de todo en conjunto. Y más aún, hasta cuando da la masa molar, da es una masa molar promedio, pero no dice, que este o que es este, da es una masa molar promedio. Y cuando habla de las propiedades de ese hidrógeno, habla de todas las propiedades de ese hidrógeno en conjunto... que tiene tales reacciones químicas, que hace esto, hace lo otro, pero no está hablando de las propiedades de ningún átomo en particular. Comenzando en que hay propiedades como el punto de fusión, no puede hablar del punto de fusión de un átomo, no puede... esas son propiedades pero del elemento que es un concepto macroscópico. Yo pienso que la dificultad que hay en la enseñanza de la tabla periódica es la confusión que hay entre elemento y átomo. Que

finalmente lo que uno tiene aquí es agrupados una serie de átomos, entonces habla del potencial de ionización, etc. Y de pronto habla de la distribución electrónica, pero de los átomos que conforman el elemento, pero no se puede hablar de la distribución electrónica de todo el elemento como un concepto macroscópico, ahí es donde está la dificultad. O sea, la principal dificultad es entender que es, cual es el concepto macroscópico y cual es el concepto microscópico. Más aun, podría encontrarse personas que acepten la existencia del elemento sin que acepten la existencia de los átomos... como inicialmente había personas que creían en la termodinámica pero no aceptaban la existencia de los átomos. Incluso hay termodinámicos no muy antiguos que no aceptan la existencia de los átomos, dicen el concepto de átomo y el concepto microscópico no se necesitan para explicar la termodinámica.

No, esto me dejó preocupado, realmente esas preguntas... hay una cosa que me dejó muy confuso... es la cuestión de sustancia... ¿qué me dijiste?

E.- simple... así la llamaban antes...

Sustancia simple o elemento, una sustancia que por medios químicos no se podía descomponer en otras sustancias. Entonces sustancia simple sería lo mismo que elemento.

E.- Entonces, ¿tú crees que esa definición de elemento sigue siendo válida hoy en día? Yo les pregunté en una encuesta qué definición de elemento (le doy las 3 de los libros) ¿tú cual crees que es la más correcta?

Yo escogería la definición "sustancia que por métodos simples o sencillos no se pueden descomponer en más sustancias". Esa es la que más me gusta... yo prefiero por eso, a nivel de docencia introducir el concepto macroscópico y después el concepto microscópico. Porque es que hay que partir es de lo que la gente puede ver, no de lo que la gente no puede ver. Entonces, para enseñar la tabla periódica, creo, pues realmente yo no volví a esa aventura de enseñar la tabla periódica, pero sí se debería partir de conceptos macroscópico no microscópicos, no enredar a un estudiante con la configuración electrónica, con el concepto de electrón, con el concepto de protones, sino con cuestiones macroscópicas... inicialmente el desarrollo se hizo así, el desarrollo de la tabla periódica no comenzó de conceptos microscópicos, lo que pasa es que inicialmente los químicos lo hicieron partiendo de conceptos macroscópicos, y partiendo de propiedades periódicas, por eso se llama tabla periódica. Y después, los físicos corroboraron el orden que tenía la tabla periódica a partir ya de las teorías de estructura atómica, pero no fue al revés, que a partir de la estructura atómica se haya hecho la distribución de la tabla periódica, y la grandeza de los que construyeron la tabla periódica fue eso, ¿no? Que realmente los físicos encontraron posteriormente que ese orden que habían sacado los químicos estaba muy bien hecho. Utilizando conceptos macroscópicos, que prácticamente los químicos adivinaron el orden de la tabla periódica. Eso es lo que me parece que es grandioso en la tabla periódica.

COMENTARIO ADICIONAL:

Yo puedo decir que un elemento, por ejemplo, que el bromo, tiene tal color, pero yo no puedo decir que un átomo de bromo tiene ese color, no. No, ya no puedo, ese concepto ya no existe. Luego, realmente cuando hablo de elemento hablo de un concepto macroscópico, de una propiedades que pertenecen a un conjunto muy grande de átomos... ahora el problema, la pregunta es, bueno ¿y cuántos átomos? ¿dos, o tres? Es una pregunta ya que nadie puede resolver, si son dos o tres átomos o es un conjunto de átomos. Es

como cuando habla de temperatura, la temperatura es un concepto macroscópico y digo que pertenece a una o dos o a cuántas partículas, yo no puedo responder ese concepto. Porque es un concepto macroscópico, son ya miles de partículas, son millones de partículas. Ya por eso yo estaría más de acuerdo en que el concepto de elemento fuera más un concepto macroscópico, no un concepto microscópico... diferente al concepto de átomos. Por desgracia, el símbolo del elemento es el mismo símbolo del átomo. Pero inicialmente, cuando se pensó en la tabla periódica, se pensó en propiedades de los elementos, no de átomos individuales, sino de elementos. El ordenamiento de los elementos de acuerdo a sus propiedades periódicas, pero de los elementos. Más aun, los que inicialmente pensaron en la tabla periódica, no todos asumieron el concepto de átomo, ni nada, ellos buscaban propiedades periódicas. Le colocaron a dos cosas el mismo nombre, eso fue lo que pasó ¿no?, pero eso realmente ha traído muchas confusiones.

Supongamos que el agua se descompone en dos elementos, un elemento es hidrógeno, otro elemento es oxígeno, este elemento hidrógeno tiene determinadas propiedades físicas y químicas, pero son propiedades todas macroscópicas, tiene determinado olor, tiene determinadas reacciones químicas, pero son propiedades macroscópicas. Este hidrógeno, que es un elemento está constituido por partículas muy pequeñas que las vamos a llamar átomos, ¿sí? Átomos, a esos átomos también se les colocó el mismo nombre del elemento, hidrógeno, luego tenemos el mismo nombre para dos cosas distintas. El nombre hidrógeno es el nombre aplicado al elemento pero hidrógeno también es el nombre que llevan los átomos que constituyen el elemento, pero no es lo mismo. Es como si a Rita, Rita es un concepto macroscópico, pero a todos los átomos y las partículas que componen a Rita también le colocamos el nombre de Rita. Entonces finalmente uno puede confundir a la Rita con los elementos que están constituyendo a Rita, porque llevan el mismo nombre. Ese es el problema que existe en la tabla periódica, que el elemento y el átomo llevan el mismo nombre, pero no es lo mismo.

P 11.

1.- El formato número 1 me sugiere familiaridad, básicamente es con el formato que casi siempre he trabajado a excepción de hace un año aproximadamente, en el cual a este mismo formato le ubico los números arábigos del 1 al 18, pero básicamente es en este mismo formato. Este formato me sugiere claridad y como lo más aproximado a la realidad, ese formato con el que más he trabajado. Este formato número 2 me parece muy poco claro, es como muy confuso, es muy confuso y a pesar que va en el reverso del que yo uso, siempre se los muestro a los estudiantes para cuando les hablo de la parte de la ubicación espacial, de la geometría espacial de los elementos. Entonces, casi siempre trabajo con el formato número 1, pero cuando llegamos a la parte de la estructura iónica, o de las estructuras cristalinas o de los sólidos o de las figuras del espacio, les hago voltear el formato número 1 para que lleguemos al formato número 2 y mostrarles, hablarles de la parte espacial de los elementos.

Este formato número 3 no lo he manejado, pero al mirarlo, como de primera vista, me parece como muerto, anticuado, no lo he manejado, casi no me gusta. De primera imagen casi no lo asocio, además, porque simplemente maneja tres colores cuando en realidad hay más vistosidad de colores en otros formatos que pueden decirme más. Pero estos tres colores, me está hablando de los rojos, estos amarillos.. ahí está la convención, pero no me llama mucho la atención... igual este, el número 4. No me parece un mal formato, no lo he manejado tampoco. Repito, he manejado mucho el formato número 1 de tabla periódica.

Vuelve a pasar que, creo que podría ser un complemento, en la tabla número 1 podrían ir estos colores y sería una sola que mostrara todas las partes. Porque si no habría que decir en clase, pintémoslo que tal y que tal para ver el estado en que se encuentran los elementos. Igual le cambiaría porque estos (?) no está en concordancia con la regla de los 18 electrones. Estamos hablando de los de A y B que yo ya no la manejo. Les hago relación en cuanto que en casi todas está, pero yo al formato número 1 le saco copia por el derecho y por el revés, les coloco del 1 al 18.

Con relación al formato número 5 me parece que no es tan explícito como colocar las flechitas del 57 que los estudiantes siempre se confunden que los lantánidos y los actínidos corresponden al sexto y al séptimo periodo respectivamente, entonces las flechitas de los otros formatos, me gusta, aquí en el formato que yo manejo es un asterisco, pero creo que la flecha lo hace más claro. Pero casi no me gusta el formato, no me dice mayor cosa, no me trasciende...

E.- el 6...

El 6 pues es un formato jocoso...

E.- ¿ya lo conocías?

Sí, un estudiante ya me lo había mostrado, eh... me parece un formato jocoso, no es para manejar en clase, se le puede mostrar a los estudiantes como para que nos riamos un ratito.

E.- ¿el 7? (le explico el formato)

Esto me parece en relación a que debería haber un formato hecho por el maestro en el cual uno le llevara a los estudiantes solamente el croquis, y a medida que se fuera haciendo la química descriptiva o que se les pusiera a hacer trabajos a los chicos, decirles entonces pintemos de rojo los que son sólidos, pintemos de verde los que son tal, bueno, no solamente el estado sino los que son metales de transición, los que son del grupo principal y que fuera un sistema mnemotécnico que ellos mismos construyeran, hicieran su dibujito y de acuerdo a las propiedades le diéramos los colores necesarios.

E.- ¿qué opina del uso del color sobretodo en las 5 primeras?

Para trabajar en clase, ya en una forma formal... después de haber hecho lo que acabo de mencionar, de haber hecho un sistema de construcción en la misma clase y con base en las propiedades o en lo que determinaríamos en la tarea de ese curso, me parece para más formal, para después estar mirándola, me parece el formato número 1. Es más clara, menos llamativa, entonces no me dispersa la atención de lo que yo quiero buscar en la tabla periódica.

2.- ¿cuál le gusta más?

El 1 y el 7. El 7 por lo que menciono de la construcción previa a los conceptos formales y el 1 porque me da la formalidad de la ciencia, de decir a través del gusto, a través de los colores, a través de haberlo hecho, bueno ya vamos a la parte formal. O podría ser en otro curso viceversa, bueno, vamos a la parte formal y después, bueno, vamos a hacer una parte más rica de sensaciones y entonces vamos a pintar esto con esto y con esto, tal colores, y con eso nos vamos a recordar o el estado o las propiedades o la configuración, cualquiera de las propiedades que se elija.

3.- Para explicar tabla periódica a alguien que sabe poca química ¿cuál de estos formatos escogería?

Ninguno de ellos, ninguno de ellos... yo empiezo con un formato... cuando no saben mucha química, estudiantes que no son de la carrera de ciencias, empiezo con un formato con los bloques. Por el bloque s, este es el bloque p, este es el bloque d y este es el bloque f, que corresponde a la configuración electrónica, a lo macro de lo micro que se habla de la configuración electrónica.

4.- Con esa tabla periódica por bloques, ¿qué le explicaría? ¿de qué le hablaría?

Le haría un recuento o le explicaría, si no sabe, que el átomo está constituido por unos niveles y los electrones que están en el átomo tienen la probabilidad de ubicarse en unos lugares y que a esos lugares le han llamado niveles y le han llamado subniveles. Y existe una probabilidad de encontrar esos electrones en un lugar o en otro, dependiendo, como si estuviésemos en un salón, y la mamá llamara por teléfono a la Universidad del Valle y dijera: "por favor, necesito a mi hijo", pero ¿qué estudia?, "estudia ciencias", pero ¿qué estudia de ciencias?, "en el departamento de química", ¿en qué semestre está? "está en el primer semestre y está viendo el curso de Química I, pero Química I en el bloque tal"... Entonces hay la probabilidad de encontrarlo en este salón, pero este salón tiene una puerta. Mire, aquí estamos divididos por una puerta, puede ser que esté aquí o puede ser que esté allá ¿sí? Porque algunos estemos haciendo taller y algunos estemos haciendo clase teórica. Entonces hay la probabilidad que lo encuentre aquí o que lo encuentre allá, entonces puede ser en una de esas regiones, eso que nosotros no vemos, que es microscópico nosotros lo podemos plasmar macroscópicamente en una tabla. A esta región se le llama región s, como si fuera el salón tal, a esta región, tal, región tal y región tal. Entonces los elementos, como los elementos están hechos de átomos, y tienen sus electrones, sus electrones tienen la probabilidad de encontrarse o en el s^1 o en el s^2 o en el p, pero en el p ya tienen seis probabilidades, ya tienen seis salones o en el d o en el f, y de esa manera los elementos están con la mayor probabilidad de encontrarse allí y de esa manera se ha organizado los elementos.

5.- ¿Y de los otros formatos?

Sí, claro. En el primer formato, obviamente, si no tengo el formato anterior de los bloques, yo puedo aquí subrayar lo de las regiones. Puedo hablar del efecto diagonal, sí, puedo hablar del efecto diagonal que existe en las propiedades periódicas. Puedo hablar de leer en la tabla periódica, ¿sí? Porque siempre hacemos el ejercicio de decir, Z igual a 4, uno s dos, dos s dos, pero yo aquí lo puedo leer, $1s^2, 2s^2$, entonces puedo enseñarles a leer en la tabla periódica la configuración electrónica. Si el cobre, entonces les puedo decir es $4s^2 3d^9$. Y de esa manera ellos empiezan a saber esa parte de aprender a leer en la tabla periódica. Puedo hablarles del principio de Aufbau, de ir en orden creciente de llenado. Puedo hablarles de la regla del octete que se cumple para el segundo y para el tercer periodo solamente. Puedo hablarles de la relación que existe entre el número de electrones y el número de elementos. Entonces en el s caben dos, entonces serán dos, pero cuando ya pasamos al p, entonces, voy a tener dos en el s más seis en el p, entonces le sumo los ocho y entonces me van a quedar 10, (me va mostrando los elementos en la tabla) y de esa manera les puedo enseñar como no necesito aprendérmelos de memoria sino que si yo le sumo al 17 los 18, al 18 los 18, al 18 los 32, ellos van sabiendo los números atómicos. Hummm... puedo enseñarles que estos son del grupo principal, porque terminen en s y en p, o si son metales de transición, o

metales de transición interna, eh... puedo enseñarle las excepciones de los metales, puedo enseñarles la estabilidad de los orbitales llenos y semilenos, de los d, los números de oxidación... con la tabla periódica les puedo enseñar muchísimas cosas... las propiedades...

¿Y los otros formatos?

El formato número dos, como lo mencioné anteriormente, lo puedo utilizar para enseñar el carácter iónico porcentual, pero haciéndoles la salvedad que nos es estrictamente esa escala, ¿sí? Que no necesariamente es esa escala y que en un enlace iónico hay un grado de covalencia y que en un grado de covalencia hay un enlace iónico por la propiedad de la polarizabilidad. Sobre todo esta, como le dije, la utilizo para las estructuras, para la parte de las estructuras.

El 3, lo utilizaría para la parte de los estados por lo que tiene la parte coloreada... la parte.. o sea utilizar lo que indica el cuadro, si es ácido, si es básico, si es anfotérico, si es fuerte, si es débil o ligeramente ácido o básico, cuando veamos ese capítulo, pero, la verdad, creo que ponerme a analizar si lo que están poniendo ahí es tan, tan exactamente igual para poderlo utilizar, no lo sé. Igual con la 4. En la 5 tendría que, repito, tendría que revisar, porque a veces hay muchos errores en la tabla periódica, tendría que revisar primero si lo que me están diciendo aquí es el número...el isótopo más estable o más conocido, porque a lo mejor está desactualizado, entonces habría que revisar la literatura para mirar si ha aparecido otro isótopo y se está utilizando más que lo que está diciendo allí, porque estaría pues desactualizada.

El 6, pues tendría que mirarlo despacio para ver si podría encontrar alguna relación que me creara un sistema mnemotécnico para que ellos se aprendieran pues los símbolos. Podría ser pues a nivel de bachillerato. Y la 7, si tengo el conocimiento que me acaba de decir Rita de... si tengo la historia, me gustaría sabérmela para poderse la decir a mis estudiantes y decirles bueno el por qué de esa historia, entonces valdría la pena porque es también importante presentarles la historia. Y a los jóvenes, aunque sean de ciencias, obviamente, la historia y el por qué es una de las posibilidades de hacer.

6.- ¿analogías en la tabla periódica?

Pues la analogía que yo generalmente les hago es la ubicación de los niveles, es la comparación que yo les hago de poderlos encontrar a ellos en un determinado lugar.

E.- Pero esa es la siguiente pregunta...Pero ¿cuáles son las analogías que tú crees que tú crees que están allí metidas.

Las analogías que están aquí inmersas son muchas. Están las propiedades periódicas, que es la principal analogía, pienso yo, porque siempre se les dice que los elementos del primero... el primer elemento de cada familia no es el más representativo, pero que está allí por una determinada configuración electrónica. Como el helio que podría estar aquí (grupo 2) pero está acá porque prima la propiedad de que su orbital está lleno, entonces es un gas noble. Y en estas está la propiedad periódica de la carga nuclear efectiva, del tamaño... todas las propiedades periódicas están allí como analogías, plasmadas en la tabla periódica.

7.- ¿más analogías?

La del salón de clases es la que yo les hago para ubicarlos en los grupos y para hablarles del concepto de probabilidad, pero que la probabilidad no va siendo uno en términos no tan amplios tampoco, si no que va cerrando los ... las indicaciones. Con las indicaciones yo voy

cerrando esas probabilidades, ¿cierto? Y en esa misma manera el átomo o el electrón no está donde quiera sino que está cuantificado porque hay unos determinados intereses entonces está en un salón o está en otro, entonces yo les hago toda esa comparación.

Con relación a la carga nuclear efectiva, que es concepto que me parece a mí más importante para poderlos ubicar a ellos en las propiedades periódicas, les hablo de la capacidad de atraerlos, les digo, si yo soy el núcleo y ustedes son los electrones y entonces yo soy ocho protones y voy a atraer ocho protones, pero esos electrones están ubicados en diferentes posiciones, más cerca o más alejados, ¿a quien tiro más? ¿a quien trato de acercar más hacia mí? Y por qué, entonces el efecto de pantalla, siempre lo hago casi de esa manera, que yo soy el núcleo ¿sí? y ellos son los electrones y como generalmente los salones son como en graditas, entonces eso hace que se preste más. A veces son tantos estudiantes que le han dado a uno un salón tan grande que tiene que dividir los dos salones por una puerta y les hablo del nodo. Así utilizo como analogía los espacios físicos que me hayan dado ese semestre.

8.- y 9.-tres preguntas y por qué

10.- definirme un elemento...

(risas) Un elemento es una especie química que está constituida por átomos de él mismo, tiene unas propiedades físicas y unas propiedades químicas que lo hacen diferente a otro y tiene una cantidad de electrones y de protones, sobretodo una cantidad de protones que lo hacen pues diferente a otro elemento. Y con los elementos... los elementos existen en la naturaleza o se pueden sintetizar algunos en el laboratorio y se pueden unir utilizando sus propiedades físicas y químicas, sobretodo sus propiedades químicas, con otros elementos para formar compuestos.

11.- ¿Es lo mismo elemento, átomo o sustancia simple?

Existe una relación de A igual a B igual a C... no sabría decirlo... que si... un elemento es una sustancia simple y está constituido por átomos, pero no puedo decir que un átomo... bueno un átomo de hidrógeno... el elemento hidrógeno está constituido por átomos de hidrógeno y es una sustancia simple. Yo creo que no sabría precisar si son iguales pero sí existe una relación directa entre estos tres conceptos.

12.- Definición de elemento, átomo y sustancia simple.

Entonces elemento es una sustancia que está constituida por átomos. Átomo, el átomo está constituido por electrones, protones y otras partículas más pequeñas, subatómicas y una sustancia simple es aquella que está constituida por partículas de ella misma.

E.- ¿De qué partículas?

Por átomos, por átomos de ella misma e iguales.

E.- Entonces si uno tiene carbono doce y carbono catorce, ¿son lo mismo qué? ¿o diferente qué?

Son elementos o son sustancias que tienen átomos de carbono, pero en esos átomos existe la diferencia... sus átomos están constituidos por el mismo número de protones pero tienen diferencia en el número de neutrones, y por eso son isótopos... no son idénticos.

E.- Y si yo tengo carbono grafito y carbono diamante...

Son iguales... son iguales... no son isótopos, es carbono, están constituidos por átomos pero tienen una forma espacial, una propiedad física que los hace diferentes, pero no son diferentes.

E.- O sea, en últimas qué es lo que hace que un elemento sea un elemento.

Su número de protones.

P 12

1.- En la 1 o veo diferentes colores para los números atómicos se toma el color azul y algunos elementos están con colores negros, otros azules, otros naranja y otros blancos, los que aparentemente todavía no se han nombrado. Es muy densa la información en esta tabla número 1, demasiada información en cada casilla, en donde pues está el peso atómico también en naranja, está el nombre también en naranja, y veo unos parámetros, aquí en la clave dice de qué se trata, ¿no? Temperatura de ebullición... pero creo que es demasiada información en una tabla periódica La 2, pues adiciona... o sea, los mismos colores respecto a los símbolos, pero adiciona como los estados cristalinos o las celdas cristalinas de aquellos sólidos, pues obviamente, pero también en los gases, supongo que al enfriarlos se pueden convertir en sólidos, y entonces a ciertas condiciones de temperatura y presión se convierten en sólidos y aparecen celdas cristalinas también. Pero nuevamente me parece que... aquí hay una clave para los parámetros, me parece demasiada información para una tabla periódica. La 3, nuevamente el uso de los colores, y aquí sí se ve que es para sólidos, líquidos y gases, los gases amarillos, los líquidos rojos y los sólidos, negros. Pero entre otras cosas yo no sé como hacen para saber el estado de los nuevos elementos que han sido sintetizados realmente artificialmente, porque las cantidades que aíslan son del orden a veces, supongo yo, de nanogramos, entonces no sé como hacen, porque una de las preguntas que tiene Chang es por ejemplo, ¿cuál es el estado del Francio? Con base en las tendencias. Por el otro lado, o sea las dos tablas tienen ciertas semejanzas porque tienen una serie de parámetros en cada casilla con el nombre, el símbolo, número atómico, masa, el año de descubrimiento...¿será?... y los asteriscos supongo que indican elementos que no han sido nombrados. Aquí (4) es la misma cosa pero también me parece demasiado denso en la información que se tiene en cada casilla. La 5, también usa código de colores, pero el código de colores tiene que ver con el estado, pero por ejemplo yo no sé por qué el galio tiene el mismo color. Cuando uno habla de líquido está hablando de temperaturas ambientes... bueno, la convención general es temperatura ambiente... depende del país que se esté tomando como referencia la temperatura ambiente varía. Y la verde, aquí dice es preparados artificialmente. O sea, yo siempre me he preguntado qué significado tiene estar uno descubriendo nuevos elementos por métodos artificiales, que no son normalmente... pues será lo que pasa también a nivel de las estrellas en formación, porque evidentemente los elementos, una de las teorías que hay es que se originan en esos intercambios de energías que hay en las explosiones de las estrellas, pero por lo menos en el planeta tierra me parece como artificial hablar de esos elementos de los cuales se han visto trazas... Pues es llamativa por los colores, ¿no? Por la presentación, y no es tan densa como las anteriores.

E.- ¿qué opina del manejo del color?

La última es más llamativa, pero, por ejemplo, de las cosas que más me llamó la atención es por qué el galio, el cesio y el francio aparecían con ... porque el francio es por deducción, realmente, porque entiendo que las cantidades que se han aislado son muy pequeñas y es... no sé cual es la palabra para usar... no hay una convención para estos colores. Por lo menos la convención más universalmente aceptada es temperatura ambiente, entonces sería interesante aclarar eso. Eso puede dar lugar a confusiones.

E.-¿qué opina de la tabla 6?¿la conocía?

Es chistosa ¿no? Es chistosa por los nombres que usa, las caras, las figuras... pero, francamente no, no me parece la mejor. Me parece que no ilustra aspectos científicos, sino más bien, como recreativos, chistosos. Es interesante, pero yo personalmente, no la usaría.

E.- ¿y la 7 qué le sugiere?

¡Ja! Estoy completamente despistado porque ese código de colores yo no sé qué representa.

E.- (Le explico la tabla)

2.- De las siete tablas me gusta más la 5, pero con la salvedad de que tiene el problema en que rango son sólidos o líquidos o gases algunos elementos. Me parece que no es tan congestionada como las demás y que el código de colores me parece que es interesante, o sea, yo creo que ilustra cosas importantes, como el estado. Me gusta que digamos que además está del número atómico y de la masa atómica, está la distribución electrónica de la capa de valencia, el símbolo y el nombre. Yo pienso que meter todas las demás propiedades, bueno, todas no, pero tantas como meten en las otras tablas es atiborrar, esas cosas uno las puede mirar de otra manera. Pero cuando uno ve por primera vez una tabla periódica, un estudiante, pues lo asusta, yo creo, tanta cosa en tan poco espacio.

3.- ¿qué sabe poca química? Yo escogería la 5 por la simplicidad relativa con respecto a las otras, porque presenta, pues, para mí, lo que es fundamental, el símbolo, el nombre, la masa y la distribución de la capa de valencia, sí.

4.- Le hablaría sobre la relación entre la agrupación en un periodo y la distribución electrónica y como... bueno, teniendo en cuenta el concepto de carga nuclear efectiva, por ejemplo, por qué ciertas propiedades tienen determinados valores. Específicamente, el potencial de ionización o la energía de ionización, por qué los del primer grupo tienen energías de ionización más pequeñas que los demás, basados en esta información que se está dando aquí. Como se salta de un nivel de energía pasando del 2s al 3s, etc. El estado, obviamente, que está ilustrado con los colores y... sí, pues...usted dice es con base en esta tabla.

E.- Sí, qué le parece a usted interesante que esa persona sepa de química teniendo esa tabla periódica ahí.

Eh, por ejemplo, se puede hablar un poquito de la capacidad de enlace de los elementos, tomando el segundo periodo, por ejemplo, litio, berilio, boro, carbono... y pues puede ir uno a cosas tan complejas como hablar de hibridación, si quiere... para explicar los diferentes compuestos que se pueden formar con la reacción de este elemento con otro, por ejemplo, el hidrógeno o las reacciones de los metales con los halógenos. Entonces comparar en el segundo periodo. Puede uno hablar también de la capacidad de enlace que aumenta cuando una ya tiene... empieza a llenar los orbitales d. Puede tener compuestos mucho más complicados. Aquí, por ejemplo, con estos nombres, uno puede hablar de

cómo se asignan estos nombres en discusiones de la IUPAC. Porque pues esto fue propuesto por los rusos, ¿no? Y cómo realmente hay grupos en el mundo que está trabajando en el descubrimiento de nuevos elementos y como cada uno trata de imponer sus nombres pero que al final tienen que llegar a un compromiso en un comité internacional.

5.- Pues por supuesto que sí, o sea, en estos formatos, el 4, el 1, en cada casilla usted tiene una serie de datos... numéricos, bueno y no sólo numéricos, si no aquí en este caso, los sistemas cristalinos, puede hablar del significado de esos datos y de cómo esos datos van variando en un periodo o en un grupo. Por ejemplo, aquí está el radio covalente, el radio iónico, el volumen, la primera energía de ionización, todas esas propiedades, pero francamente, a mí me parece que no es lo más pedagógico enseñarlo con base en esto, me parece que es demasiada información en muy poco espacio, pero, pues, se podría.

6.- No reconoce ninguna otra...

7.- ¿más analogías? No...

8.- y 9.- La primera es la diferencia entre... por qué a Mendeleiev se le dio más crédito que a Meyer. Y la razón tiene que ver con que Mendeleiev fue un poco más allá, al predecir los elementos y predecir sus propiedades, que entiendo pues que Meyer no lo hizo. Segundo, lo de la carga nuclear efectiva. Tratar de explicar en un periodo las variaciones de una propiedad con base en la carga nuclear efectiva.

E.- ¿por qué le parecen importantes esas preguntas?

Porque hay una tendencia a simplificar y decir: "crece de.." izquierda a derecha, o crece de abajo hacia arriba, pero a veces al hacer esa generalización se deja por fuera ese concepto del efecto de apantallamiento que explica esas variaciones. Entonces, yo creo que es una simplificación el afirmar esas tendencias generales sin tener en cuenta el concepto de apantallamiento.

E.- ¿y la tercera? Queda pendiente....

La tercera podría ser:

La tabla periódica de Mendeleiev se basó en las masas atómicas mientras que la más reconocida actualmente se basa en los números atómicos. ¿Qué diferencias hay entre la una y la otra?

10.- El elemento es la unidad básica de la materia y pues tiene unas propiedades distintivas, características. O sea, unidad básica de la materia... que pues define las propiedades, tiene unas propiedades características que lo distinguen de otros elementos y que combinado con otros da otros compuestos con diferentes propiedades.

11.- Es que no es exactamente lo mismo. Los elementos están compuestos de átomos.

E.- y ¿una sustancia simple, qué es?

Simple... porque es que el hidrógeno es una sustancia simple, pero es una molécula diatómica...

E.- pero es sólo hidrógeno...

Sí, probablemente sí es análogo... una sustancia simple y un elemento. Pero cuando uno habla de un elemento no necesariamente está hablando de un átomo. Cuando habla de un elemento, eh... pues se entiende que el elemento está compuesto de átomos, si uno habla de la materia, pero no se imagina un átomo con sus dimensiones, si uno habla del número de Avogadro, pues, las dimensiones del átomo... hasta tal punto que uno no lo puede ver a simple vista. Cuando uno ve un elemento, cuando usted ve oro, no está viendo un átomo, está viendo una colección de átomos. Por eso yo digo que no es exactamente... o sea, hay como que diferenciar un poquito el concepto de elemento con el concepto de átomo...

E.- y de sustancia simple, ¿o ahí sí es lo mismo?

Pues un elemento, creo yo, sí es una sustancia simple, hablando...sí, porque tendríamos que la sustancia compuesta, o los compuestos son una combinación de elementos.

12.- Huy...es que eso está muy berraco... (risas) Pues ya el elemento yo le di esa definición. Sustancia simple es aquella que está formada por átomos del mismo elemento y átomo es como la unidad más pequeña constitutiva de un elemento. Y elemento es la unidad básica de la materia que tiene unas propiedades características diferentes a las propiedades de otro elemento.

E.- Y en últimas ¿qué es lo que caracteriza a un elemento? Por ejemplo, tenemos carbono doce y carbono catorce... o carbono grafito y carbono diamante...

En últimas ¿qué es lo que caracteriza un elemento? Pues la constitución con base en las partículas elementales...

E.- pero y el carbono doce y el carbono catorce...

Son isótopos que se diferencian en el número de partículas elementales que tienen sus átomos, y en ese caso son los neutrones.

E.- Y carbono grafito y carbono diamante...

Son formas alotrópicas de los elementos, o sea cristalizan de una manera distinta.

E.- Entonces, como sustancias simples tendrán propiedades distintas... y sin embargo, son del mismo elemento...

Es cierto, sí, cierto, o sea la cosa es más compleja... sí, tienen algunas propiedades distintas, habría que, como... porque esas son propiedades macroscópicas, las diferencias entre grafito y diamante, pero sus propiedades microscópicas probablemente son las mismas..

E.- pero entre un carbono doce y un carbono catorce, entonces ya son propiedades ¿qué? ¿De las microscópicas o qué?

La radioactividad... es una propiedad macroscópica, observable...

E.-pero usted me dice que lo que diferencia al carbono doce del carbono catorce es el número de neutrones, ahí sí se podría tener un átomo del uno y un átomo del otro. Y yo podría decir estos dos átomos no son iguales, no son idénticos...

Claro que no son idénticos, estrictamente, no son idénticos...

E.- Sin embargo, todos son carbonos...

Sí. Pero precisamente por eso se definen los isótopos, que son átomos del mismo elemento pero con diferentes número de neutrones...

E.- Finalmente, lo único que tienen todos iguales es...

El número de electrones y el número de protones...

P 13

1.- El 1 es el modelo pues modernos de la tabla periódica, el 2 está especificado... bueno, aquí ya tiene las propiedades periódicas, en este caso, el análisis del carácter iónico ¿no?, pero pues sigue siendo el mismo modelo que nosotros tenemos aquí, no cambia absolutamente en nada, yo no le veo ningún cambio. Solamente que de aquí, yo puedo sacar esa propiedad, explicándola, yo podría sacar acá el carácter iónico de ellas. Así, pues podría ver, no solamente el carácter iónico, sino, por ejemplo, la afinidad electrónica de los elementos, o quizá el carácter metálico de determinados elementos también. Donde nos vayamos al francio, y aquí quede, por ejemplo, un determinado color, supongamos muy rojo acá y aquí quizás muy oscuro, no sé... depende, no.

El 3, para mí sigue siendo igual, solamente que aquí le colocan este color amarillo que ellos tienen, es como para gases, estos de acá... del resto, y estos son mercurio, y bromo, entonces son gases, líquidos y sólidos... más o menos. Pero el orden sigue siendo el mismo, la misma tabla periódica.

En esta (4), lo mismo, gases, líquidos y sólidos. Aquí sí está explicado, en la otra no estaba explicado. Gases, líquidos y sólidos y elementos de transición acá. Sigue siendo básicamente la misma. Yo no le veo...

En la 5, ahora cuando colocan aquí los colores... aquí lo único que está haciendo es el mismo planteamiento de la tabla periódica, pero que se han colocado, pero que se han resaltado algunos elementos, no más... los más metálicos, los gases... ahora, yo no sé por qué colocaron aquí el galio, bromo y mercurio... quizás estos son líquidos... bueno, y estos serían entonces, los sólidos y los verdicos... los preparados artificialmente.

E.- ¿qué opina del color?

El color... me parece que se resalta bastante bien en la número 4, para la parte de gases, líquidos y sólidos. Aunque, mira, en los sólidos [...] Bueno, de todas formas, en términos generales, me parece que el modelo que pueda colocarse y pueda utilizarse depende de uno ¿no? Depende de uno colocarle un color determinado para diferenciar esas franjas, esas regiones... donde nosotros tenemos, así sea en un grupo, o así sea en esa parte de los gases. Me parece que eso es correcto, esto ayuda bastante a la explicación y a la comprensión de la tabla.

E.- ¿cuál te gusta más?

Yo me iría en términos generales por la 4.

La 6... algo bien curioso (risas). Estoy tratando de entenderla...

E.- ¿tú la conocías?

No, no... nunca la había visto... (lee algunos nombres y se ríe). Es como una... ¿qué será? Una forma, quizás, de llevar la tabla periódica a la comprensión de, por ejemplo, los niños... en donde no tenga necesariamente que decirles, tecnecio, porque el niño no va a comprender qué es eso, él no entiende que Ag es plata, argentum, ni va a saber qué es eso... me parece que es mucho mejor al niño darle una figura que esté relacionada con la plata. En el caso, por ejemplo, relacionado con el elemento así sea en su figura, o en su sonido, el

niño entiende, mucho más... claro... Es interesante, es bonita, bonita... pero me parece que puede ser utilizada así sea en un jardín infantil, el niño va a entender.

E.- y la 7 ¿qué te sugiere?

Uno aquí ve muchos colores. A veces en un desorden, digámoslo así, yo no veo relación entre el azufre y el cobre, ¿por ejemplo?

E.- (le explico el significado de la tabla 7)

Sí, porque yo trato como químico de analizar colores y cuando yo veo colores, así como en esta, cuando yo busco colores iguales, estoy acostumbrado a este modelo, ese es el problema.

2.- Para mí, yo creo que podría ser el 4. El 4 que está, de alguna forma, en términos generales, quizás, está dando los valores de... especificando lo que son sólidos, líquidos y gases... la más sencilla, la más simple, puede ser así. La número 4.

3.- Para ese aspecto... hablemos de lo siguiente, para una persona que conozca de química, yo me voy por el número 4. Pero para una persona quizá que no es muy cercana a la química, me quedo con el 1. Con el 1, están así en esta parte, no están explicado directamente, el cobre, por ejemplo, aquí está muy pequeño, el carbono... Este modelo, en alguna forma, presenta con más facilidad el tipo de elementos que tenemos. Aquí es muy difícil verlo. Aquí cansa, aquí tiene muchas más... yo quisiera esto como para un químico, que la persona coge esta tabla, e inmediatamente tiene peso atómico, número atómico, distribución electrónica, tiene cantidad de... incluso, electronegatividad... tiene otras propiedades, yo la veo directamente en la casillita. Perfecto para un químico. Pero para una persona común y corriente... yo creo que incluso, a veces, sin colocarle estos valores, solamente con colocarle los nombres, que ellos tienen, yo podría defenderme perfectamente... así sea en un auditorio que no conozcan de la química.

4.- Pues siempre sobre periodicidad. Siempre sobre orden. Siempre sobre origen. Si la persona no conoce, por ejemplo, pues le diría que existe un principio de exclusión de Pauli, por ejemplo. Que se denomina así en química cuántica, pero que se puede resumir en forma bien elemental para las personas, ¿no? No pueden existir, en ese caso, dos electrones ¿verdad? con los mismos números cuánticos. La persona me preguntaría, ¿qué es eso? Yo trataría de alguna forma, de encontrar alguna analogía, para decirle a él, que es lo que yo pretendo demostrarle. Si yo aplico el principio de exclusión de Pauli, yo puedo de alguna forma darle un ordenamiento a la tabla periódica.

5.- Si yo voy a hablar sobre un tema específico, en mi clase, así sea sobre el carácter iónico o carácter covalente, por decir así, de algunos elementos, pues yo iría directamente con otro modelo. Yo le diría, mire como cambia, como avanza ..con la 2... por ejemplo... o sea yo, dependiendo del tema que vaya a tratar tomaría el modelo que así se me presente, el modelo que más me ayude. Pues, ¿qué te digo? Si yo me puedo valer de los medios audiovisuales, ahora que tengo mucha más facilidad que la que tenía hace 10 o 15 años, entonces llego más preparado con los estudiantes y les doy muchas más facilidades a ellos.

6.- Pues, por ejemplo, los halógenos... ahora quisiera acordarme del significado de un halógeno...[...] ellos tiene unas propiedades, generalmente van, incluso en los mismos infrarrojos... las propiedades que son gases, o sea... por qué se llaman halógenos... [...]lo mismo los alcalinos, pertenecen a una familia también, pero... me parece que ellos toman

esas propiedades... ven uno, por ejemplo, principal, y los bautizan porque todos son parecidos. Hay una generalidad en ellos, quizás hay una analogía. No sé, yo no la veo muy bien...

7.- Muy poca, muy poca, sinceramente...

8.- y 9.- (quedaron pendientes...)

10.- Un elemento químico es un sistema único que lo hace completamente diferente en sus propiedades físicas, químicas, termodinámicas, a otro y que se diferencia uno de otro en su composición, llamémoslo así, composición nuclear, composición electrónica y que diferentes combinaciones de elementos, sean de la misma naturaleza, tipo por ejemplo, hidrógeno con hidrógeno, nos da en este caso un componente, otro sistema completamente diferente, nos da una molécula. Y a su vez, esa molécula puede, de alguna forma, combinarse con otras y formar lo que nosotros conocemos ¿no? en la naturaleza.

11.- Elemento, átomo y sustancia simple... casi nosotros los químicos hablamos de las mismas cosas. Cuando decimos de un elemento, hablamos de un átomo. Casi siempre hacemos eso, el átomo, por ejemplo, de zinc, ese es un elemento... Ahora, cuando es una sustancia simple, ya la cosa cambia un poco, porque una sustancia simple, ya es la combinación de elementos... quizás ahí hay...

E.- pero cuando se habla de sustancia simple, estamos hablando de un solo elemento...

Pero, por ejemplo, el hidrógeno, es... el hidrógeno no es un átomo, es el hidrógeno H₂ molecular...

E.- perfecto, pero de todas maneras está constituido por un solo tipo...

Pero no es un átomo, o sea que ahí hay una contradicción, digamos así... porque no es un átomo, aunque sea sustancia simple.

12.- Ahí si me tocaría pensarlo...

P14

1.- Siete formatos, ¿qué le sugieren?

A mí, personalmente el que más me gusta es este (el 1 y el 2) por la cantidad de información que traen. Ahora, son un poco antiguos... IA, IIA... estas también (la 3, 4 y 5). Mira este (6) qué simpático.

E.- (Le explico el formato 7).

A ver, entonces volviendo a esto, lo sustantivo. Aquí, como le digo, este, 1, 2, es el que más me gusta por la cantidad de información que tiene, aquí está la estructura cristalina de los elementos, lo que uno siempre está necesitando. El 3 le agrega... los nombres, bueno, tiene algunos datos, pero muy limitados, ¿no?... tiene por los dos lados, y aquí tiene más cosas por lo que veo. Este (1 y 2) lo conozco bien, y este (3 y 4) no. El 4 también tiene bastante cosa, lo que no tiene es el sistema cristalino de los elementos ¿no? Este (2) lo tiene, y muy visual. A ver, el 5, este es muy elemental. Solo tiene... está el nombre... el número atómico, el peso atómico, el símbolo, por supuesto, el nombre... la configuración electrónica, unos números... estas han de ser las valencias... supongo, o sea muy poquita cosa.

(Risas) (El 6) ¡Tan simpático!

E.- ¿Usted conocía este?

Hay varias versiones sobre esto. Siempre circulan por ahí. Si, me parece que es este el que yo conocía. Está muy bien... me encanta...

Y este que como dices tú, solamente tiene los símbolos, los números atómicos y el color de acuerdo al origen de los nombres. Es curioso...

E.- ¿Qué opina del uso del color en los primeros cinco formatos?

¡Ah! El color... A ver, el 4 apenas lo utiliza para mostrar los elementos gaseosos... aquí los líquidos a temperatura ambiente. Es el único objeto del color aquí, el estado físico. En cambio, aquí, en el 2, aquí están los metales de color azul, los no metales, rojos... quizás aquí el color lo emplea mejor, a mi juicio, me parece. Aquí en el 1, las bases... rojos... no sé...

2.- De todos los formatos, ¿cuál es el que le gusta más?

El 2.

3.- Si usted fuera a explicarle algo de tabla periódica a alguien que sabe poca química, ¿cuál escogería y por qué?

Ahí, curiosamente, no elegiría este (1 y 2) porque tiene demasiada información para un primer encuentro. Algo un poco más como el 5, quizás. Aunque tiene la numeración, los grupos, anticuados. Supongamos que eso se corrigiera. El 7 ¿jugamos con é o no jugamos con él?

E.- Claro. (Le explico el juego del sabelotodo de la tabla periódica).

Ah, no sé, para una primera... primera... talvez el número 5.

4.- Con esa tabla periódica en la mano, ¿qué le explicaría? ¿de qué le hablaría?

Pero sabe qué es un elemento... porque claro, si tengo que comenzar por explicarle lo que es un elemento... o ya supongo que eso lo conoce...

E.- Bueno, ha oído un poquito de los elementos y de la tabla periódica...

Si es la primera vez...

E.- Bueno, talvez no sea necesariamente la primera vez, pero sabe poca química.

Bueno, lo de siempre, que es una ordenación de los elementos según su número atómico creciente, que al ordenarlos de esta manera, resulta que las propiedades se van repitiendo cada cierto tiempo, cada cierto período, de ahí el nombre, periódico y, cuando se ordenan de una determinada forma, todos los elementos que tengan propiedades parecidas quedan en estas columnas. Todos, por decir algo. Entonces, ¿y a qué se debe eso? Bueno, se debe a los electrones. No sé si esto ya es avanzar mucho en la explicación. Es que es muy difícil la pregunta. Es que todos los enfoques son válidos, ¿no? Son interesantes... Porque yo hablo de esto primero... antes de hablarles de esto yo no puedo hablar: "al principio se conocían sólo determinados elementos..." porque eso ya es un enfoque diferente, de cómo se fueron descubriendo los distintos elementos... pero como te digo.. no sé, tendría que pensar más la respuesta.

5.- ¿Usted cree que podría utilizar alguno de los otros formatos para explicar algún tema en particular?

Bueno, este es interesante (7). Yo alguna vez he... hablado acerca... porque es que el tiempo a nosotros nos deja... ya algún día lo comenté... que el gran enemigo que tenemos es el tiempo justo para explicar una serie de conceptos, ¿no? Entonces, en cosas así, en general, casi no tenemos tiempo...

E.- Pero, si usted tuviera el tiempo... Va a hacer una charla libre... ¿cree que le serviría?

Huy... tanto que sí... los elementos, que como dices tú, se conocen desde mucho tiempo... en fin, los de... aquellos cuyo nombre se deben a leyendas, a tradiciones, a mitologías, son preciosas... el niobio y el tántalo... todo el mundo lo llama tántalo a este elemento, me gusta más tantalio... en fin, hay cosas aquí que dan para mucho...¿no?

6.- ¿Usted considera que hay alguna analogía encerrada aquí en la tabla periódica?

No, no... esto no me lo había plantado.

7.- Analogías... usted me dijo la otra vez que no le gustaba usar muchas ¿no?

No, porque ... para explicar fenómenos y para poder entenderlos, las cosas se han de explicar... en la forma más rigurosa posible. Entonces, a veces el tratar de establecer analogías nos saca de la rigurosidad, ¿no? Innecesariamente, porque yo creo que forma parte de la formación científica del estudiante el enseñarle inmediatamente los conceptos rigurosos, sin necesidad de recurrir a otras situaciones, creo yo...

8.- Tres preguntas y por qué esas.

¿Tres preguntas? Porque es curioso... se pueden preguntar muchas cosas, porque todo es importante. Yo escogería las más elementales: ¿qué es la tabla periódica? En primer lugar, eso. Una pequeña descripción a ver cómo.. ¿Qué son propiedades periódicas? y que mencionen algunas importantes.. no sé... ya tendría que estudiarlas..

9.- ¿Qué es para usted un elemento?

¿Qué es exactamente un elemento químico? ... la definición normal ¿normal? ¿cómo es que explicaban eso que ya ni me acuerdo? La menor cantidad de materia de un...¿qué, perdón?... ¡ah!... un elemento... no átomo...

Es una sustancia que no puede ser descompuesta en otras por medios químicos.

10.- ¿Usted considera que es lo mismo átomo, elemento y sustancia simple?

Un elemento, no. El elemento está formado por átomos.

E.- ¿Y la sustancia simple?

Es el átomo.

11.- Estoy haciendo un diccionario de química... y yo quisiera que, por favor, me definiera qué es un elemento, un átomo y una sustancia simple.

(Risas) No me haga mucho caso... Pues para mí, esto de sustancia simple y elemento no... no encuentro la diferencia, a lo mejor existe, pero a efectos prácticos, no se la veo. Para mí un átomo es una sustancia simple.

E.- Un átomo es una sustancia simple... y un elemento...

Un elemento... y un elemento está formado por átomos.

E.- Entonces, ¿lo que sería distinto sería el átomo? ¿El átomo distinto de elemento y de sustancia simple?

Sí, porque son cosas diferentes...(risas)

E.- Sí, yo sé que esto parece un juego de palabras...

La sustancia, la sustancia... es el elemento, y ¿de qué está formado ese elemento? Mirémoslo con una lupa... está formado por electrones, por protones, por todo aquello, y eso es un átomo.

P15.

1.- ¿qué te sugiere cada uno?

A ver, para mí la tabla 1 y la tabla 2, junto con la tabla 3 y 4 son muy parecidas. Una da más información que la otra, pero bueno, depende de lo que quieras en cada momento. Para mí son las tablas periódicas que nosotros utilizamos en la carrera, más o menos. Estas serían las cuatro primeras. En la tabla 5 la información es mucho menor y sólo nos da la configuración y el estado físico de los elementos, nada más.

E.- En estas 5 primeras, ¿qué te parece el uso del color?

En que esto me fijo muy poco yo. La verdad es que para gente ya mayor, el color es bastante independiente. Por ejemplo, a mí me gusta mucho la tabla 1 y no tiene mucho colorido, o sea. La tabla 2 es un poco más difícil de leer, o sea no es la tabla cómoda de leer, porque como es las estructuras de los elementos, hace más difícil la lectura, es otro tipo de tabla, no es la que yo tendría encima de la mesa normalmente. Pero en cambio, sí que tendría la tabla 1. Esto respecto a la 1 y a la 2. La 3 es la que hay, es un poco sosa, pero bueno, tampoco espero mucho más de ella. Se lee bien, es una tabla que se lee bien. Y esta, hay muchísima información, la tabla 4, por lo tanto depende un poco de lo que quieras. Pero lo de los colores me parece bien, que jueguen con el rojo y el amarillo, me parece bien. Esta es más difícil de leer, la tabla 1. Es evidente, pero bueno, depende de lo que busques.

E.- ¿Y el color de la 5?

Para un profesional, me parece bien cualquiera de estas. ¿El color? A mí no me gustan las tablas periódicas con tanto color. Es un problema, supongo, pero no me entusiasma. Yo quizás hubiera jugado con el rojo, el azul, el verde y lo demás no hubiera puesto...este gris o este azul claro si no que lo hubiera dejado blanco, mucho más discreto, pero bueno, está bien... tampoco... Lo que pasa es que da muy poca información. Para mí esta es la tabla primera que pueden ver unos alumnos. La primera de todas puede ser esta. Una tabla que sólo te da los símbolos de los elementos básicamente y la configuración electrónica. El nombre, eso es bueno. Y ya está... ah, están en inglés, tal vez yo se los daría en catalán o en castellano para evitar el problema del idioma.

(La 6) Es divertida, para mí no es una tabla periódica, pero es divertida. La conocía, hay varias de estas y son divertidas. Lo que pasa es que, bueno, no es una tabla periódica. No la utilizaría en una clase, evidentemente, lo que sí que la comentaría como divertida, o quizás, incluso, la pondría en el despacho, pero no como una tabla de trabajo ni siquiera para un niño. No creo que sea la manera de aprender la tabla periódica.

(La 7) Esta tiene muchísimo color. Esta para mí es un buen trabajo, si se la hace hacer a un niño es una manera de aprenderse donde están los elementos.

E.- (Le explico la tabla)

Sí, pero está bien. Quizás yo lo que haría sería ponerle los nombres abajo. O empezaría primero por una tabla periódica olvidándonos de los elementos de transición y transición interna al principio de todo, cuando la gente empieza a ver la tabla periódica. Pero está bien, con el color, el que toca. Como si son sólidos, líquidos y gases, o por origen, o por lo que sea, pero está bien. Es bonita, lo que pasa es que no es una tabla... Es una tabla para utilizar en cursos muy bajos, no evidentemente en la universidad. Esto para un juego está bien. Además la primera vez que ves la tabla periódica, es muy dura. En cambio, quizás, si empezáramos a trabajar un poquito con esto, sería más fácil. Sobre todo para la ESO, más que para la universidad.

2.- ¿Cuál de todas le gusta más?

Yo ya he dicho que a mí me gusta es la 1. De siempre. La encuentro una tabla con muchísima información y creíble. No está mal... La tabla 2 la veo para un momento determinado. No es la tabla que tendría normalmente encima de la mesa. Da muchísima información pero es difícil de leer, por lo tanto, no es una tabla cómoda. La tabla 3 está bien. Yo creo que entre la 1 y la 3 están bien, son diferentes, quizás la 1 da un poco más de información que la 3, pero están bien. Para lo que necesitas, están bien.

3.- Si usted fuera a explicar algo de tabla periódica a alguien que sabe poca química, ¿cuál formato escogería?

Es difícil de decir. Quizás para empezar... pero muy, muy... en la universidad lo encuentro un poco tarde... el 5, pero yo creo que en la universidad ya tendríamos que jugar con otra tabla, o con la 1 o con la 3. Quizás el primer día daría la 5, pero sería el primer día. No luego, ya pasaría a las otras. Porque yo creo que es importante que en la tabla periódica haya información de las propiedades periódicas y aquí no hay. Sólo hay la configuración electrónica y hay bueno, el nombre del elemento, y me parece bien, pero cuando entran a la universidad yo creo que los nombres los tendrían que saber. Y los estados de oxidación que son muy discutibles, los que hay en una tabla periódica. Por lo tanto, no es la que yo en primero de carrera.

E.- ¿Con cuál de estos formatos a usted le gustaría hacer una conferencia a los estudiantes de primer año y de qué les hablaría?

Hombre, yo primero hablaría de grupos y periodos. Hablaría, de los... si estamos en los elementos de los grupos principales, o de los elementos de transición o elementos de transición interna... por qué se llaman elementos de los grupos principales, qué tienen de diferente que los elementos de transición y sobretodo de los elementos de transición interna, por qué hay este salto del 57 al 58, que no siguen la línea. Básicamente explicaría para empezar configuraciones electrónicas, con excepciones, evidentemente, a nivel de primero de carrera, luego continuaría hablando de las propiedades periódicas.

E.- Entonces para eso ¿qué formato escogerías?

El 3 o el 1, pero quizás para ponerlo en una transparencia escogería el 3 o, incluso, pondría inicialmente el 5. Para hablar en principio de lo que es la tabla periódica y de grupos y periodos, porque de esta manera me permitiría hablar del grupo 1 y del grupo 2 sin hablar de las propiedades todavía, sólo de la configuración electrónica. Y así, cogería de la tabla periódica, de por qué se ha hecho, quizás les haría un poco de historia, quizás enseñaría alguna más, diferente de estas, de aquellas nuevas... les hablaría un poco de las tríadas y luego llegaría a por qué se ha llegado a esta tabla periódica y no a otra. Por qué está ordenado por número atómico, haría un poco de historia, seguro, de la tabla periódica.

4.- ¿Usted cree que algún otro formato le serviría para explicar algún tema en particular?

Hombre, esto de aquí y este de aquí (el 1 y el 2), seguro que me serviría para hablar... el número 2. Lo que pasa es que el 2 ya entraríamos en la estructura de los elementos y aquí quizás no lo hablaría en este momento, lo hablaría en un curso superior. De decir qué tipo

de estructura, si son cúbicos o son hexagonales, pero primero habría de haber hablado de las propiedades, de las estructuras en general, por lo tanto no puedo entrar en esta tabla. Sí que entraría en la 1 y en la 3. Una u otra, me da igual. Quizás se vería mejor esta (3), pero esta tiene un problema también, que los símbolos de los elementos están muy pequeños, por lo tanto, para proyectar tampoco es una buena tabla. Quizás, no sé, sería la suma de... Quizás esta (la 5) para proyectar, no sé, ya te digo que no me gusta el dibujo gris. Pero a partir de aquí, quizás para proyectar y empezar a hablar de la tabla periódica podría ser, sin tanta información, la primera a hablar (la 5). Pasando luego, claro, dependiendo del curso, si estamos en primero de carrera, obligatoriamente tengo que hablar de cómo varían las propiedades periódicas y por lo tanto necesito comparar radios, necesito potenciales de ionización y aquí están.

6.- ¿qué analogías considera usted que están encerradas en la tabla periódica?

Yo de esto no tengo ni idea. Porque yo no hablo nunca de analogías.

7.- Entonces, ¿tampoco analogías para sacar la información de aquí?

8.- Tres preguntas sobre tabla periódica y por qué esas.
(quedó pendiente).

Hombre para mí es fundamental saber cómo varían las propiedades periódicas. Quien tiene el radio mayor, quien tiene el radio menor, quien tiene el potencial mayor y por qué, quien tiene la afinidad electrónica mayor, qué símbolos tienen las afinidades electrónicas, por qué a veces son positivas y otras son negativas, y en cambio el potencial de ionización siempre es positiva. Esto te obliga a hablar de energías. **Para mí, es que todo lo referente a tabla periódica, a nivel de comparar sobre todo propiedades, es importante. O sea que a ti te den un elemento y seas capaz de situarlo en la tabla periódica y decir cosas de este elemento, para mí es importantísimo. O sea, reaccionará o no reaccionará, qué estados de oxidación le preveo que este elemento normalmente, ¿es normal tener nitrógeno cinco o no es normal? ¿será estable o no será estable un compuesto de nitrógeno cinco? ¿entiendes? Estas serían las preguntas que yo haría, y son las que hago realmente.** Entre primero y segundo, depende el nivel, ¿eh? Para química general me quedo un poco más abajo, hablo un poco más de propiedades más generales, no entro tanto en decir, pues el nítrico es oxidante y tiene estado de oxidación cinco y el nitrato no lo es, y también tiene estado de oxidación cinco, no llego a este nivel. Pero sí en primero, por ejemplo, yo hablo, preguntaría en un examen, por grupos, cuál es el estado de oxidación de los elementos y cómo varía. Por ejemplo, el nitrógeno tiene estado de oxidación cinco y tres, y el bismuto ¿también? ¿o no? ¿o qué estado de oxidación le espero al bismuto, de entrada? ¿es normal tener compuestos de bismuto cinco, por ejemplo? Estas serían las preguntas que yo haría a nivel de primero.

También pido configuraciones electrónicas, esto está un poco... también porque no las saben, ¿eh? Pero, sabe mal, ¿eh? Tener que preguntarlas en primero. Esto, es otro tema. Las configuraciones yo creo que tendrían que saberlas antes. Quizás no las excepciones, pero sí lo que es trabajarlo en general, porque es muy fácil y es muy mecánico, o sea. Otra cosa es entrar en excepciones, yo pedía, yo he preguntado muchas veces la configuración

electrónica del cobre, por ejemplo. Pero la de la plata, o la del oro. Hay otras que son más difíciles de saber el por qué, estas no, pero lo que son este grupo, el grupo del cobre, el grupo del níquel y el grupo del cromo, pues estos son los grupos que sí les preguntaría.

8.- ¿Usted, por favor, me puede definir qué es para usted un elemento?

¿Un elemento?

E.- Un elemento...

Es el que... para mí... a ver... es que aquí hay la diferencia entre definir elemento y definir átomo. Un elemento es sólo un conjunto de átomos que tienen el mismo número atómico, no así necesariamente el mismo peso atómico. Y, por lo tanto, entraríamos primero, antes de hablar de lo que es un elemento, me vería en la obligación, primero de hablar del átomo, luego de los isótopos y por último, hablar del elemento. Que sí que tendrá el mismo número atómico. Cuando hablo de litio, diré tiene número atómico tres, pero no necesariamente tienen el mismo peso atómico todos los átomos que forman este elemento. Y por lo tanto, le confiere unas propiedades particulares, de estabilidad, de núcleo, etc. Para mí, esto es un elemento, con una estructura determinada. Pero antes no llegaría a definir elemento... no lo definiría en primero de una manera fácil, ¿eh?

9.- ¿Usted considera que es lo mismo elemento, átomo y sustancia simple?

No, no... no, además, rotundamente, no. O sea, un átomo es el que tiene un número atómico y un peso atómico, una masa atómica determinada y en cambio, un elemento, no. Elemento tiene un número atómico, pero no necesariamente un peso atómico. El potasio, tenemos el potasio, está clarísimo, es el ejemplo, para mí, clarísimo.... Potasio 19, pero es potasio 39, potasio 41, son dos átomos, dos isótopos, y esto, el potasio con el 39 popopón... sería el elemento.

E.- ¿Y la sustancia simple?

Es que para mí, no me gusta la definición., Porque podríamos definir, algún libro lo dice, pero a mí no me gusta, que es aquella que está formada por un solo átomo, o por un solo tipo de átomos, y eso ya entra en contradicción, porque no sería ni el elemento, sería el átomo. Por lo tanto a mí, hablar de sustancia simple... no me gusta. O sea, a veces la gente hace el símil, en algún libro, cada vez menos, pero en algún libro hacen un símil entre sustancia simple y elemento y otros no. Otros dicen, por ejemplo, la sustancia simple es el agua, tan simple no es, para mí es una cosa bastante más complicada. O sea, ¿qué entendemos por sustancia simple? Yo no la utilizo, ni sustancia compuesta. Yo hablo de elementos y compuestos.

10.- Estoy haciendo un diccionario de química, ¿podría, por favor, definirme elemento, átomo y sustancia simple?

¡Ah! Porque es complicado, ¿eh? Porque se entran en contradicciones bastante graves. Bueno, tendría que pensarlo un rato para escribirlo en un libro. No es tan fácil, ¿eh? Supongo que lo escribiría y le estaría dando vueltas, pero bueno, el átomo es la unidad más

simple que existe con unas propiedades propias y que tiene una masa atómica y un número atómico determinado. Punto, y pondría ejemplos. Bueno, claro, en un diccionario, no pondría ejemplos, por lo tanto tendría que pensar muy bien la definición. Por ejemplo, pondría, un átomo es de litio. El litio, pero no el litio con este número de aquí, sino el litio con el 3 y aquí el 6 o el 7. Esto para mí es un átomo. En cambio, para pasar a elemento, ya diría que son un conjunto de átomos con un mismo número atómico pero en ningún el peso atómico, por lo tanto, antes de definir elemento, me vería obligada en este diccionario a definir isótopo. Y aquí comentaría varios casos. Porque, por ejemplo, cloro, 17, 35, átomo, cloro, 17, 37, átomo, o sea, esto es el mismo átomo porque tiene el mismo número atómico, pero la suma de estos, con un porcentaje, el que sea, da el 17.35, lo que sea, y esto sería, para mí, el elemento. No hablaría, en ningún caso de sustancia simple en el diccionario.

Comentario adicional:

Por ejemplo, lo que tú me preguntabas de... decir qué preguntas, para mí es lo mismo decir ¿qué quieres que sepan los alumnos cuando tú has terminado tu curso? **Pues yo cuando entro a hablar de enlace, por ejemplo, yo digo que a mí lo que me interesa siempre es conocer las propiedades de las sustancias, eso es lo que a mí me interesa. Tengo un sólido, tengo un líquido tengo un gas. O tengo color tal, color cual, o es soluble, o insoluble... esto es lo que a mí me interesa. Pero para esto necesito obligatoriamente conocer la estructura, y para conocer la estructura necesito conocer el enlace. Por lo tanto, comienzo hablando al revés. Yo empiezo hablando del enlace, del enlace me voy a las estructuras, y de las estructuras, hablo de propiedades. Ah, claro, antes del enlace tendría obligatoriamente que hablar de los elementos, como tales. Porque, evidentemente, cuando pasas de elementos al enlace, estoy pasando de elementos a compuestos. Y, obligatoriamente, necesito esto. Pero, yo lo que me preocupa es que sepan esto. O sea, que si yo digo, cloruro sódico, y me digan: “esto será soluble en agua”, y yo pueda preguntar ¿por qué? Pues porque tiene enlace de iónico. ¿y cómo será la estructura? Pues la estructura, como es un enlace de iónico, seguro que será tridimensional, ya no digo si es una estructura cúbica, o tal... pero bueno, al menos, será tridimensional, y por lo tanto, esto es lo que lo hace sólido, por ejemplo. En cambio, cojo el amoníaco, por ejemplo, molécula discreta, dos no metales, enlace covalente ¿puedo formar enlaces de hidrógeno? Sí. Por lo tanto, ¿qué tendremos? Moléculas discretas pero unidas entre ellas por enlaces de hidrógeno. Si en vez del amoníaco, te pongo el metano, ¿qué pasará? pues también serán moléculas discretas, pero ¿formarán enlaces de hidrógeno? No. Por lo tanto, ¿qué fuerzas habrá entre moléculas? ¿o no habrá? Sí, siempre hay algún tipo de fuerzas, pues en este caso entraríamos a hablar de Fuerzas de Van der Waals, que sean dipolo permanente o inducido, depende del momento dipolar. Un poco pues es llegar aquí, partiendo de todo, un poco, y cuando llego aquí es cuando se permite a los alumnos razonar y prever algunas propiedades, porque evidentemente al lado de esto hay toda una descriptiva a la que no llegaremos, pero bueno, de alguna manera, cuando llego a enlace y me voy a la estructura, me permite clasificar fácilmente. O sea, hay una serie... los compuestos iónicos, todos son sólidos, todos tienen una estructura tridimensional. En cambio, los covalentes, ¡ah!, pueden ser moléculas discretas, por lo tanto podrán ser gases, podrán ser líquidos y podrán ser**

sólidos. ¿De qué depende? Pues depende, primero, si tengo moléculas discretas o si tengo sólidos covalentes. Aquí sí que uso la palabra sólido covalente y sólido molecular. Y luego, si son líquidos, ¿cómo varían? ¿cómo interfieren las fuerzas de Van der Waals en los compuestos covalentes? Pero siempre partiendo de la base que un químico lo que pretende es explicar propiedades. Y para eso hace todo esto. Esa es la finalidad. La finalidad no es conocer esto. La finalidad es conocer esto. (Señala en el papel donde ha ido representando el orden en que enseña). Por lo tanto, yo siempre monto esto, claro, luego empiezo por aquí porque hablo de la tabla periódica, continuo hablando del enlace, clarifico todos los enlaces, a partir de aquí hablo evidentemente de todas las diferentes estructuras y me llego a las propiedades al final. Ah, ¿por qué el diamante es duro, por ejemplo? O ¿por qué el diamante tiene un punto de fusión muy alto si es covalente? Porque este es otro error que hacen. Los covalentes tienen puntos de fusión y de ebullición muy bajos. Los iónicos, puntos de fusión y de ebullición alto. Pues este es otro error, mal aprendido evidentemente. Por ejemplo, hay libros que sí te lo dicen. Esta es una generalización... muy mal... Yo creo que el problema para mí es claro, es quien da la química por primera vez a estos alumnos.

P16:

1.- Si, pero a ver... el formato 1, 1 y 2, es un tabla periódica clásica en el que predomina la cantidad de información. **Yo diría que hoy esta tabla periódica mantiene la vigencia siempre y cuando se modifiquen los datos adecuados, por ejemplo, el peso atómico. La IUPAC periódicamente va publicando los nuevos pesos atómicos, porque, evidentemente depende de la fuente donde se encuentre el elemento. Después evidentemente hay que añadir los elementos que ya está reconocido que son nuevos elementos químicos. Esta tabla periódica, que es la de la Sargent, creo que tiene 30 o 40 años, por decir alguna cosa, acaba con el elemento 106. Hoy una tabla periódica como mínimo debe tener hasta el 114 o 115, y podríamos discutir, pero, es fin, claramente más elementos.** Aparte, acá el 109 con su nombre ya, propio. Yo diría que excepto esta posible actualización que en esta no se ha hecho y además los elementos nuevos, lo otro se mantiene idéntico. Lo que yo diría es que esa tabla es poco atractiva para una situación, hoy en el mundo, de diseño, de, en fin, de intentar atraer. Esto, es aburrido. Yo diría que muy aburrido. Perdón, me olvido, los grupos de los elementos, ya no es correcto esto. Esta clasificación. Yo diría que es una tabla periódica clásica, que en su momento fue una tabla periódica, pero que ahora esta demodé.

E.- ¿y la 3 y la 4?

La 3 y la 4 son tablas periódicas... es comparable a la que hemos visto hace poco, en cuanto a que pretende tener información abundante de cada elemento. Eh, por eso vemos que tiene dos caras, en este caso hay la abundancia, cosa que en la anterior no está. El año del descubrimiento, que en la anterior tampoco está. Y todo lo demás prácticamente en la anterior está incluido. Volvemos a que los grupos no están nombrados correctamente. No son grupos A y B en este momento. Los elementos 104, 105 tampoco son, aparentemente, elementos conocidos, por tanto tan solo se les pone el símbolo antiguo, el símbolo que acepta la IUPAC para un elemento en el cual no se ha convenido todavía a nivel internacional que nombre. Bueno...Yo tampoco la elegiría, esta tabla periódica, tiene el mismo, yo diría, aspecto de la anterior, de aburrida. La ciencia no tiene por qué ser tan

aburrida. Yo veo estos A... An... B... ah.. ácido, básico, anfótero. Bueno, yo creo que aquí en elementos, por ejemplo, el manganeso, que hay varios estados de oxidación y por tanto, con varios óxidos, con características que van desde claramente ácidas hasta claramente básicas, pues esto está incompleto. Para poner la información incompleta, es mejor omitirla... Yo, es decir... entre estas dos primeras, me quedaría con la anterior (1 y 2) así y todo, reconociendo que hoy estas tablas periódicas se tendrían que actualizar. Y en cuanto a diseño, sin duda. Entonces esta (5) es como una tabla periódica para un alumno, yo diría que no haga química inorgánica. La tabla 5, porque los datos que hay son escasos. Prácticamente peso atómico, número atómico y configuración electrónica. Este número que hay aquí, 1..2... ¿qué quiere decir? ... estado de oxidación. Bueno, añade los estados de oxidación sin indicar si son positivos o negativos. Si aquí en el fósforo vemos que tiene...sí..vale... añade los estados de oxidación. ¿En qué idioma está? ¿en italiano? [...] Yo diría que los datos de aquí son para el que necesita el esqueleto básico de la tabla periódica. Dónde está el elemento, qué peso atómico tiene y por la posición, pues toda la química que él sepa, pues la puede deducir. Pero, tabla periódica, yo diría básica. Básica, en el sentido que es el mínimo que puede ofrecer la tabla periódica. Esto además está anticuado, Kurchatovio no es el nombre del 104, el 105 tampoco es el Hanio. El lawrencio, por ejemplo, tiene un símbolo Lw, que ahora, desde hace muchos años es Lr, pero desde hace muchos años... o sea, es una tabla periódica antigua.

E.- ¿qué le parece el uso del color?

Puede ser útil, sin duda alguna. O sea, yo creo que ha de ser atractiva y ha de ser informativa. O sea que me gusta más que tenga un cierto color, ayuda más acercarse y a mirarla. Ayuda... bueno... yo sería partidaria de que usara color aunque hay algunas ocasiones en que no es fácil saber para qué escoger el color. En este caso es para el estado físico de los elementos, porque estos son líquidos, supongo, estos son gases y estos son sólidos, y por otra parte, estos de aquí son elementos artificiales. Pero yo en algunos casos he estado próxima al diseño de tablas periódicas, y no es nada fácil saber a qué darle predominio en cuanto al color. Pero sin duda, digo que utilizaría si pudiera el color, porque creo que la hace más atractiva.

(La tabla 6) Bueno, esta tabla periódica es una tabla periódica de broma. Que a mí me parecen bien estas versiones, pero no es nada más que el lado lúdico de la química. No lleva a nada más. Actualmente hay muchas versiones. Me parece una cosa divertida, pero yo no la repartiría en una clase de química, por ejemplo.

(La tabla 7..explico qué es) ¿Y por qué no lo pone esto? ¿El código de colores? Esta es una tabla periódica muy concreta, por lo que tú me estás explicando ahora. Es decir, el código de colores, porque además es amplio... porque aquí hay bastantes colores, está relacionado con el origen del elemento. Creo que esta es una buena manera de utilizar la tabla periódica para expresar diferentes características o propiedades de los elementos... físicas o químicas... esta es una buena alternativa. Ahora, como tabla periódica para el uso cotidiano, se necesita como mínimo los pesos atómicos. (Le explico un poco que la tabla es el complemento de un juego).

Yo diría que esta es una de las aplicaciones que tiene la tabla periódica. Yo creo que esto es una de las grandes utilidades, lo que pasa es que en este caso, por ejemplo, se puede ver que la posición del elemento, es decir, su ordenación por el número atómico no está relacionado con el nombre que se la ha dado, es decir, con el origen etimológico del nombre, porque los colores van variando completamente *at random*. Es decir, no hay ni en grupo, ni en un periodo, ni en un bloque, no hay... mira, únicamente los gases nobles son los únicos que se ponen de acuerdo para tener un origen común, etimológicamente hablando. Pero los demás... estos de aquí porque son todos artificiales, y... [...]

A ver, ¿los rojos son de personas?...Rutherfordio... [...]

2.- Aunque ya estén viejitas, ¿cuál le gusta más?

¿Para qué alumno?

E.- Para alumnos de primer año de Universidad.

¿Alumno de química?

E.- Alumno de química general.

¿Pero va a seguir estudiando Química?

E.- Bueno, puede ser...

Pues mira, yo me quedaría con la 1 y la 2. Porque la 5, yo para un alumno que haga Ciencias, pero que después se vaya a Biología, pues me parece que es suficiente. Y tampoco, quizá, no lo asustaría. Pero, la otra (1 y 2) es más definitiva, más definitiva... es decir, para todos sus estudios de química, pues sin duda la 1 pasa por delante de la 5. Ahora, yo repito, yo no usaría estas tablas periódicas...

3.- Si usted fuera explicar algo de tabla periódica a alguien que sabe poca química, ¿cuál escogería?

Poca química... la 5, sin duda...

E.- ¿Y por qué?

Porque me permite explicarle lo que es básico de la tabla periódica, que es la ordenación de los elementos conocidos de acuerdo con el número atómico, permite que los elementos queden agrupados por similitud de comportamiento químico, y esto es lo que me permite ver esta tabla periódica. No complicaría... o sea, me permite ver las configuraciones electrónicas, y me permite hablar de grupos... Primero hablaría de los bloques, el bloque s, el bloque d, el bloque p, el bloque f... lo relacionaría con la configuración electrónica, y después evidentemente hablaría de propiedades de estos elementos y de la química de estos elementos. Y con esta tabla yo tendría suficiente y es suficientemente atractiva dentro de la elección que tengo, es suficientemente atractiva, yo me quedaría con esta.

Esta, la número 1, asusta más, porque hay muchos datos, y el alumno que empieza química no necesita el potencial de ionización, y el radio y el punto de fusión. Se puede introducir de una manera más ligera. Por lo tanto, yo lo haría con la 5.

4.- Con esa tabla periódica en la mano, ¿qué le explicaría? ¿sobre qué le hablaría?

Bueno, le diría que este es el eje central de la Química. Y que ordenar los elementos de acuerdo con su número atómico tiene este formato concreto. Que hay otros, porque no todas las tablas periódicas son en líneas paralelas. Y quizás le enseñaría alguna otra, como tú sabes, pero esta es la más común y además, ofrece más ventajas. Es la máxima posibilidad que tiene un químico de sistematizar sus conocimientos. Es como tener la llave de un edificio muy complejo. Esta es la llave... esta es la llave... y por tanto, yo creo que, igual que toda ciencia, después de una época de observación pasa a la fase de sistematización, la tabla periódica permitió sistematizar muchísimos conocimientos químicos. Y, por tanto, es como los cimientos del edificio, y por eso yo le diría que es muy útil y los químicos siempre la tenemos próxima. La tenemos colgada en la pared, en algún sitio estratégico para poder ir la mirando cuando hablamos con los colegas, y además, es cierto, la tabla periódica permite incorporar la información química que uno va adquiriendo. Entonces como que realmente el cerebro tiene unas limitaciones obvias y los conocimientos de hoy son muy amplios, pues es un arma fundamental para poder hacer esta sistematización.

5.- ¿Podría utilizar algún otro formato ...?

Bueno, este mismo formato que tú das, de poner un código de colores de acuerdo con la etimología del nombre, pues me parece que es una manera de mostrar que la tabla periódica nos puede permitir también hacer énfasis en una propiedad específica. De la naturaleza del óxido, si es ácido o básico, anfótero, o si la electronegatividad tiene un valor próximo a cero o próximo a cuatro en la escala de Pauling. Es decir, la tabla periódica, además, nos permite muchas otras representaciones de propiedades, y esta pues yo creo que es una de las posibles. Yo diría que, vista la tabla periódica 5, el pasar a la 1 y a la 3 es como hacer primero un cursillo de iniciación y después pasar a un cursillo ya de mayor nivel. Por tanto, no hay novedad, lo que pasa es que ahora hay más propiedades con unos valores numéricos que están incorporados a la tabla periódica.

Por lo tanto, yo, en cuanto a originalidad, después pondría esta (la 7). Y esta (la 6), yo no la quiero mezclar. Yo creo que la ciencia tiene aspectos muy agradables y muy satisfactorios, pero la ciencia no es un juego. Que nosotros, de vez en cuando nos la pasemos bien, tenemos absolutamente todo el derecho, pero no tiene que ver la ciencia con el chiste. Eso se puede hacer, y en la vida lo hemos de hacer, pero no dentro de una clase.

6.- ¿Usted considera que hay analogías encerradas en la tabla periódica?

Volvemos a preguntas que yo no capto...

E.- Yo no me refiero a las analogías que usted utilice para explicar la tabla periódica, si no, aquellas que usted considere que están en la tabla, por ejemplo, en los nombres de los elementos.

No, a ver, yo no soy tan sensible a la palabra analogía. O sea que, en este sentido quizá no soy la persona adecuada para contestar esta pregunta. Yo creo que cuando se empezó los intentos más serios de ordenar los elementos químicos, aquí el nombre de Mendeleiev ha de destacarse con toda claridad. Mendeleiev era una persona de unos conocimientos químicos muy importantes en su época. Mendeleiev pasó, mucho, mucho tiempo, pensando con los datos de los elementos que se tenían, datos que se refieren pues a puntos de fusión, a color, densidad, características de los óxidos que forman, y color, características de los hidruros, ácido, base, me refiero, y también coloración, y él con todo esto pensó se ha de encontrar una ordenación que nos permita que los elementos químicos que tienen propiedades próximas estén en esta ordenación colocados también de una manera próxima. Esto no le fue nada fácil. Mendeleiev jugó como planteando un juego de cartas, como un puzzle, de cierta manera. E ir pensando con todas estas cartas individuales, cada elemento tenía, vamos a decir, una carta, a hacer diferentes grupos y cómo ordenar esos diferentes elementos. Los podía haber ordenado por el punto de fusión del elemento en su estado elemental, por ejemplo. Pero él llegó a la conclusión que los tenía que ordenar por el peso atómico. Que, afortunadamente, después se ha visto que es una ordenación prácticamente paralela a la del número atómico y con eso se explica perfectamente. Pero Mendeleiev no buscaba analogías, Mendeleiev lo que buscaba era, yo diría, una química en serio. Pues Mendeleiev hace el paso de la observación experimental, que es la base de toda ciencia experimental... Es decir, antes de Mendeleiev, desde el 1800, Lavoisier, Dalton, más o menos, hasta 1850 se descubren elementos, se intenta conocer sus pesos atómicos, evidentemente se ensayan reacciones químicas sencillas. Entonces se va viendo que toda esta colección de datos necesita una sistematización, que es el segundo paso que hay en toda ciencia experimental. Y en este segundo paso, el protagonista, está claro, es Mendeleiev. Y por esto hace la tabla periódica. Mendeleiev tiene un mérito extraordinario, porque no sólo fue capaz de ordenar los elementos, sino de prever propiedades de elementos que no se conocían. Y esto, evidentemente fue fundamental, porque convenció a sus amigos, y a los que no eran tan amigos, y además, dio solidez a esta sistematización de la química. Todavía no se ha encontrado una mejor sistematización.

7.- ¿Otras analogías? Porque usted ahora me decía que era la llave de la puerta...

Bueno, en la vida real, claro que se pueden encontrar analogías, porque es normal... y además intentamos simplificar el proceso de aprendizaje. Porque por una parte, tiene sí una dificultad que es conceptual y por otra parte, también tiene un lenguaje que muchas veces es una barrera. Por lo tanto es normal que busquemos escoger un símil, pero yo esto elevarlo a la categoría de analogía...

8.- Tres preguntas... y por qué esas...

Pero a qué nivel se ha explicado...

E.- A nivel de primer año de universidad...

Es que hay miles de preguntas... **Y ¿qué quieres mirar? ¿El concepto de por qué los elementos están ordenados? ¿en base a qué están ordenados? O puedes ir a señalar qué propiedades caracteriza un bloque... y se puede hablar de mucho, la abundancia de los elementos, de elementos esenciales para los procesos biológicos, se puede hablar de estabilidad nuclear, se puede hablar de los compuestos de estos elementos, es decir, encuentro que hay tantas preguntas...**

E.- Pero tú tienes que escoger tres...

Bueno, una primera pregunta sería el eje de la ordenación de estos elementos, es decir, en qué se basa esta ordenación. Cómo varía a lo largo del elemento 1 al elemento 111, 112, es decir, que tuviera que relacionar que esta ordenación está ligada a la configuración electrónica del elemento. Bien, esta sería una pregunta... porque ahora formular toda la pregunta pues necesita un poco de tiempo ¿no? Por otra parte, pues la haría tipo test, la haría tipo respuesta múltiple, y esto no se organiza en un momento... pero, el eje de la primera pregunta sería, el eje de la ordenación actual, en la que se basa la química, ¿en qué consiste? ¿qué característica del elemento es la que realmente define esta ordenación?

La segunda sería algunas consecuencias de esta ordenación, es decir, por ejemplo, hay unos elementos que se denominan metálicos, hay unos no metálicos y hay otros que son semimetálicos. **Pues me referiría un poco a características físicas y químicas de estos tres bloques de elementos. O sea, un elemento dónde está situado en la tabla periódica, debe indicar una cosa.**

E.- ¿Por qué estas preguntas?

A ver, porque intento ir a lo que a mi me parece fundamental. Es decir, para una persona que sepa poco, ha de saber, ¡ah! ¡esto es una tabla periódica! ¿Y qué es una tabla periódica? Es una ordenación de los elementos de acuerdo con su número atómico y el número atómico da el número total de protones que hay en el núcleo y, por tanto, en último término la configuración electrónica de la capa de valencia. Y allí eso es lo que determina la química del elemento. Esto sería el objetivo de la primera pregunta. Sin preguntarlo así, claro. Preguntando... dando a eso.. o sea... Para mí, esto es fundamental, ¿esto qué es? Es una tabla periódica y, por tanto, es una ordenación.

Segunda pregunta: ¿Y para qué me sirve? ¿vale? Pues me sirve para saber. Cuando yo miro donde está colocado un elemento en la tabla periódica para saber un poco las características generales. Es decir, unas pinceladas... ¡ah! Este elemento será metálico. ¡Ah! ¿y qué quiere decir que sea metálico? Ya, y entonces debe de explicarse qué quiere decir que sea metálico. Este elemento tiene unas características. De conductividad electrónica, por ejemplo, un caso concreto de los elementos metálicos, son muy conductores de la electricidad en una fase condensada en las tres direcciones del espacio. Y eso es lo que define que un elemento sea metálico. Y después esto va unido a otras propiedades. En general serán elementos con potenciales de reducción negativos, serán elementos con potenciales de ionización bajos, con electronegatividades bajas, con en general óxidos básicos. Todo esto él lo ha de asociar. **Por lo tanto le daría una segunda pregunta en la que colocaría un elemento y lo**

obligaría a que me dijera alguna cosa de este elemento sólo con la posición que tiene en la tabla periódica, ¿vale?

Tercera cosa importante de la tabla periódica, los bloques. Y, seguramente, me iría a alguna pregunta del bloque d. Porque son metales, pero no son los mismos metales que hay en el bloque d a los que hay en el bloque p.

O sea, tú ves que hay tres niveles de preguntas. La tabla periódica qué es, para qué me sirve, y ahora voy a ir ya un objetivo un poco más de detalle. ¿Se parece en algo el molibdeno al calcio o al potasio? ¿o al estaño? ¿No decíamos que todos eran metales? ¿en qué se parecen y en qué no? Pero claro, todo esto depende del nivel de la explicación que he hecho. Es ir haciendo un zoom. Me aproximo cada vez más. Primero la veo de lejos, ¿vale? Y después voy a ir al detalle. Tanto detalle según lo que yo haya explicado. Se puede ser muy duro con la tabla periódica. Se puede coger un elemento con varios estados de oxidación. Por ejemplo, el manganeso, entonces aquí hay mucha química. Es decir, la idea también es que la tabla periódica no nos lo dice todo. Por esta misma idea del árbol genealógico. Sabemos de que familia es, pero bueno, todos no eran artistas, todos no eran buenos deportistas, todos no eran honrados, etc... etc... ¿no? Además un elemento tiene muchas posibilidades de comportamiento. Unas son las pautas generales, otra cosa es, realmente en la práctica este elemento cómo puede comportarse. Y esto, me parece que ya te lo dije en entrevistas anteriores, si hoy hay más de veinte millones de compuestos en base a cien elementos, evidentemente es que cada elemento tiene muchas posibilidades. Incluso diría que elementos que químicamente en el mundo mineral parece que son relativamente aburridos, por ejemplo, el calcio, resulta que en el mundo biológico son extremadamente versátiles. Que es en el mundo biológico donde se pone a prueba la química de cada elemento, ¿vale? Mucho más que en el mundo mineral. Por tanto, la tabla periódica, cuando vas haciendo un zoom, y te vas aproximando, te quedas fascinado. Ahora, todo esto no lo dice la tabla periódica, tú lo has incorporado a base de años, de ahondar tus conocimientos y lo incorporas en la tabla periódica.

9.- ¿qué es para usted un elemento?

Bueno, no es fácil, pero un elemento químico... no... aquello de la parte más pequeña, o sea... un elemento químico... Bueno, pues a ver, ahora quizás te diga una analogía, son los ladrillos con los que está construida la materia. Es decir, los elementos químicos son las unidades básicas de la materia, las unidades básicas de la materia, y cada elemento tiene unas características únicas. El conjunto de características es único. O sea, cada elemento tiene una individualidad y en base a estos más o menos cien elementos se puede explicar la constitución del mundo mineral y la constitución de los seres vivos, y de, en realidad, del planeta tierra.

10.- ¿es lo mismo elemento, átomo y sustancia simple?

Un elemento está formado por átomos. O sea, la parte más pequeña, como decir, medible, de un elemento es un átomo. Y sustancia simple, pues si una sustancia compuesta está formada por átomos diferentes, un elemento es una sustancia simple. Pero vamos, yo esto, no sé, a lo mejor tú no estás de acuerdo.

11.- Estoy haciendo un diccionario de química...

Pero yo no puedo improvisar una definición. Un diccionario es una definición.

E.- Claro, y yo quisiera que usted me definiera cada uno de estos tres conceptos.

Lo primero que haría sería mirar otros diccionarios. Hoy no se puede inventar casi nada. O sea que, los genios inventan, pero como que yo no estoy en este género, seguro que me iría mejor mirar en otros diccionarios. Entonces, definir elemento químico no es tan fácil. Ahora, que un elemento está formado por átomos, esto sí que me parece... y que el átomo es un conjunto de partículas. Pero es que incluso mejor que buscar un diccionario, quizá me iría a hablar con un físico nuclear o con un físico atómico nuclear. Es decir, hoy, ¿cuántas partículas tiene un átomo? ja... yo como químico, creo que me olvido de muchas ¿vale? Sustancia simple es fácil, ¿no? No le veo... No sé si metafísicamente hay más problemas, yo no se los veo...

E.- Entonces, la sustancia simple ¿sería qué?

La que está formada por un único tipo de átomo.

Comentario adicional:

El diamante y el grafito son el mismo elemento químico. Tienen una diferente forma de presentarse, según las condiciones en que se han formado.

No, pero con los isótopos es más complicado, porque tienen diferente número de neutrones y claro, la masa ya no es la misma, ¿eh?

Nosotros hacemos siempre la suposición cuando hablamos así, de manera simplista de que elemento químico, como dice Dalton, ¿no? Cada elemento está formado por átomos de la misma masa. Bueno, pues no es estrictamente así. Pero en cuanto a las propiedades químicas sí que básicamente es así. Que un elemento químico tiene unas propiedades que vienen marcadas por su configuración electrónica.

Pero para mí me parece mucho más atractivo decir que todo lo que observamos, todo lo que tenemos alrededor, incluso cosas que nosotros no podemos captar, porque la atmósfera tiene unos kilómetros. La tierra no es sólo la corteza que nosotros estamos pisando, y los organismos vivos pues tienen una riqueza y una diversidad impresionante. Pero todo esto, todo esto, si nosotros pudiéramos mirarlo con un microscopio de efecto túnel, todo en el fondo está formado por átomos y por tanto, está formado por elementos. O sea que en base a estos elementos se puede explicar muchísimas cosas relacionadas con nuestra existencia y con nuestra calidad de vida. **O sea, por eso yo digo que todo es química, porque una cosa es lo que observamos con los ojos, y otra cosa es lo que hay detrás de lo que uno puede ver con la vista, y lo que hay detrás son elementos químicos, son átomos de elementos químicos.**

Sí, yo acostumbro a preguntar a los alumnos qué características físicas (estado sólido, líquido, gas; incoloro o no; en polvo o cristalino, y otras según el curso) cabe esperar para los diferentes tipos de elementos y compuestos químicos. Por ejemplo, si necesitamos preparar una práctica partiendo de una sal de un metal de transición, de qué botellas del almacén me he de fijar y leer la etiqueta? De cuales no?

Anexo 6A

Tablas de coherencia

P1:

E.- ¿Podría, por favor, definirme lo que es un elemento?

Un elemento...un elemento es como la unidad... la unidad básica, sí, lo que tenemos aquí en la tabla periódica son las unidades básicas que forman la química. O sea, combinando estas unidades básicas se forman moléculas, y se forman iones, se forman compuestos grandes, son las unidades más pequeñas que se pueden encontrar, independientes, ¿no? Así los podíamos llamar átomos, los átomos... en la naturaleza encontramos estas unidades básicas que forman la química.

E.- ¿Es lo mismo átomo...?

Bueno, eh... sustancia simple sí es muy diferente de átomo y elemento...

Átomo y elemento pues son como muy sinónimos, ¿no? Porque aquí tenemos la tabla periódica de los elementos, ¿sí? los elementos que constituyen la materia que pueden ser desde el hidrógeno hasta el último que han descubierto... ahora, ese elemento corresponde a un átomo, aquí tenemos átomos...

E.- ¿y átomo?

Bueno, átomo ya es... volvemos otra vez, el átomo ya es individual, cuando hablamos de átomo ya hablamos es de una unidad, porque la sustancia podría tener muchos átomos. Por ejemplo, un gramo de litio, ahí sería una sustancia y ¿cuántos átomos hay ahí? Ahí hay millones de millones de millones...

E.- ¿y elemento?

Bueno, el elemento ya es como... el elemento sería como el símbolo, el elemento tiende a confundirse con el átomo, ¿no? el elemento ya es el nombre de la sustancia.

E.- Y si yo tengo por ejemplo, carbono 12 y carbono 14, ¿qué los hace distintos y qué los hace iguales?

Ah, bueno, ya... su masa atómica los hace diferente, su número másico también los hace diferentes, ya es su estructura nuclear, su estructura interna la que los hace diferentes...

E.- y ¿qué los hace iguales?

Ah, los hace iguales la estructura externa, la estructura electrónica externa, los hace iguales, lo que los hace diferentes es su constitución interna nuclear. Pienso yo.

E.- Entonces esos dos serían...

Son isótopos...

E.- Son isótopos, pero entonces serían... los dos son el mismo elemento...

Sí pero son átomos diferentes, átomos distintos, sustancias distintas, son el mismo elemento carbono... elemento carbono y son dos sustancias diferentes, entonces los isótopos son sustancias diferentes del mismo elemento...

E.- ¿Y el grafito y el diamante?

Bueno, ya serían variedades alotrópicas, grafito y diamante, grafito es una sustancia diferente del diamante.

E.- Pero todos siguen siendo carbono... ¿o no?

Sí, pero ya hay una estructura diferente. Entonces, la sustancia tiene unas características, una estructura, unas cosas muy especiales que ya no la tiene otro. Sí porque el carbono y el grafito son el mismo elemento, es cierto, pero su estructura es diferente, su estructura geométrica, su configuración es muy diferente.

E.- Entonces, resumiendo, un elemento ¿es qué?

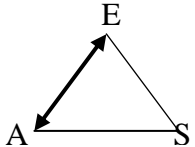
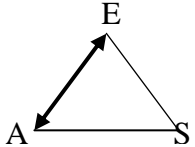
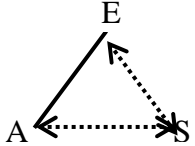
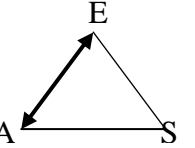
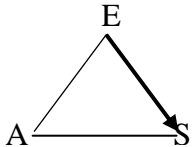
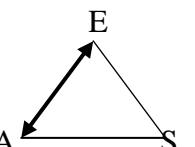
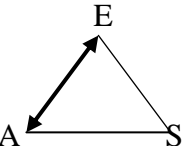
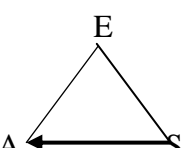
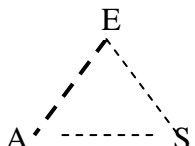
Entonces tenemos grafito y diamante, pertenecen al mismo elemento ¿sí? pero no son dos cosas iguales, no son dos entes químicos iguales, porque hay diferencias en la forma geométrica, en los enlaces, en las propiedades físicas, eso es sustancia. Tienen el mismo elemento pero diferentes propiedades físicas por tener diferente configuración geométrica o diferente estructura geométrica.

E.- y ¿los isótopos?

Los isótopos son aquellos que tienen todo igual menos el número de neutrones...

Esta información se desglosó en la tabla 5, asociando cada una de las ideas expuestas por P1 respecto a los conceptos elemento, átomo y sustancia simple con uno de los símbolos de la tabla 1.

| Momento | Símbolo de la relación | Texto correspondiente |
|---------|------------------------|--|
| 1 | | <i>...un elemento es como la unidad... la unidad básica...</i> |
| 2 | | <i>...son las unidades básicas que forman la química.</i> |

| | | |
|----|---|--|
| 3 |  | <p><i>...son las unidades más pequeñas que se pueden encontrar, independientes, ¿no?</i></p> |
| 4 |  | <p><i>Así los podíamos llamar átomos...</i></p> |
| 5 |  | <p><i>...sustancia simple sí es muy diferente de átomo y elemento...</i></p> |
| 6 |  | <p><i>Átomo y elemento pues son como muy sinónimos...</i></p> |
| 7 |  | <p><i>...los elementos que constituyen la materia...</i></p> |
| 8 |  | <p><i>...ese elemento corresponde a un átomo...</i></p> |
| 9 |  | <p><i>Aquí (en la tabla periódica) tenemos átomos...</i></p> |
| 10 |  | <p><i>...porque la sustancia podría tener muchos átomos...</i></p> |
| 11 |  | <p><i>...el elemento sería como el símbolo...</i></p> |

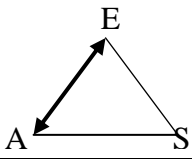
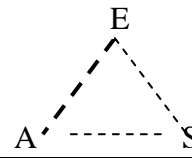
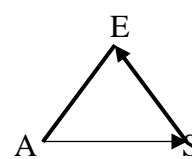
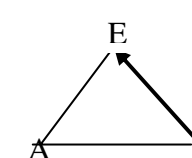
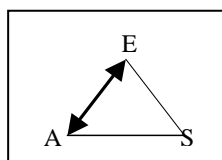
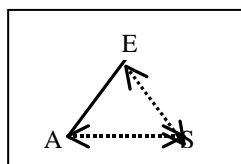
| | | |
|----|---|---|
| 12 |  | <i>...el elemento tiende a confundirse con el átomo...</i> |
| 13 |  | <i>...el elemento ya es el nombre de la sustancia.</i> |
| 14 |  | <i>...los isótopos son sustancias diferentes del mismo elemento...</i> |
| 15 |  | <i>Entonces tenemos grafito y diamante, pertenecen al mismo elemento...</i> |

Tabla 5

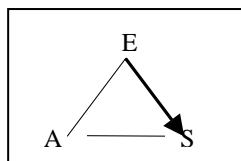
Durante los quince momentos en que P1 se refirió a los tres elementos estudiados, utilizó siete relaciones diferentes.



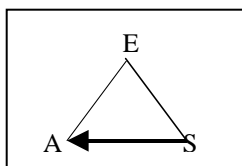
La relación 1, que identifica al elemento con el átomo, aparece en la tabla 5 ocho veces. En los momentos 1, 2, 3, 4, 6, 8 y 9 P1 manifiesta de una u otra forma que “Átomo y elemento pues son como muy sinónimos...” Sin embargo, en el momento 12, después de haber afirmado que “...el elemento sería como el símbolo...” ya no parece tan seguro de su posición, pues lo que manifiesta entonces es que “...el elemento tiende a confundirse con el átomo...”. Esta expresión da la sensación que la coherencia de su discurso se ha debilitado.



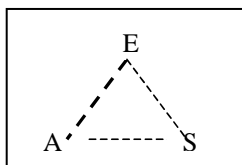
La relación 3 está de acuerdo con el hecho de que sustancia simple es distinta de elemento y de átomo. P1 lo dice explícitamente en el momento 5.



La relación 21 utilizada por P1 en el momento 7 refuerza lo manifestado hasta entonces en cuanto que elemento es sinónimo de átomo, y como tal, hace parte de la materia.

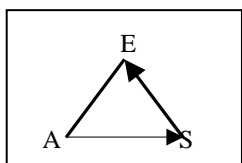


La relación 12 que aparece en el momento 10, indica que la sustancia simple está formada por muchos átomos de un mismo tipo, de un mismo elemento.



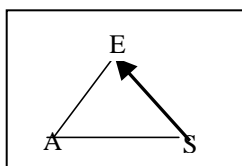
La relación 16 representa un concepto abstracto de elemento. En ella lo que se simboliza es que el concepto elemento no está asociado ni a átomo ni a sustancia simple. Como dice P1 en los momentos 11 y 13, “...el elemento sería como el símbolo...” o “...el nombre de la sustancia...” ..

Hasta este momento P1 había mantenido una posición coherente en su discurso en cuanto a la similitud entre elemento y átomo. Esta coherencia se pone en duda a partir de este momento de la entrevista.



La relación 9 conecta los tres conceptos de nuestro interés a través del concepto sustancia simple. Sin embargo, el planteamiento de P1 que los asocia en el momento 14 cuando expresa que: “...los isótopos son sustancias diferentes del mismo elemento...” no es del todo cierto, ya que la mayoría de las sustancias simples están constituidas por más de un isótopo.

Los isótopos son átomos diferentes de un mismo elemento, pero no se encuentran formando sustancias diferentes.



La relación 22 está bien usada por P1 en el momento 15, ya que efectivamente diamante y grafito son un ejemplo de distintas formas alotrópicas de un mismo elemento.

La tabla 6 resume las relaciones presentes en esta parte de la entrevista de P1, su frecuencia y los momentos en que son empleadas.

| Símbolo de la relación | Frecuencia | Momentos |
|------------------------|------------|-------------------|
| | 8 | 1,2,3,4,6, 8,9,12 |
| | 1 | 5 |

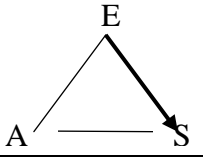
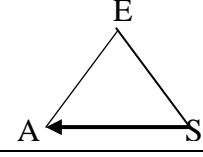
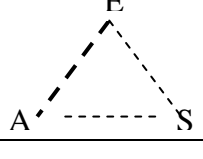
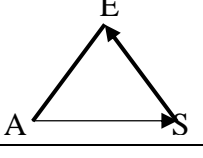
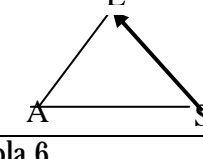
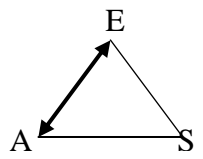
| | | |
|---|---|--------|
|  | 1 | 7 |
|  | 1 | 10 |
|  | 2 | 11, 13 |
|  | 1 | 14 |
|  | 1 | 15 |

Tabla 6

La Tabla 7 permite seguir la línea del discurso de P1 a lo largo de la entrevista. Como se puede apreciar, su posición era coherente hasta el momento 10. Los momentos 11 y 13 rompen esta coherencia. La respuesta correspondiente al momento 12, como ya se mencionó, deja la duda de si realmente P1 considera que elemento es sinónimo de átomo, o si sólo se trata de un concepto abstracto asociado al símbolo, o como dijo después “el nombre de la sustancia”.

| Símbolo de la relación | Momentos | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|  | x | x | x | x | | x | | x | x | | | x | | | |

P2:

E.- ¿Podría, por favor, definirme lo que es un elemento?

Humm... esa pregunta es capciosa, pero yo respondería que un elemento es una sustancia formada por un solo tipo de átomo.

E.- ¿Considera usted que es lo mismo elemento, átomo y sustancia simple?

No... para mí, cuando yo pienso en elemento, yo pienso en la sustancia simple. O sea, elemento y sustancia simple sería lo mismo para mí. Pero elemento y átomo, no. Elemento es la sustancia que uno encuentra en la naturaleza, que uno sabe o que uno averigua que no la puede descomponer en partes más simples. Pero, cuando uno habla de descomponerla, se refiere a otras sustancias, no se refiere a descomponerla en átomos a partir de los cuales se forman los elementos, pero un átomo no es un elemento, me parece a mí.

E.- ¿Podría por favor definirme elemento, átomo y sustancia simple?

Bueno yo definiría elemento como una sustancia formada por un solo tipo de átomo. Punto. Átomo lo definiría como un ente estable conformado por un núcleo y un número de electrones ligados a ese núcleo. Para mí sustancia simple es lo mismo que elemento.

E.- Y ¿qué pasa entonces cuando uno tiene isótopos?

Sí, usted tiene razón. Cuando uno habla... o sea, las definiciones que yo he dado implican una definición previa. La definición de elemento implica una definición previa de átomo, y cuando definí átomo usé la palabra núcleo. Entonces, tendríamos que entrar a definir el núcleo, y lo que... para la química lo que diferencia un núcleo del otro, es el número de protones, o sea, el número atómico. Entonces, habría también que especificar eso. O sea, químicamente, dos núcleos con el mismo número de protones son equivalentes, pero si tienen diferente número de protones, entonces no lo son. Entonces, los isótopos tienen las mismas propiedades químicas.

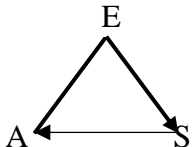
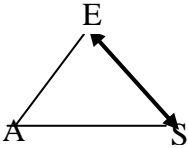
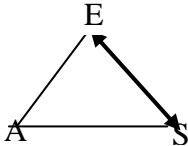
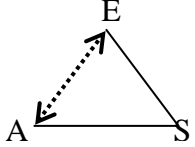
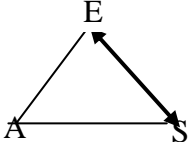
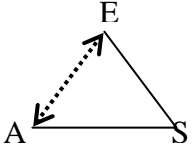
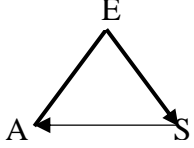
E.- O sea, un elemento formado por átomos iguales... o sea, que tengan el mismo número atómico, aunque sean isótopos distintos. Bueno, y si elemento y sustancia simple son lo mismo, ¿qué pasa con los alótropos? Por ejemplo, grafito y diamante... Porque son sustancias elementales diferentes, con propiedades diferentes...

Pero son el mismo elemento. Por ejemplo, hay potasio blanco y me parece que el otro es potasio negro, si mal no recuerdo, tienen estructuras cristalinas... o lo mismo con el azufre, no importa eso, creo que uno es S ocho, y el otro es S algo distinto... bueno... pero están formados por el mismo elemento, y no se pueden descomponer en sustancias más simples, entonces cabría dentro de la definición...

Yo pondría, elemento, sustancia formada por un solo tipo de átomo y pondría un asterisco en el átomo o algo así para indicar que hay que ir a mirar qué es átomo. Entonces, en átomo, de acuerdo a la discusión que acabamos de tener, yo diría que un átomo está caracterizado por un núcleo, que a su vez está caracterizado por su número atómico, que es su número de protones, y un enjambre de electrones, que están organizados alrededor de ese núcleo central formando una estructura estable. Pues, sustancia simple es lo mismo que elemento, sólo que

allí uno está haciendo énfasis en la operación química de descomponer, pero... Una sustancia simple yo la definiría como una sustancia que no se puede descomponer en sustancias más simples, pero esa definición realmente es circular, porque si yo digo que una sustancia simple es la que no se puede descomponer en sustancias más simples, estoy usando lo que quiero definir dentro de la misma definición. Entonces, a mí por eso... yo preferiría decir que sustancia simple y elemento es lo mismo.

Para comenzar el análisis de la entrevista de P2, esta se transfirió a la tabla 8.

| Momento | Símbolo de la relación | Texto correspondiente |
|---------|---|--|
| 1 |  | <i>...un elemento es una sustancia formada por un solo tipo de átomo.</i> |
| 2 |  | <i>...cuando yo pienso en elemento, yo pienso en la sustancia simple.</i> |
| 3 |  | <i>O sea, elemento y sustancia simple sería lo mismo para mí.</i> |
| 4 |  | <i>Pero elemento y átomo, no.</i> |
| 5 |  | <i>Elemento es la sustancia que uno encuentra en la naturaleza, que uno sabe o que uno averigua que no la puede descomponer en partes más simples.</i> |
| 6 |  | <i>...un átomo no es un elemento, me parece a mí.</i> |
| 7 |  | <i>...elemento como una sustancia formada por un solo tipo de átomo...</i> |

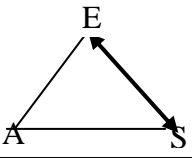
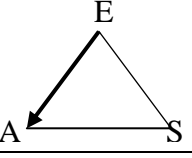
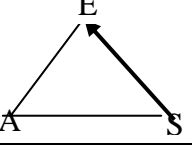
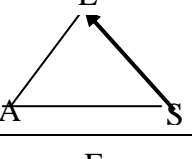
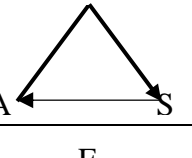
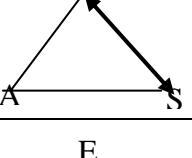
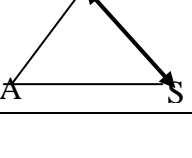
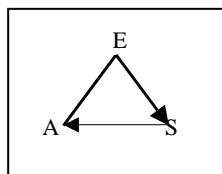
| | | |
|----|---|--|
| 8 |  | <i>Para mí sustancia simple es lo mismo que elemento...</i> |
| 9 |  | <i>La definición de elemento implica una definición previa de átomo.</i> |
| 10 |  | <i>(Por ejemplo, grafito y diamante... son sustancias elementales diferentes, con propiedades diferentes...) Pero son el mismo elemento.</i> |
| 11 |  | <i>...o lo mismo con el azufre[...]pero están formados por el mismo elemento...</i> |
| 12 |  | <i>...elemento, sustancia formada por un solo tipo de átomo</i> |
| 13 |  | <i>...sustancia simple es lo mismo que elemento...</i> |
| 14 |  | <i>...yo preferiría decir que sustancia simple y elemento es lo mismo.</i> |

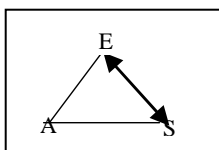
Tabla 8

Una primera mirada a la tabla 8 sugiere que P2 tiene una visión sustancialista, es decir, para P2 elemento y sustancia simple son una misma cosa.

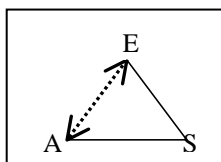
A continuación realizamos un análisis de la coherencia de las relaciones utilizadas por P2.



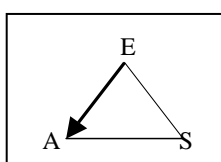
La relación 27, utilizada por P2 en los momentos 1, 7 y 12 de la entrevista, describe un elemento como una sustancia compuesta por un tipo de átomo, lo cual, como ya se ha comentado, pone en evidencia su visión de elemento como sustancia.



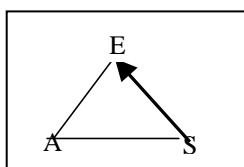
La relación 29, expuesta explícitamente por P2 en los momentos 2, 3, 5, 8, 13 y 14 ratifica su pensamiento en cuanto a que elemento y sustancia simple son lo mismo.



La relación 28, que indica que elemento es distinto que átomo, la utiliza P2 en los momentos 4 y 6, reforzando así su posición.



La relación 4 es aludida por P2 en el momento 9 cuando dice que: “La definición de elemento implica una definición previa de átomo.” Esta manifestación es correcta en cuanto que un elemento está definido, en últimas, por su número atómico, el cual es una característica del átomo.



La relación 22 aparece en los momentos 10 y 11 cuando P2 se refiere a que las distintas formas alotrópicas están formadas por un mismo elemento.

La tabla 9 contiene las relaciones, frecuencias y momentos en que son encontrados en esta parte de la entrevista de P2.

| Símbolo de la relación | Frecuencia | Momentos |
|------------------------|------------|------------------|
| | 3 | 1,7,12 |
| | 6 | 2,3,5,8 13,14 |
| | 2 | 4,6 |

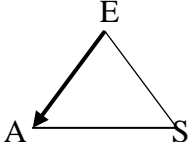
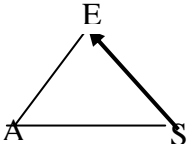
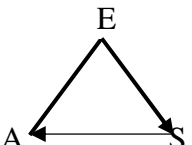
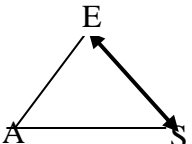
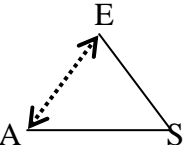
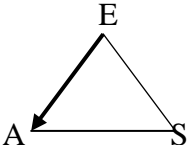
| | | |
|---|---|-------|
|  | 1 | 9 |
|  | 2 | 10,11 |

Tabla 9

La tabla 10 resume el discurso de P2, mostrando su posición coherente con sus propias concepciones de elemento.

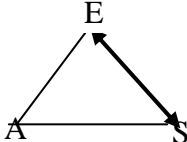
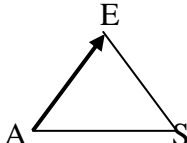
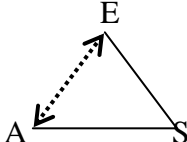
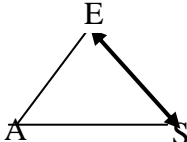
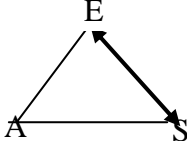
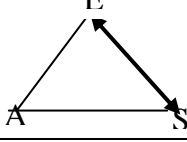
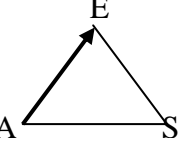
| Símbolo de la relación | Momentos | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|  | x | | | | | | x | | | | | x | | |
|  | | x | x | | x | | | x | | | | | x | x |
|  | | | | x | | x | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | x | | | | | |

la otra es...sustancia simple ¿es lo mismo que elemental, cierto? Sustancia simple...Pues sería también un elemento ¿no? Sustancia simple o elemental ¿no? (no entiendo)

E.- Entonces, ¿esas dos cosas serán iguales?

Sí. Esas sí... sustancia simple o elemental... pienso que sí.

Tal como en los otros casos, la entrevista fue desglosada momento a momento en la tabla 11.

| Momento | Símbolo de la relación | Texto correspondiente |
|---------|---|--|
| 1 |  | <i>...elemento es una sustancia pura...</i> |
| 2 |  | <i>...un grupo de átomos forma un elemento...</i> |
| 3 |  | <i>Porque el asunto de la masa es la sola diferencia entre átomo y elemento.</i> |
| 4 |  | <i>Un elemento es una sustancia simple.</i> |
| 5 |  | <i>...elemento es una sustancia pura...</i> |
| 6 |  | <i>...es una sustancia elemental pura...</i> |
| 7 |  | <i>Átomo es la mínima parte de ese elemento que tiene una identidad propia como tal.</i> |

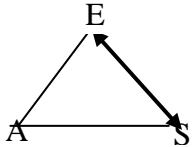
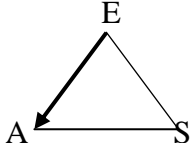
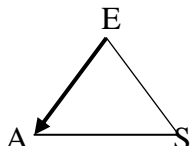
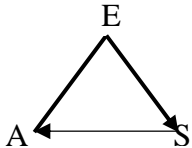
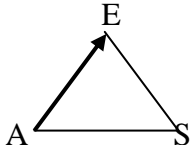
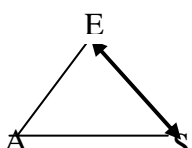
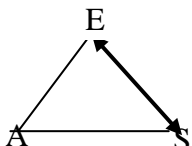
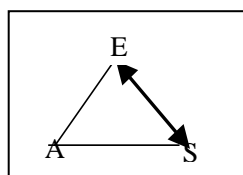
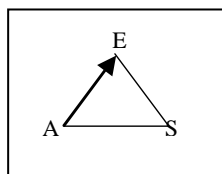
| | | |
|----|---|---|
| 8 |  | <i>Sustancia elemental es lo mismo que elemento...</i> |
| 9 |  | <i>...el elemento son átomos de la misma clase..</i> |
| 10 |  | <i>Aunque el elemento tenga una combinación de diferentes números de masa, ¿no? de diferentes isótopos... ¿sería lo mismo o no?</i> |
| 11 |  | <i>...elemento es una sustancia pura o elemental que está compuesta por átomos de la misma clase..</i> |
| 12 |  | <i>Un átomo es la mínima parte de un elemento...</i> |
| 13 |  | <i>Sustancia simple...Pues sería también un elemento...</i> |
| 14 |  | <i>Esas sí... sustancia simple o elemental... pienso que sí.</i> |

Tabla 11

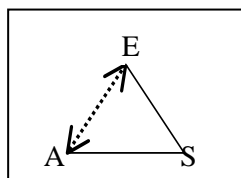
Como en el caso de P2, lo primero que sugiere la tabla 11 es que P3 también tiene una visión de sustancia frente al concepto elemento. Las relaciones referidas por P3 se analizan a continuación.



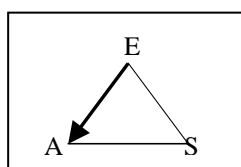
La relación 29 aparece 7 veces en el discurso de P3. desde los primeros momentos, 2, 3, 5, 6 y 8, hasta terminar la entrevista en los momentos 13 y 14, confirmando así su coherencia con su visión de sustancia.



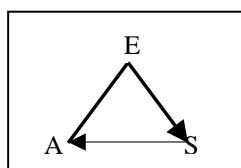
La relación 5, presente en los momentos 2, 7 y 12 es utilizada en dos sentidos diferentes. En el momento 2, la afirmación de P3 manifiesta que: “...un grupo de átomos forma un elemento...” ratificando que el elemento es lo “macro”, la sustancia, como había dicho inicialmente, constituido por átomos. En cambio, en los momentos 7 y 12, la relación es utilizada para indicar que un átomo es la mínima parte de un elemento.



La relación 28, que aparece en el momento 3, es coherente con el planteamiento de P3, quien considera que elemento es lo mismo que sustancia simple y, por ende, diferente de átomo.

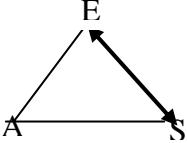
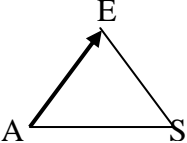
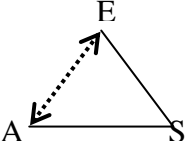


La relación 4, es aludida por P3 en los momentos 9 y 10 al manifestar que: “...el elemento son átomos de la misma clase [...] Aunque el elemento tenga una combinación de diferentes números de masa...”



La relación 27, es planteada explícitamente por P3, en el momento 11, terminando la entrevista y ratificando su concepción de que: “...elemento es una sustancia pura o elemental que está compuesta por átomos de la misma clase...”

La tabla 12 muestra las relaciones, frecuencias y momentos presentes en la entrevista de P3.

| Símbolo de la relación | Frecuencia | Momentos |
|---|------------|-----------------|
|  | 7 | 1,4,5,6,8,13,14 |
|  | 3 | 2, 7, 12 |
|  | 1 | 3 |

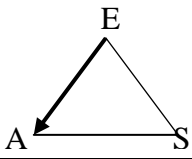
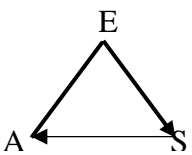
| | | |
|---|---|-------|
|  | 2 | 9, 10 |
|  | 1 | 11 |

Tabla 12

La tabla 13 permite seguir el discurso de P3 a lo largo de la entrevista. En ella se puede constatar que P3 es coherente con su posición desde el principio hasta el final.

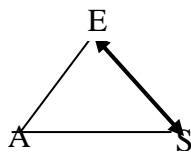
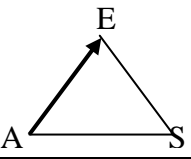
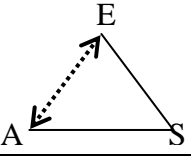
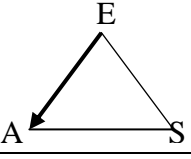
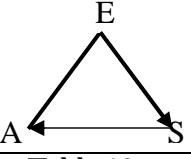
| Símbolo de la relación | Momentos | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|  | x | | | x | x | x | | x | | | | | x | x |
|  | | x | | | | | x | | | | x | | | |
|  | | | x | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | x | x | | | | |
|  | | | | | | | | | | | x | | | |

Tabla 13

P4:

E.- ¿Podría, por favor definirme qué es para usted un elemento?

Un elemento químico... un elemento químico es el que está constituyendo la materia. Ahora hay una relación íntima entre lo que es el elemento químico como tal, porque por ejemplo, uno habla de la materia, por ejemplo para el caso del azufre, uno habla del elemento azufre, y resulta que el elemento azufre no es un solo átomo, sino varios átomos enlazados, porque el azufre es S ocho, ¿sí? por ejemplo, pero si habla del elemento litio, litio es un solo... tú consideras una expresión de que tienes un mol de átomos de litio, mientras que acá tienes ocho moles de átomos de azufre, ¿sí? Entonces cuando uno habla de elemento está entrelazando el concepto de átomo y elemento realmente, ¿sí?, entonces definir exactamente qué es un elemento queda como hummm... Porque hablas del elemento fósforo y tienes cuatro átomos unidos... pues yo no sabría exactamente definir un elemento...

E.- ¿Considera que es lo mismo elemento y sustancia simple?

Elemento, átomo y sustancia simple... humm... no...

E.- ¿Podría, por favor, definirme elemento, átomo y sustancia simple?

Ay, no... porque es que el elemento está constituido por átomos, si uno habla de... en ese sentido ¿sí?

E.- y la sustancia simple ¿qué vendría siendo? Porque, por ejemplo, si yo tengo carbono doce y carbono catorce o carbono diamante y carbono grafito, todos son carbono, ¿o no?

Pues si uno lo mira desde el punto de vista de que no se separe, esa sería la sustancia simple. Por ejemplo, el fósforo, fósforo cuatro, esa sería la sustancia simple para el fósforo. Azufre ocho, sustancia simple ¿sí? Hummm... pero si uno ve, por ejemplo, el litio, el litio en estado sólido está constituido por una cantidad de átomos de litio...

E.- Y entonces ¿cuál sería la definición de átomo? ¿átomo es lo mismo que elemento?

Pues si lo miramos desde... bueno, podría ser...

E.- ¿qué cree usted que debo escribir en mi diccionario para átomo, elemento y sustancia simple?

(risas)... Los elementos pueden estar constituidos por átomos, o están constituidos por átomos. Eso sería el elemento.

E.- Pero esos átomos tienen que tener una característica particular.
Claro.

E.- y ¿los átomos?

Los átomos... pues que están constituidos por un número de neutrones y protones definido para cada elemento, ¿no? Vuelvo y enlace.

E.- ¿Y la sustancia simple?

Pues la mínima expresión de esos elementos que pueden existir, o sea, que de ahí para allá no se pueden separar, ¿sí?. Si yo me pongo en ese intríngulis de separar cada una de las cosas... así... porque, por ejemplo, si uno habla de carbono grafito, carbono diamante, ambos serían elementos, ¿sí?, que uno trabaja normalmente carbono grafito, porque es el que está natural, ¿sí? pero el carbono diamante, también, sólo que las estructuras son distintas, ¿sí? Sin embargo, el carbono grafito son seis átomos enlazados octahédricamente, y el otro... ve, perdón, hexagonalmente, pero el otro es tetrahedro... ¿sí? Ambos son elementos, en estados distintos, pero ambos son elementos naturales y hasta ahora se pueden conseguir artificialmente también, y ¿entonces?

Ante esa pregunta, en estos momentos, ¿cómo hace uno para hacer la distinción cuando ya estamos hablando de otras partículas dentro del mismo átomo?

Como en todos los casos, la entrevista de P4 se volcó en la tabla 14.

| Momento | Símbolo de la relación | Texto correspondiente |
|---------|------------------------|--|
| 1 | | <i>... un elemento químico es el que está constituyendo la materia.</i> |
| 2 | | <i>Ahora hay una relación íntima entre lo que es el elemento químico como tal, porque por ejemplo, uno habla de la materia, por ejemplo para el caso del azufre, uno habla del elemento azufre..</i> |
| 3 | | <i>...cuando uno habla de elemento está entrelazando el concepto de átomo y elemento realmente..</i> |
| 4 | | <i>...yo no sabría exactamente definir un elemento...</i> |

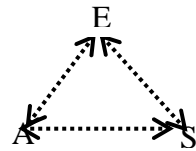
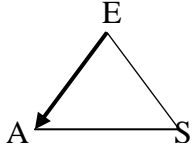
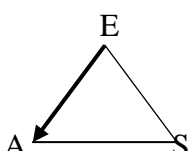
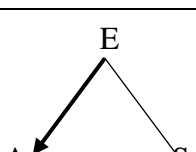
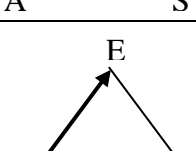
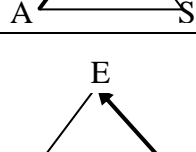
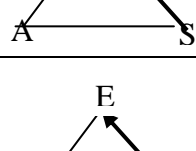
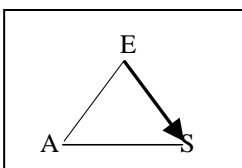
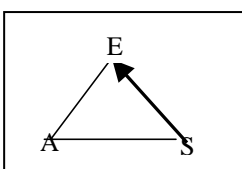
| | | |
|----|---|--|
| 5 |  | <i>Elemento, átomo y sustancia simple... humm... no...</i> |
| 6 |  | <i>...el elemento está constituido por átomos...</i> |
| 7 |  | <i>Los elementos pueden estar constituidos por átomos...</i> |
| 8 |  | <i>...están constituidos por átomos...</i> |
| 9 |  | <i>Los átomos... pues que están constituidos por un número de neutrones y protones definido para cada elemento...</i> |
| 10 |  | <i>Y la sustancia simple? Pues la mínima expresión de esos elementos que pueden existir, o sea, que de ahí para allá no se pueden separar,</i> |
| 11 |  | <i>...si uno habla de carbono grafito, carbono diamante, ambos serían elementos...</i> |

Tabla 14

La posición de P4 está declarada en el momento 4 cuando expresa que: “...yo no sabría exactamente definir un elemento...”. Esta afirmación se trasluce visualmente en las relaciones presentes en la tabla 14, que se analizan a continuación.

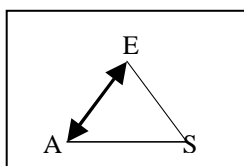


La relación 21, que asocia el concepto elemento con el de sustancia simple aparece en el primer momento de la entrevista de P4, cuando dice que: “... un elemento químico es el que está constituyendo la materia”. Esta aseveración sugiere que elemento tiene carácter de una parte, de un todo. Evoca la idea de átomo.

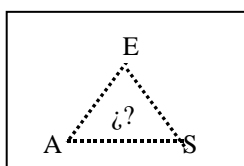


La relación 22 aparece en tres momentos. En el momento 2, lo que

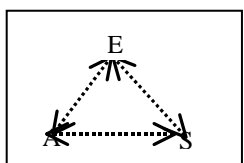
sugiere P4 es que sustancia y elemento serían una misma cosa. En el momento 10 aparece una confusión entre átomo y sustancia simple y entre sustancia simple y elemento. Respecto a la sustancia simple, P4 expresa que: “*Pues (es) la mínima expresión de esos elementos que pueden existir, o sea, que de ahí para allá no se pueden separar...*” Sin embargo, la mínima expresión de un elemento es el átomo y no la sustancia simple como afirma P4. De nuevo, en la segunda parte de la frase se sugiere que elemento y sustancia simple sería aquello que no se puede separar. Finalmente, en el momento 11, esta relación se encuentra aludida para indicar que los alótropos son estructuras distintas del mismo elemento.



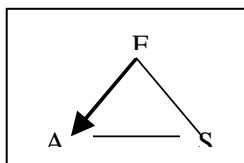
La relación 1, aparece en el momento 3, asociando estrechamente los conceptos elemento y átomo.



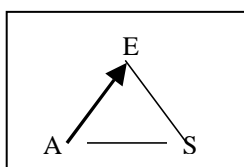
La relación 17 es expresada por P4 en el momento 4 al decir: “*...yo no sabría exactamente definir un elemento...*” Podríamos considerar que se trata del comienzo de un proceso metacognitivo a través del cual P4 se hace conciente de la importancia de tener claridad sobre los conceptos que aparecen desde los primeros cursos de química, y sobre los cuales, a pesar de su uso cotidiano, no se reflexiona suficientemente.



La relación 19, manifiesta en el momento 5, considera que los tres conceptos en cuestión son diferentes entre sí, como efectivamente lo son.



La relación 4 aparece en los momentos 6, 7 y 8. Al afirmar que “*los elementos están constituidos por átomos*” aflora de nuevo la idea que el elemento es lo mismo que la sustancia simple.



La relación 5, se encuentra asociando el concepto de átomo al de elemento, en el momento 9

La tabla 15 recoge las relaciones, frecuencias y momentos en la entrevista de P4.

| Símbolo de la relación | Frecuencia | Momentos |
|------------------------|------------|----------|
|------------------------|------------|----------|

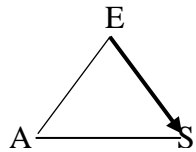
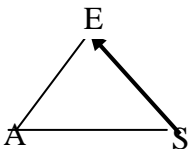
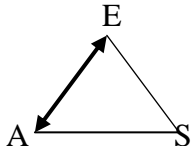
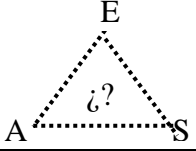
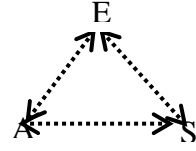
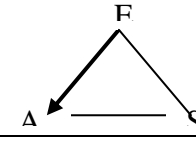
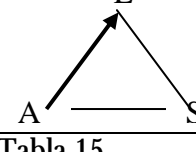
| | | |
|---|---|---------|
|  | 1 | 1 |
|  | 3 | 2,10,11 |
|  | 1 | 3 |
|  | 1 | 4 |
|  | 1 | 5 |
|  | 3 | 6,7,8 |
|  | 1 | 9 |

Tabla 15

La tabla 16 refleja la incoherencia de P4, consecuencia de lo manifestado en el momento 4 de la entrevista : “...yo no sabría exactamente definir un elemento...”

| Símbolo de la relación | Momentos | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | | | | | | | | | | | |

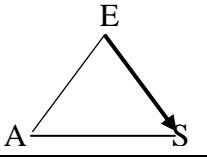
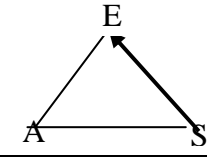
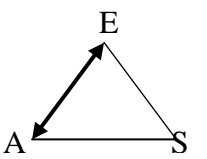
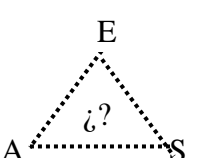
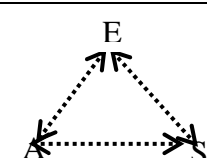
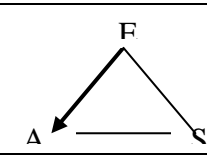
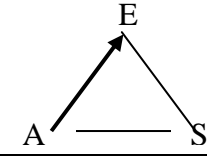
| | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|
|  | x | | | | | | | | | | | |
|  | | x | | | | | | | | x | x | |
|  | | | x | | | | | | | | | |
|  | | | | x | | | | | | | | |
|  | | | | | x | | | | | | | |
|  | | | | | | x | x | x | | | | |
|  | | | | | | | | | x | | | |

Tabla 16

P7 fue el primer profesor entrevistado. La entrevista se realizó en su oficina y, a pesar de varias interrupciones inevitables, mantuvo un discurso coherente todo el tiempo.

A continuación se transcribe el fragmento relacionado con los tres conceptos en mención.

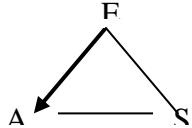
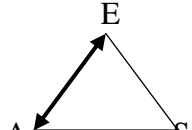
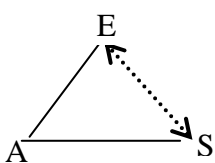
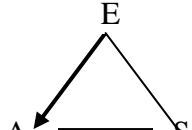
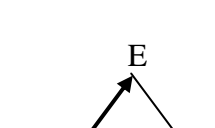
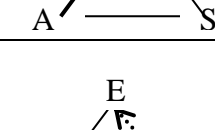
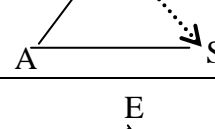
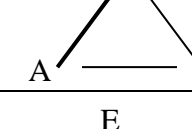
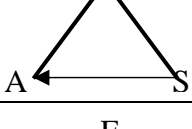
E.- ¿Podrías definirme lo que es para ti un elemento?

“Definir un elemento... si porque uno da la definición en términos de la pregunta, y eso es como... un concepto de elemento está digamos muy relacionado digamos con el concepto de átomos...eh... no está...digamos, para mí un concepto de elemento es un concepto microscópico antes que un concepto macroscópico, está más definido en términos pues de... nuevamente bajo la definición de cuántos electrones protones hay en una determinada estructura de un átomo, ¿sí? Y eso lo hace clasificar como un átomo de un elemento o de otro. Yo no uso el concepto elemento eh... para hablar de... digamos de cantidades macro de una especie, así sea elemental, porque en primer lugar, típicamente en forma natural y en la gran mayoría de aplicaciones, los átomos de ese elemento vienen combinados ¿sí? Formando moléculas o formando estructuras iónicas, o lo que quieras... eh... y en segundo lugar, porque a pesar de que hay digamos relaciones...así el material que uno tenga en una cierta cantidad macro esté formado por exclusivamente por átomos de un solo elemento, o sea una sustancia macro elemental, las propiedades de las partículas atómicas y las propiedades de la estructura macro, hay diferencias entre las propiedades, cuando pasas del mundo micro, del mundo digamos nano, de la escala nano a la escala de los milímetros hacia arriba, hay diferencias...”

E.- ¿consideras que es lo mismo átomo, elemento y sustancia simple?

“No, es decir, para mí de todos modos el concepto de elemento y átomos están ligados, ¿sí? En el sentido en que átomo es una estructura, aunque es otro de mis problemas con el concepto de estructura que se define a partir de sus propiedades. Para mí entonces un elemento es definido sencillamente como una estructura atómica diferenciada de otros átomos, que se diferencia de otros átomos, o sea un elemento es una estructura atómica caracterizada por tener un número atómico N y un número n de electrones y un número n de protones. Átomo es una de esas estructuras de ese elemento, pero el concepto de sustancia simple para mí es un concepto macro, no es un concepto micro y nanoscópico ni subnanoscópico, es un concepto mucho más macro. Y eso sí, la interpretación de eso sí es a libre albedrío porque ¿qué se entiende por una sustancia simple? ¿Una sustancia que está formada por átomos del mismo elemento? ¿sí? y que en consecuencia digamos una porción de materia suficientemente grande, una cierta cantidad de materia suficientemente grande, un número grande de átomos de un mismo elemento ¿sí? O una sustancia simple uno podría también entender como una estructura molecular en la que ya no hay átomos de un mismo elemento sino que puede haber átomos de dos elementos...no sé... Para mí el concepto, digamos, de sustancia simple se refiere más a, de pronto, a una estructura macroscópica hecha de átomos de un mismo elemento, mas no se refiere a un elemento.”

La tabla 17 recoge todos los momentos en que P7 aludió a los tres conceptos y las relaciones que establece entre ellos.

| Momento | Símbolo de la relación | Texto correspondiente |
|---------|---|--|
| 1 |  | <i>"... un concepto de elemento está digamos muy relacionado con el concepto de átomos."</i> |
| 2 |  | <i>"...un concepto de elemento es un concepto microscópico..."</i> |
| 3 |  | <i>"...antes que un concepto macroscópico..."</i> |
| 4 |  | <i>"(elemento) está más definido en términos de la definición de cuántos electrones, protones hay en una determinada estructura de un átomo..."</i> |
| 5 |  | <i>"...eso lo hace clasificar como un átomo de un elemento..."</i> |
| 6 |  | <i>"Yo no uso el concepto elemento para hablar de cantidades macro de una especie, así sea elemental..."</i> |
| 7 |  | <i>"...los átomos de ese elemento vienen combinados..."</i> |
| 8 |  | <i>"... así el material que uno tenga en una cierta cantidad macro esté formado por exclusivamente por átomos de un solo elemento, o sea una sustancia macro elemental..."</i> |
| 9 |  | <i>"... las propiedades de las partículas atómicas y las propiedades de la estructura macro, hay diferencias entre las propiedades..."</i> |

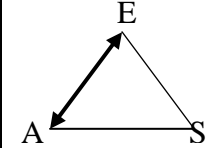
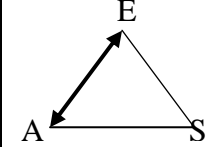
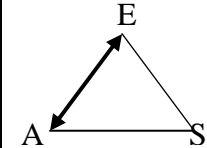
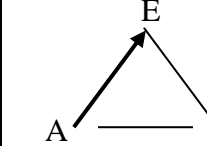
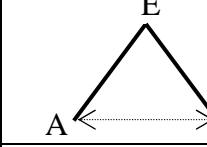
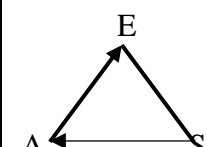
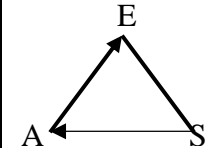
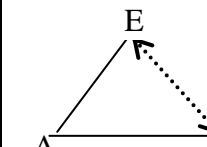
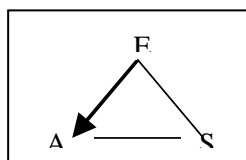
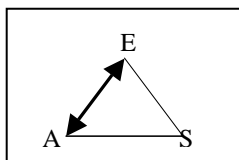
| | | |
|----|---|---|
| 10 |  | <i>"...el concepto de elemento y átomos están ligados..."</i> |
| 11 |  | <i>"...un elemento es definido sencillamente como una estructura atómica..."</i> |
| 12 |  | <i>"...un elemento es una estructura atómica caracterizada por tener un número atómico N y un número n de electrones y un número n de protones."</i> |
| 13 |  | <i>"Átomo es una de esas estructuras de ese elemento..."</i> |
| 14 |  | <i>"... el concepto de sustancia simple para mí es un concepto macro, no es un concepto micro y nanoscópico ni subnanoscópico, es un concepto mucho más macro."</i> |
| 15 |  | <i>"(sustancia simple) ¿Una sustancia que está formada por átomos del mismo elemento?"</i> |
| 16 |  | <i>"...sustancia simple se refiere a una estructura macroscópica hecha de átomos de un mismo elemento..."</i> |
| 17 |  | <i>"(sustancia simple) no se refiere a un elemento."</i> |

Tabla 17

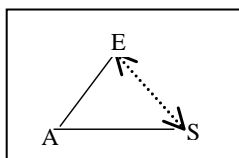
Las relaciones utilizadas por P7, acordes con el carácter de átomo del concepto elemento, se detallan a continuación. Estas relaciones están numeradas según aparecen en la tabla 1.



La relación 4, que aparece en los momentos 1 y 4, define el elemento en términos del concepto átomo.

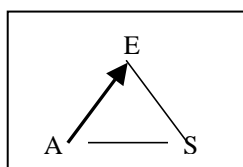


La relación 1 plantea una correspondencia entre los conceptos elemento y átomo. Este planteamiento, de alguna manera acorde con lo planteado por Mendeleiev en el sentido de que “*elemento evoca la idea de átomo*” está presente en los momentos 2, 10, 11 y 12.

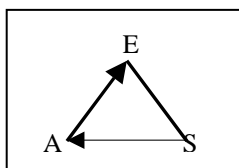


La relación 2, complementaria de la 1, manifiesta que elemento y sustancia simple son dos cosas distintas. En los momentos 3, 6 y 17, P7 se refiere a esta diferencia.

La relación 5 P7 se refiere a esta define átomo caracterizadas por

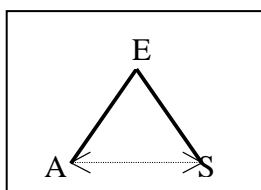


asocia el concepto de átomo con el de elemento. situación en los momentos 5, 7 y 13 cuando como una de las estructuras del elemento su composición nuclear.



La relación 10 define la sustancia simple en términos de átomos de un mismo elemento, lo cual es absolutamente consistente con las definiciones aceptadas en este trabajo. En los momentos 8, 15 y 16, P7 define sustancia simple como: “*...sustancia simple se refiere a una estructura macroscópica hecha de átomos de un mismo elemento...*”.

Si recordamos la definición de elemento de Bullejos et al. (1995): “*...elemento es una clase de átomos de los que suponemos, según la teoría atómica, que están compuestas las sustancias.*” Podemos considerar que las dos son equivalentes, con la única diferencia que P7 define el todo en función de sus partes, mientras que Bullejos et al. definen las partes que conforman el todo.



La relación 6 establece las diferencias en las propiedades del átomo y de la sustancia simple. P7 alude a este hecho en los momentos 9 y 14.

La tabla 18 resume las relaciones mencionadas por P7 durante el fragmento de la entrevista dirigido a obtener las definiciones de elemento, átomo y sustancia simple. En ella se observa la frecuencia con que se refirió a cada una. Ella corrobora que en siete intervenciones, de los diecisiete momentos totales P7 ratificó que elemento es sinónimo de átomo mas no de sustancia simple, cinco estableció relaciones entre el concepto de elemento y el de átomo, tres definió sustancia simple como: “*una estructura macroscópica hecha de átomos de un mismo elemento...*”. Y, finalmente, en dos ocasiones dejó en claro que las propiedades de la sustancia simple, que denomina lo *macro*, son diferentes de las de los átomos, que llama lo *micro*. Todo lo anterior pone de manifiesto la visión de átomo que P7 tiene de elemento.

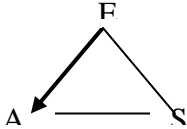
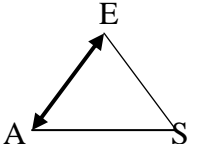
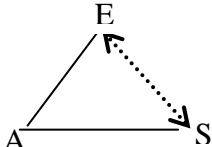
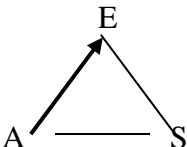
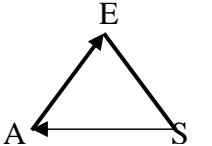
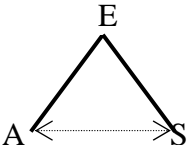
| Símbolo de la relación | Frecuencia | Momentos |
|---|------------|---------------|
|  | 2 | 1,4 |
|  | 4 | 2, 10, 11, 12 |
|  | 3 | 3, 10, 17 |
|  | 3 | 5, 7,13 |
|  | 3 | 8, 15, 16 |
|  | 2 | 9, 14 |

Tabla 18

La tabla 19 es un resumen de la tabla 17, que permite seguir la coherencia del discurso de P7 desde el principio hasta el final de la entrevista. Obsérvese que lo que había dicho inicialmente en los momentos 2 y 3: “...un concepto de elemento es un concepto microscópico.. .antes que un concepto macroscópico...” lo ratifica en su última intervención: “(sustancia simple) no se refiere a un elemento.”

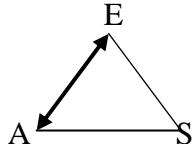
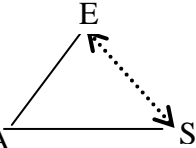
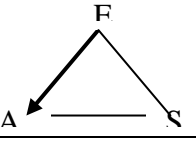
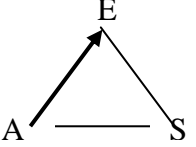
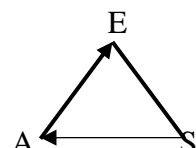
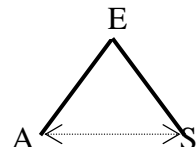
| Relación | Momentos | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|  | | x | | | | | | | | x | x | x | | | | | |
|  | | | x | | | x | | | | | | | | | | | x |
|  | x | | | x | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | x | | x | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | x | | | | | | | x | x | |
|  | | | | | | | | | x | | | | x | | | | |

Tabla 19

Al analizar lo expresado por P7 en todos los momentos de la entrevista en lo relativo a los conceptos elemento, átomo y sustancia simple, encontramos que todas sus intervenciones son coherentes, ya que durante toda la entrevista, expresa claramente su posición de que el concepto elemento está directamente relacionado con el de átomo y que es diferente a la sustancia simple. Para P7 **elemento** es sinónimo de **átomo**.

P8:

E.- ¿Podrías, por favor, definirme elemento?

¡Hum! Un elemento... cuando dice elemento pienso en la palabra, ¿no? elemental, es como el principio de algo, algo que me constituye... eh... parte de la materia, en cualquiera de los estados, que es completamente, lo defino, que es completamente diferente a otro tipo de materia, con propiedades muy de sí, muy características de esa sustancia. Entonces, sí, es ese principio que me compone materia o sustancias con determinadas características.

Entonces, yo te decía, en resumidas cuentas es el mínimo constituyente de un tipo de sustancia específica y con propiedades características de esa sustancia, o sea muy características.

11. ¿es lo mismo elemento, átomo y sustancia simple?

Elemento, átomo, no realmente, pues a ver... es sí y no, se relacionan, pero no creo que sea lo mismo. Cuando hablas de un átomo hablas de una unidad de esa sustancia ¿cierto? O de ese elemento. Cuando hablas de elemento puedes estar hablando de un átomo pero puedes estar hablando de todo un conglomerado de átomos ¿cierto? Que componen esa sustancia. Entonces, nuevamente, se relacionan pero exactamente no tienen por qué ser lo mismo. Y, bueno, sustancia simple, asumo que...emm, no necesariamente tiene que ser lo mismo, porque cuando hablas de sustancia simple, el nombre está implicando muchos átomos, muchos átomos de ese elemento ¿cierto? Y de pronto es más precisa la palabra, pero no necesariamente fuera de tono, fuera de contexto. Pienso yo que son palabras diferentes y son expresiones diferentes es porque quieren expresar cosas diferentes, de alguna manera.

E.- Entonces, para mi diccionario...

Ay, Rita... ¡eso es trampa! A ver... átomo, del griego, o sea algo que no se puede partir, bueno, el átomo es la mínima unidad que me caracteriza un cierto tipo de sustancia o elemento. Átomo, átomo... Elemento, sería, a ver, déjame elaborarlo un poco más en la cabeza... sería... estoy tratando de buscar palabras diferentes... sería como... de verdad que se mete uno en problemas cuando trata de definirlo, encuentra las mismas palabras ¿no? No tiene uno un vocabulario un poco más desarrollado al respecto. A ver, definamos elemento como una sustancia... compuesta por un mismo tipo de átomos, aunque cuando me digas que defina sustancia simple voy a empezar a problemas porque utilizaría casi la misma definición. Nuevamente, como te decía, de pronto la palabra elemento la puedo utilizar en ambos casos, el caso cuando estoy hablando de un átomo o cuando estoy hablando de una sustancia ya, o sea hablando de un conglomerado de átomos. Entonces, necesitaría pensar más al respecto de cómo escoger las palabras adecuadas para hacer una definición precisa.

E.- ¿Y si tenemos carbono 12 y carbono 14?

Claro, son átomos diferentes, pero son el mismo elemento...

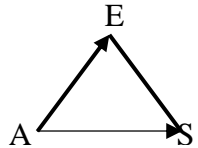
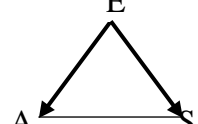
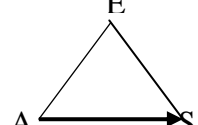
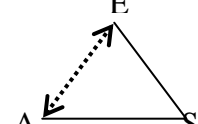
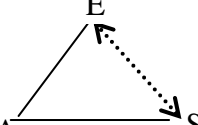
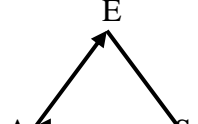
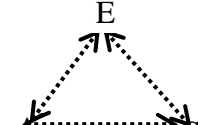
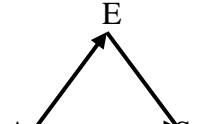
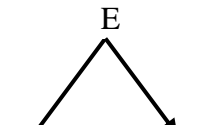
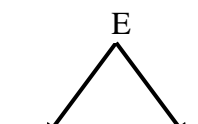
E.- ¿Y si tengo grafito y diamante?

Nuevamente, son... exactamente, desde el punto de vista de sustancia simple son dos cosas diferentes...sí, no... por eso te decía, de pronto habría que pensar un poco más detenidamente para encontrar las palabras adecuadas y evitar la confusión...

Tal como se ha venido haciendo hasta ahora, la entrevista de P8 se tradujo en la tabla 20 para facilitar la visualización de sus respuestas.

| Momento | Símbolo de la relación | Texto correspondiente |
|---------|------------------------|--|
| 1 | | <i>...cuando dice elemento pienso en la palabra elemental, es como el principio de algo...</i> |
| 2 | | <i>...(elemento) constituye... parte de la materia...</i> |
| 3 | | <i>...(elemento) con propiedades muy de sí, muy características de esa sustancia.</i> |
| 4 | | <i>Entonces, sí, (elemento) es ese principio que me compone materia o sustancias con determinadas características...</i> |
| 5 | | <i>...(elemento) es el mínimo constituyente de un tipo de sustancia específica...</i> |
| 6 | | <i>...(elemento) con propiedades características de esa sustancia...</i> |
| 7 | | <i>Elemento, átomo, no realmente, pues a ver... es sí y no, se relacionan, pero no creo que sea lo mismo...</i> |

Anexo 6

| | | |
|----|---|---|
| 8 |  | <p>... hablas de un átomo hablas de una unidad de esa sustancia ¿cierto? O de ese elemento...</p> |
| 9 |  | <p>Cuando hablas de elemento puedes estar hablando de un átomo pero puedes estar hablando de todo un conglomerado de átomos...</p> |
| 10 |  | <p>... átomos ... que componen esa sustancia.</p> |
| 11 |  | <p>(elemento y átomo) se relacionan pero exactamente no tienen porqué ser lo mismo.</p> |
| 12 |  | <p>Y, bueno, sustancia simple, asumo que... no necesariamente tiene que ser lo mismo (que elemento).</p> |
| 13 |  | <p>... cuando hablas de sustancia simple, el nombre está implicando muchos átomos, muchos átomos de ese elemento...</p> |
| 14 |  | <p>Pienso yo que son palabras diferentes (elemento, átomo y sustancia simple) y son expresiones diferentes es porque quieren expresar cosas diferentes, de alguna manera.</p> |
| 15 |  | <p>... el átomo es la mínima unidad que me caracteriza un cierto tipo de sustancia o elemento...</p> |
| 16 |  | <p>... elemento como una sustancia... compuesta por un mismo tipo de átomos...</p> |
| 17 |  | <p>... la palabra elemento la puedo utilizar en ambos casos, el caso cuando estoy hablando de un átomo o cuando estoy hablando de una sustancia...</p> |

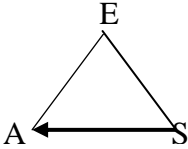
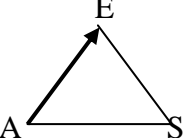
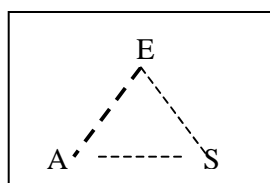
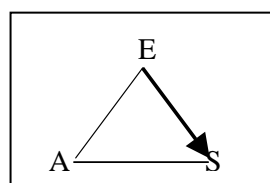
| | | |
|----|---|---|
| 18 |  | ...cuando estoy hablando de una sustancia, o sea hablando de un conglomerado de átomos. |
| 19 |  | (isótopos) son átomos diferentes, pero son el mismo elemento... |

Tabla 20

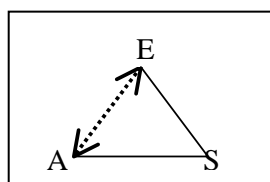
Las 12 relaciones mencionadas por P8 se analizan a continuación:



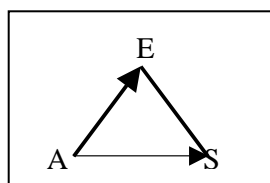
La relación 16 representa una “no relación” entre los tres conceptos y es utilizada por P8 en el primer momento de la entrevista. 3, 4, 5 y 6. En todos considerados como materia.



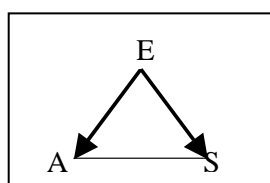
La relación 21 aparece en los momentos 2, estos momentos un elemento es sinónimo de átomo, el que constituye la



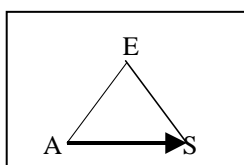
La relación 28 es mencionada en los momentos 7 y 11. Aunque P8 reconoce que existe una cierta relación entre átomo y elemento, no los considera equivalentes.



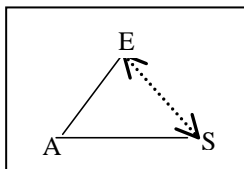
La relación 24, presente en los momentos 8 y 15 sugiere que elemento es sinónimo de sustancia.



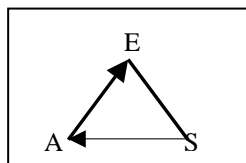
La relación 14 se encuentra en los momentos 9 y 17. Estos dos momentos evidencian que si bien el concepto de elemento está asociado a la idea de átomo, un conglomerado de átomos, como menciona P8, también constituyen el elemento.



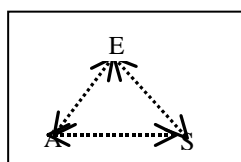
La relación 11, citada por P8 en el momento 10, manifiesta que los átomos son los componentes de las sustancias simples.



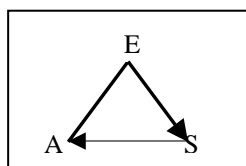
La relación 2 aparece una sola vez, en el momento 12.



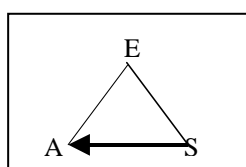
La relación 10 está presente en el momento 13 indicando que una sustancia simple está constituida por átomos de un mismo elemento.



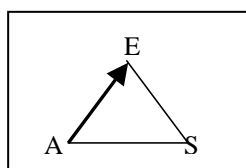
La relación 19, expuesta en el momento 14, marca de alguna manera la posición de P8, en cuanto que considera que los tres conceptos son diferentes.



La relación 27, que aparece en el momento 16, contradice lo manifestado anteriormente por P8.



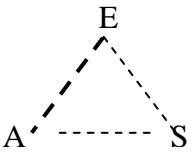
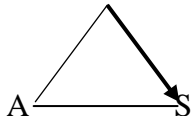
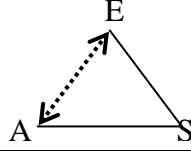
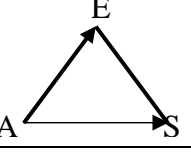
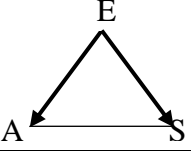
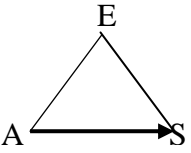
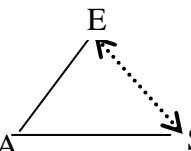
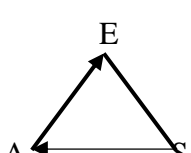
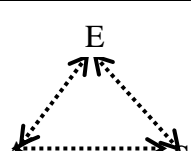
La relación 12 es usada en el momento 18.



La relación 5, cierra la entrevista, en el momento 19.

La Tabla 21 resume la frecuencia con que cada relación aparece en los distintos momentos de la entrevista de P8.

| Símbolo de la relación | Frecuencia | Momentos |
|------------------------|------------|----------|
|------------------------|------------|----------|

| | | |
|---|---|-----------|
|  | 1 | 1 |
|  | 5 | 2,3,4,5,6 |
|  | 2 | 7,11 |
|  | 2 | 8,15 |
|  | 2 | 9,17 |
|  | 1 | 10 |
|  | 1 | 12 |
|  | 1 | 13 |
|  | 1 | 14 |

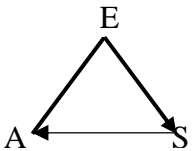
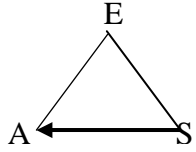
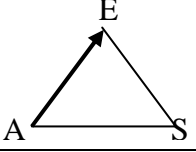
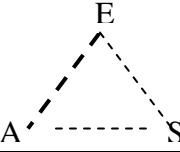
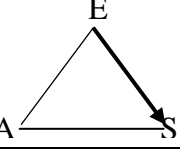
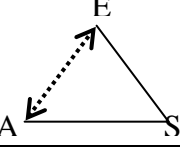
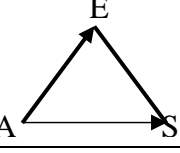
| | | |
|---|---|----|
|  | 1 | 16 |
|  | 1 | 18 |
|  | 1 | 19 |

Tabla 21

La Tabla 22 permite seguir el discurso de P8 a lo largo de este fragmento de la entrevista. El momento 14 marca su posición de que los tres conceptos son diferentes entre sí aunque están estrechamente relacionados.

| Símbolo de la relación | Momentos | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|  | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | x | | | x | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | x | | | | | | | x | | | | |

constituida por átomos, entonces, sencillamente, cuando se encontraron que hay algunos átomos que son iguales entonces se caracterizaron con un nombre, por decir algo, con oxígeno. Entonces ese es un elemento, es el nombre que se le da a los diferentes átomos que pueden existir o que existen.

E.- ¿Consideras lo mismo elemento, átomo y sustancia simple?

Un elemento... un átomo... uno podría pensar de pronto que es lo mismo. O sea, el átomo es el átomo, es la materia, es lo que existe. El elemento es un nombre que se le ha dado a los diferentes átomos. Entonces se llaman elementos. Lo real es el átomo...

E.- ¿Y la sustancia simple?

¿Y la sustancia simple? Pero ¿es que qué es una sustancia simple?

E.- por ejemplo, cuando tú tienes diamante y grafito...

Pues yo nunca me he preocupado por pensar en sustancias simples.

E.- ¿Podrías, por favor, definir elemento, átomo y sustancia simple?

Pues átomo, aunque los físicos no están de acuerdo con eso pero yo sigo diciendo que el átomo es como la... no la unidad mínima porque sabemos que no es la unidad mínima, pero es como el ladrillito que construye la materia. ¿qué es un elemento? Yo diría que un elemento es un tipo de átomo y ¿qué es una sustancia simple? No, pues esa sí, me corchas... porque es que, no sé, la que está constituida por un mismo tipo de átomo.

| Momento | Símbolo de la relación | Texto correspondiente |
|---------|------------------------|--|
| 1 | | <i>La materia se encuentra constituida por átomos...</i> |
| 2 | | <i>...elemento, es el nombre que se le da a los diferentes átomos...</i> |
| 3 | | <i>Un elemento... un átomo... uno podría pensar de pronto que es lo mismo.</i> |

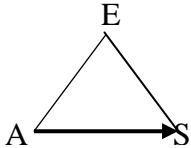
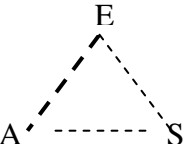
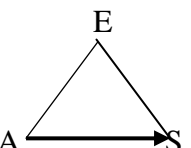
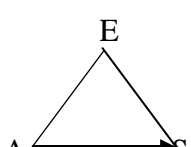
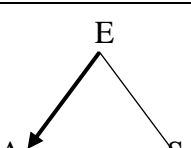
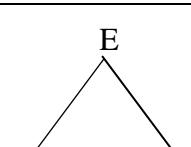
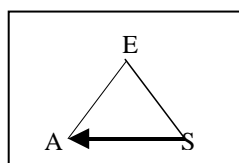
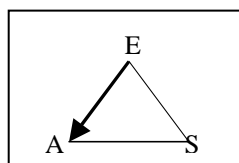
| | | |
|---|---|--|
| 4 |  | <i>... el átomo es el átomo, es la materia, es lo que existe.</i> |
| 5 |  | <i>El elemento es un nombre que se le ha dado a los diferentes átomos.</i> |
| 6 |  | <i>Lo real es el átomo...</i> |
| 7 |  | <i>...átomo es como [...] el ladrillito que construye la materia.</i> |
| 8 |  | <i>Yo diría que un elemento es un tipo de átomo...</i> |
| 9 |  | <i>¿qué es una sustancia simple? la que está constituida por un mismo tipo de átomo.</i> |

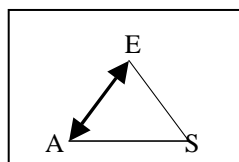
Tabla 23



La relación¹² aparece al comienzo y al final de la entrevista mostrando coherencia en cuanto al concepto que P9 tiene de sustancia simple.

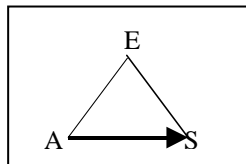


La relación 4 utilizada en el momento 2 puede ser interpretada como que un elemento identifica un tipo de átomo. En el momento 8, P9 reafirma esta posición.

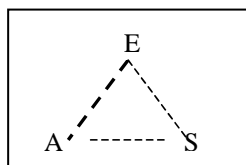


Aunque no muy segura de su afirmación, en el momento 3, P9 manifiesta que elemento y átomo podrían ser considerados

equivalentes, como lo indica la relación 1.



La relación 11 aparece en los momentos 4 y 6 cuando P9 afirma que: *“lo real es el átomo”*, indicando su carácter material. En el momento 7, el átomo es definido como la parte que constituye el todo, la materia.



La relación 16 se encuentra en el momento 5, cuando P9 hace una definición abstracta de elemento, identificándolo con el *“nombre”* del átomo y no como algo material.

La tabla 24 indica las relaciones que aparecen en entrevista de P9, su frecuencia y los momentos en que son utilizadas-

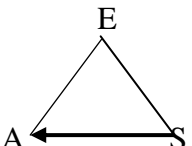
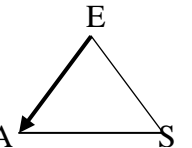
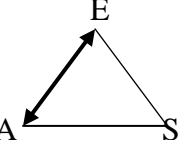
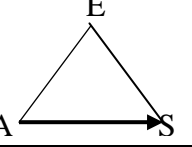
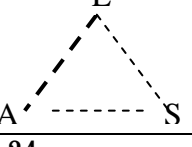
| Símbolo de la relación | Frecuencia | Momentos |
|---|------------|----------|
|  | 2 | 1,9 |
|  | 2 | 2,5,8 |
|  | 1 | 3 |
|  | 3 | 4,6,7 |
|  | 1 | 5 |

Tabla 24

La Tabla 25 sintetiza esta sección de la entrevista de P9. El momento 5 define la visión de P9 en cuanto que elemento es algo abstracto, un símbolo o un nombre, con lo cual se define un tipo de átomo.

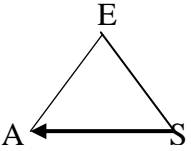
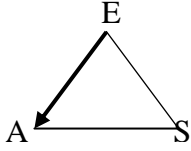
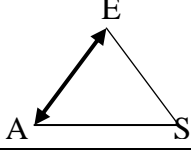
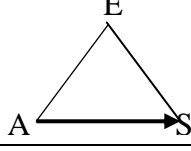
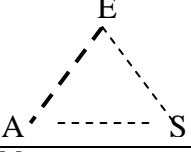
| Símbolo de la relación | Momentos | | | | | | | | | |
|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|  | x | | | | | | | | | x |
|  | | x | | | | x | | | x | |
|  | | | x | | | | | | | |
|  | | | | x | | | x | x | | |
|  | | | | | x | | | | | |

Tabla 25

P10 también constituye un ejemplo de profesor que sostiene que elemento es lo mismo que sustancia simple. El hecho de mantener esta posición durante toda la entrevista, a pesar de las varias veces en que sus concepciones fueron cuestionadas, lo hace un profesor coherente.

De manera similar al tratamiento dado a todos los anteriores, tomamos la parte correspondiente de la entrevista y la volcamos en la tabla 7. Debido a que esta entrevista fue mucho más larga que las otras, hemos dejado solamente lo que directamente se refiere al tema que estamos discutiendo y hemos suprimido todo lo demás. Las entrevistas completas, como todas las otras se encuentran en los anexos.

E.- ¿Podrías por favor definirme lo que para ti es un elemento?

“Eso es bien interesante. Un elemento... La palabra elemento es un concepto macroscópico, que es diferente a la palabra átomo. El problema está en que el símbolo del elemento usualmente es el símbolo del átomo asociado con el elemento, entonces se ha confundido la palabra elemento con la palabra átomo. Pero elemento y átomo no es lo mismo. Átomo es un concepto microscópico, elemento es un concepto macroscópico. El elemento es una sustancia pura que está constituida por una sola clase de átomos. Por ejemplo, el hidrógeno. Pero el hidrógeno puede estar como H o como H₂, pero eso es hidrógeno...”

E.- O como deuterio...

“O como deuterio, pero eso es hidrógeno... entonces es diferente elemento que, por ejemplo, que átomo. El elemento es siempre una sustancia pura, pero es una sustancia, que es un concepto macroscópico. Para entender lo que es elemento no se necesita para nada el concepto de átomo. Usted puede entender y aceptar el concepto de elemento sin aceptar el concepto de átomo.”

E.- ¿Es lo mismo elemento, átomo y sustancia simple?

“Elemento y átomo no es lo mismo. Elemento es diferente de átomo.”

E.- ¿Y sustancia simple?

“Y sustancia simple, eso sí es más distinto, ¿no? El elemento es una sustancia pura constituida por una sola clase de átomos. Una sustancia pura. El compuesto es también una sustancia pura, pero puede estar constituida por átomos diferentes. Por ejemplo, el agua, ¿no? El agua es una sustancia pura, pero no es un elemento.”

E.- Pero una sustancia simple suponemos que está constituida por una sola clase de átomos...

“Entonces en ese caso, elemento sería una sustancia simple.”

E.- Defineme, por favor, elemento, átomo y sustancia simple.

“Entonces, elemento es sustancia pura constituida por una sola clase de átomos. Átomo es la partícula más pequeña de la cual está constituido un elemento. Y la sustancia simple sería igual a elemento, ¿no? porque sería una sustancia pura constituida por una sola de átomos.”

E.- Y si tienes carbono doce y carbono catorce... ¿son qué?

“Carbono doce y carbono catorce, pues es el mismo átomo...”

E.- ¿Es el mismo átomo? No...

“No, no, no... carbono doce y carbono catorce... ¿es el mismo qué? ¿cuál es la pregunta?”

E.- ¿son el mismo elemento? ¿o el mismo átomo? ¿o la misma sustancia?

“Es el mismo elemento, el mismo elemento ¿sí?”

E.- Pero son distintos tipos de átomos ¿o no?

“Son distintos tipos de átomos sí, pero... en fin, constituyen el mismo elemento, pero es que elemento no es lo mismo que átomo. El problema está en que el símbolo del elemento es el mismo del átomo, pero es que elemento y átomo no es lo mismo.”

E.- Bueno, y si ahora tienes carbono grafito y carbono diamante...

“Si usted tiene un conjunto, digamos, una sustancia y la sustancia está constituida por carbono 12 y por carbono 14, esa sustancia se llama carbono. El elemento es carbono, ¿sí? El elemento es carbono, aunque uno sea carbono doce y el otro sea carbono catorce. Entonces, si tiene carbono como grafito o carbono como diamante, lo que tiene es carbono. O sea, el elemento es carbono, pero es que el elemento está constituido por átomos, o sea, el átomo es realmente carbono. El elemento es carbono.”

E.- Finalmente, entonces ¿qué es lo que caracteriza al elemento?

“El elemento está caracterizado por el átomo, pero es que el elemento es un concepto macroscópico, no microscópico. [...] entonces uno llega a confundir lo que es elemento con lo que es átomo. Pero no es lo mismo, y el problema es que el elemento... cuando usted tiene hidrógeno, o digamos un barril con hidrógeno, el símbolo de ese barril, de esa sustancia que hay ahí pura, es el H y el símbolo de las partículas que constituye ese elemento es también H y uno llega a confundir el elemento con el átomo, pero no es lo mismo.”

E.- Cuando aparece una misma sustancia con diferentes formas alotrópicas ¿qué es lo que comparten y lo que no comparten?

“Pues realmente lo que caracteriza realmente al elemento es el número de protones, ¿no? que siguen siendo iguales, [...] Pero el elemento sigue siendo un concepto macroscópico, no microscópico. Es decir, yo no puedo decir que este átomo sea un elemento, ¿no? Esa es una cosa porque no hay otra forma de decirlo, porque el átomo es el átomo, el elemento es una cosa macroscópica.”

[...]

E.- Una de las preguntas que yo hacía en la primera encuesta que yo mandé que tú me la contestaste... en esta casilla, las propiedades que aparecen ahí ¿de quien son?

“Es que... bien, ponle cuidado, si tú miras acá ¿qué problema tiene la tabla periódica? por ejemplo, esta. [...] Si yo tengo un barril yo digo, eso que tengo ahí es un elemento llamado hidrógeno. Lo que pasa es que el elemento hidrógeno está constituido por átomos de hidrógeno y el símbolo del átomo de hidrógeno es el mismo símbolo del elemento que se llama hidrógeno.”

[...]

E.- Pero, ojo, no son iguales las propiedades físicas del grafito que del diamante...

“Bueno, las propiedades son distintas... sí [...] Comenzando en que hay propiedades como el punto de fusión, no puede hablar del punto de fusión de un átomo, no puede... esas son propiedades pero del elemento que es un concepto macroscópico. Yo pienso que la dificultad que hay en la enseñanza de la tabla periódica es la confusión que hay entre elemento y átomo. Que finalmente lo que uno tiene aquí es agrupados una serie de átomos, entonces habla del potencial de ionización, etc. Y de pronto habla de la distribución electrónica, pero de los átomos que conforman el elemento, pero no se puede hablar de la distribución electrónica de todo el elemento como un concepto macroscópico, ahí es donde está la dificultad. O sea, la principal dificultad es entender que es, cual es el concepto macroscópico y cual es el concepto microscópico[...] No, esto me dejó preocupado, realmente esas preguntas... hay una cosa que me dejó muy confuso... es la cuestión de sustancia... ¿qué me dijiste?”

E.-Simple...

“Sustancia simple o elemento, una sustancia que por medios químicos no se podía descomponer en otras sustancias. Entonces sustancia simple sería lo mismo que elemento.”

E.- Entonces, ¿tú crees que esa definición de elemento sigue siendo válida hoy en día? Yo les pregunté en una encuesta qué definición de elemento (le doy las 3 de los libros) ¿tú cual crees que es la más correcta?

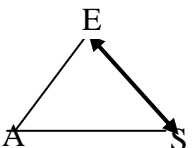
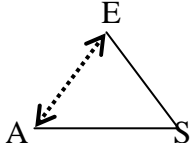
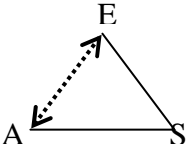
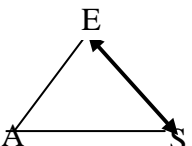
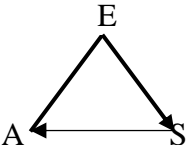
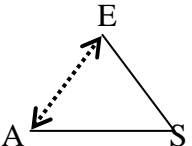
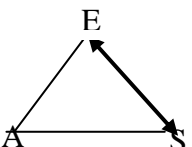
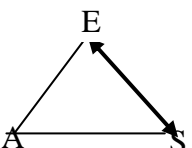
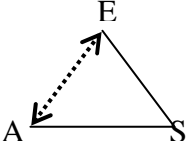
“Yo escogería la definición “sustancia que por métodos simples o sencillos no se pueden descomponer en más sustancias”. Esa es la que más me gusta... yo prefiero por eso, a nivel de docencia introducir el concepto macroscópico y después el concepto microscópico....”

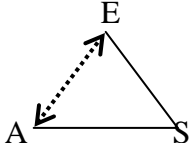
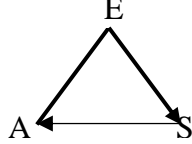
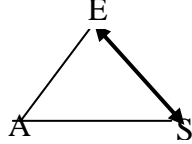
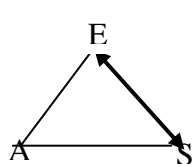
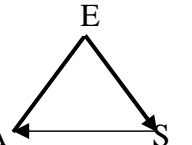
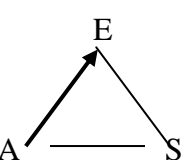
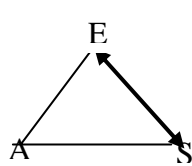
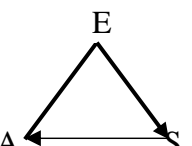
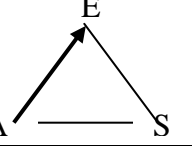
COMENTARIO ADICIONAL:

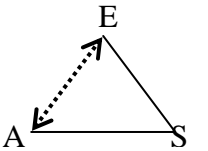
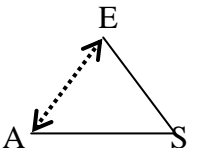
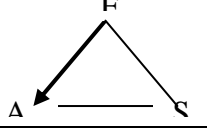
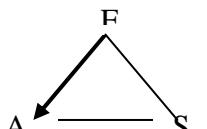
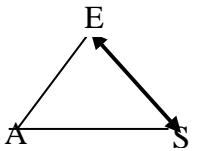
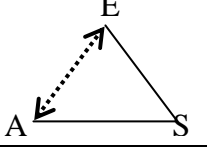
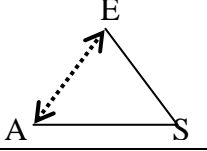
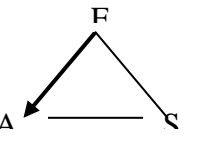
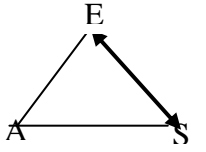
“Yo puedo decir que un elemento, por ejemplo, que el bromo, tiene tal color, pero yo no puedo decir que un átomo de bromo tiene ese color, no. No, ya no puedo, ese concepto ya no existe. Luego, realmente cuando hablo de elemento hablo de un concepto macroscópico, de una propiedades que pertenecen a un conjunto muy grande de átomos... ahora el problema, la pregunta es, bueno ¿y cuántos átomos? ¿dos, o tres? Es una pregunta ya que nadie puede resolver, si son dos o tres átomos o es un conjunto de átomos. [...]. Ya por eso yo estaría más de acuerdo en que el concepto de elemento fuera más un concepto macroscópico, no un concepto microscópico... diferente al concepto de átomos...”

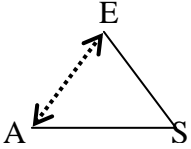
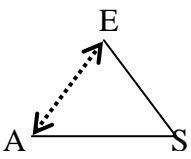
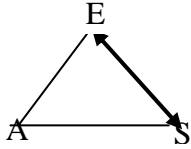
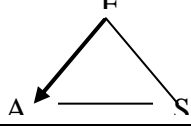
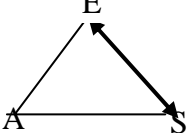
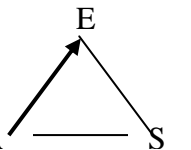
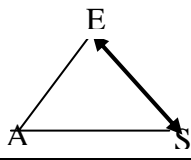
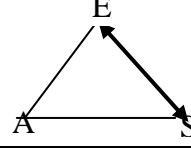
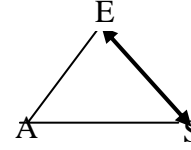
Supongamos que el agua se descompone en dos elementos, un elemento es hidrógeno, otro elemento es oxígeno, este elemento hidrógeno tiene determinadas propiedades físicas y químicas, pero son propiedades todas macroscópicas, tiene determinado olor, tiene determinadas reacciones químicas, pero son propiedades macroscópicas. Este hidrógeno, que es un elemento está constituido por partículas muy pequeñas que las vamos a llamar átomos, ¿sí? Átomos, a esos átomos también se les colocó el mismo nombre del elemento, hidrógeno, luego tenemos el mismo nombre para dos cosas distintas. El nombre hidrógeno es el nombre aplicado al elemento pero hidrógeno también es el nombre que llevan los átomos que constituyen el elemento, pero no es lo mismo [...] Ese es el problema que existe en la tabla periódica, que el elemento y el átomo llevan el mismo nombre, pero no es lo mismo.”

| Momento | Símbolo de la relación | Texto correspondiente |
|---------|------------------------|-----------------------|
|---------|------------------------|-----------------------|

| | | |
|---|---|---|
| 1 |  | <i>“La palabra elemento es un concepto macroscópico...”</i> |
| 2 |  | <i>“... (la palabra elemento es) diferente a la palabra átomo”</i> |
| 3 |  | <i>“... elemento y átomo no es lo mismo.”</i> |
| 4 |  | <i>“... elemento es un concepto macroscópico.”</i> |
| 5 |  | <i>“El elemento es una sustancia pura que está constituida por una sola clase de átomos.”</i> |
| 6 |  | <i>“... entonces es diferente elemento que, por ejemplo, que átomo.”</i> |
| 7 |  | <i>“El elemento es siempre una sustancia pura...”</i> |
| 8 |  | <i>“... pero es una sustancia, que es un concepto macroscópico.”</i> |
| 9 |  | <i>“Elemento y átomo no es lo mismo.”</i> |

| | | |
|----|---|--|
| 10 |  | <p><i>“Elemento es diferente de átomo.”</i></p> |
| 11 |  | <p><i>“El elemento es una sustancia pura constituida por una sola clase de átomos.”</i></p> |
| 12 |  | <p><i>“(El elemento es) Una sustancia pura.”</i></p> |
| 13 |  | <p><i>“... elemento sería una sustancia simple.”</i></p> |
| 14 |  | <p><i>“... elemento es sustancia pura constituida por una sola clase de átomos.”</i></p> |
| 15 |  | <p><i>“Átomo es la partícula más pequeña de la cual está constituido un elemento.”</i></p> |
| 16 |  | <p><i>“Y la sustancia simple sería igual a elemento, ¿no?”</i></p> |
| 17 |  | <p><i>“... porque sería una sustancia pura constituida por una sola de átomos.”</i></p> |
| 18 |  | <p><i>“Son distintos tipos de átomos sí, pero... en fin, constituyen el mismo elemento...”</i></p> |

| | | |
|----|---|---|
| 19 |  | <p><i>"... pero es que elemento no es lo mismo que átomo..."</i></p> |
| 20 |  | <p><i>"... elemento y átomo no es lo mismo."</i></p> |
| 21 |  | <p><i>"... el elemento está constituido por átomos..."</i></p> |
| 22 |  | <p><i>"El elemento está caracterizado por el átomo..."</i></p> |
| 23 |  | <p><i>"...pero es que el elemento es un concepto macroscópico..."</i></p> |
| 24 |  | <p><i>"... no microscópico."</i></p> |
| 25 |  | <p><i>"... uno llega a confundir lo que es elemento con lo que es átomo. Pero no es lo mismo..."</i></p> |
| 26 |  | <p><i>"Pues realmente lo que caracteriza realmente al elemento es el número de protones, ¿no? que siguen siendo iguales..."</i></p> |
| 27 |  | <p><i>"Pero el elemento sigue siendo un concepto macroscópico..."</i></p> |

| | | |
|----|---|---|
| 28 |  | <p><i>“(el concepto elemento) no microscópico.”</i></p> |
| 29 |  | <p><i>“Es decir, yo no puedo decir que este átomo sea un elemento...”</i></p> |
| 30 |  | <p><i>“... el elemento es una cosa macroscópica.”</i></p> |
| 31 |  | <p><i>“... el elemento hidrógeno está constituido por átomos de hidrógeno...”</i></p> |
| 32 |  | <p><i>“... esas son propiedades pero del elemento que es un concepto macroscópico.”</i></p> |
| 33 |  | <p><i>“Se habla de distribución electrónica, pero de los átomos que conforman el elemento...”</i></p> |
| 34 |  | <p><i>“Sustancia simple o elemento, una sustancia que por medios químicos no se podía descomponer en otras sustancias.”</i></p> |
| 35 |  | <p><i>“Entonces sustancia simple sería lo mismo que elemento.”</i></p> |
| 36 |  | <p><i>“Yo escogería la definición “sustancia que por métodos simples o sencillos no se pueden descomponer en más sustancias.”</i></p> |

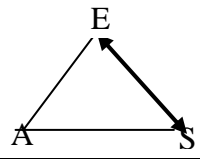
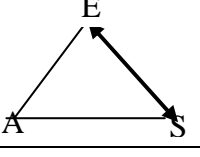
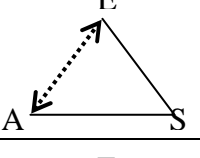
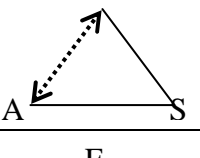
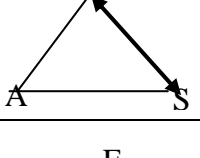
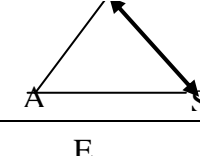
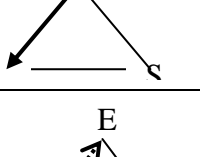
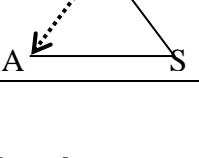
| | | |
|----|---|---|
| 37 |  | <i>"...cuando hablo de elemento hablo de un concepto macroscópico..."</i> |
| 38 |  | <i>"...yo estaría más de acuerdo en que el concepto de elemento fuera más un concepto macroscópico..."</i> |
| 39 |  | <i>"...(elemento) no un concepto microscópico..."</i> |
| 40 |  | <i>"...diferente al concepto de átomos..."</i> |
| 41 |  | <i>"...este elemento hidrógeno tiene determinadas propiedades físicas y químicas, pero son propiedades todas macroscópicas..."</i> |
| 42 |  | <i>"...tiene determinado olor, tiene determinadas reacciones químicas, pero son propiedades macroscópicas."</i> |
| 43 |  | <i>"Este hidrógeno, que es un elemento está constituido por partículas muy pequeñas que las vamos a llamar átomos..."</i> |
| 44 |  | <i>"Ese es el problema que existe en la tabla periódica, que el elemento y el átomo llevan el mismo nombre, pero no es lo mismo."</i> |

Tabla 26

La tabla 27 muestra las relaciones empleadas por P10, su frecuencia y los momentos en que ha sido utilizada cada una de ellas.

| Símbolo de la relación | Frecuencia | Momentos |
|------------------------|------------|----------|
|------------------------|------------|----------|

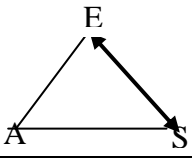
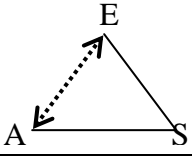
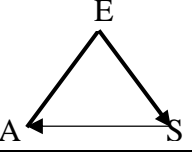
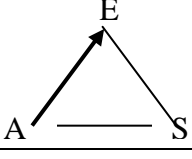
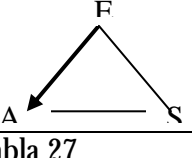
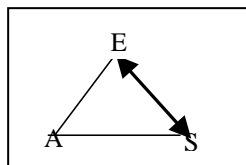
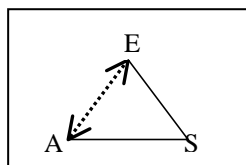
| | | |
|---|----|---|
|  | 18 | 1,4,7,8,12,13,16,23,27,30,32,34,35,36,37,38,41,42 |
|  | 14 | 2,3,6,9,10,19,20,24,25,28,29,39,40,44 |
|  | 4 | 5,11,14,17 |
|  | 3 | 15,18,33 |
|  | 5 | 21, 22,26,31,43 |

Tabla 27

En los 44 momentos de la entrevista de P10, sólo aparecen cinco relaciones y tres de ellas hacen referencia a la idea de elemento como sustancia simple.

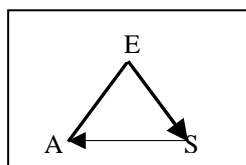


La relación 29 aparece 18 veces en el discurso de P10, en los momentos 1, 4, 7, 8, 12, 13, 16, 23, 27, 30, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 41 y 42 manifestando enfáticamente su visión de sustancia respecto al concepto elemento.

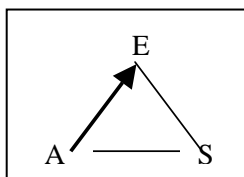


sustancia simple.

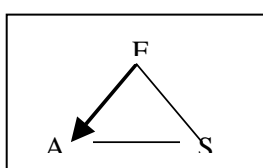
La relación 28, coherente con la 29 en cuanto que indica que elemento y átomo no son lo mismo, se encuentra 14 veces en los momentos 2, 3, 6, 9, 10, 19, 20, 24, 25, 28, 29, 39, 40 y 44, ratificando su posición de que elemento es sinónimo de



La relación 27, también coherente con la 29 aparece en los momentos 5, 11, 14 y 17.



La relación 5 aparece en los momentos 15, 18 y 33, refiriéndose a distintos aspectos de la relación entre átomo y elemento. En el momento 15 se manifiesta que un átomo se considera la partícula más pequeña que constituye un elemento. El momento 18 se refiere a isótopos. El momento 33 se refiere a la distribución electrónica de los átomos de un elemento.



La relación 4 aparece en los momentos 21, 22, 26, 31 y 43. En el momento 21, cuando P10 manifiesta que: *“el elemento está constituido por átomos”*, es coherente con su discurso, ya que dentro del contexto de la entrevista, esta afirmación indica que el elemento es el todo, lo macro, como lo ha venido manifestando todo el tiempo, y que el elemento sería el constituyente de ese todo. Una afirmación similar la encontramos en el momento 31. La afirmación del momento 22, en cambio, tiene otra connotación, ya que lo que indica es que un elemento está caracterizado por el átomo. El momento 26 lo ratifica. Finalmente, en el momento 43 encontramos de nuevo la visión de sustancia en la que P10 pone de manifiesto que el átomo es una parte del todo, la sustancia simple que él identifica con el elemento.

| Símbolo de la relación | Momentos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| | x | | | x | | | x | x | | | | x | x | | | x | | | | | | | |
| | | x | x | | | x | | | x | x | | | | | | | | | x | x | | | |
| | | | | | x | | | | | | x | | | x | | | x | | | | | | |

P11:

E.- ¿Podría, por favor, definirme lo que es para usted un elemento?

(risas) Un elemento es una especie química que está constituida por átomos de él mismo, tiene unas propiedades físicas y unas propiedades químicas que lo hacen diferente a otro y tiene una cantidad de electrones y de protones, sobretodo una cantidad de protones que lo hacen pues diferente a otro elemento. Y con los elementos... los elementos existen en la naturaleza o se pueden sintetizar algunos en el laboratorio y se pueden unir utilizando sus propiedades físicas y químicas, sobretodo sus propiedades químicas, con otros elementos para formar compuestos.

11.- ¿Es lo mismo elemento, átomo o sustancia simple?

Existe una relación de A igual a B igual a C... no sabría decirlo... que si... un elemento es una sustancia simple y está constituido por átomos, pero no puedo decir que un átomo... bueno un átomo de hidrógeno... el elemento hidrógeno está constituido por átomos de hidrógeno y es una sustancia simple. Yo creo que no sabría precisar si son iguales pero sí existe una relación directa entre estos tres conceptos.

12.- ¿Podría, por favor, definirme elemento, átomo y sustancia simple?

Entonces elemento es una sustancia que está constituida por átomos. Átomo, el átomo está constituido por electrones, protones y otras partículas más pequeñas, subatómicas y una sustancia simple es aquella que está constituida por partículas de ella misma.

E.- ¿De qué partículas?

Por átomos, por átomos de ella misma e iguales.

E.- Entonces si uno tiene carbono doce y carbono catorce, ¿son lo mismo qué? ¿o diferente qué?

Son elementos o son sustancias que tienen átomos de carbono, pero en esos átomos existe la diferencia... sus átomos están constituidos por el mismo número de protones pero tienen diferencia en el número de neutrones, y por eso son isótopos... no son idénticos.

E.- Y si yo tengo carbono grafito y carbono diamante...

Son iguales... son iguales... no son isótopos, es carbono, están constituidos por átomos pero tienen una forma espacial, una propiedad física que los hace diferentes, pero no son diferentes.

E.- O sea, en últimas qué es lo que hace que un elemento sea un elemento.

Su número de protones.

| Momento | Símbolo de la relación | Texto correspondiente |
|---------|------------------------|--|
| 1 | | <i>Un elemento es una especie química que está constituida por átomos de él mismo...</i> |
| 2 | | <i>...(un elemento) tiene unas propiedades físicas y unas propiedades químicas que lo hacen diferente a otro y tiene una cantidad de electrones y de protones, sobretodo una cantidad de protones...</i> |
| 3 | | <i>...los elementos existen en la naturaleza o se pueden sintetizar algunos en el laboratorio...</i> |
| 4 | | <i>¿Es lo mismo elemento, átomo y sustancia simple? ...no sabría decirlo...</i> |
| 5 | | <i>... un elemento es una sustancia simple y está constituido por átomos...</i> |
| 6 | | <i>...elemento hidrógeno está constituido por átomos de hidrógeno y es una sustancia simple.</i> |
| 7 | | <i>Yo creo que no sabría precisar si son iguales (elemento, átomo y sustancia simple)...</i> |

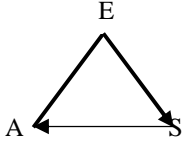
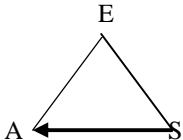
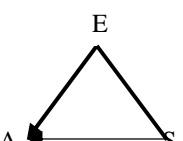
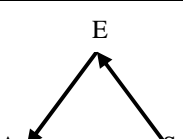
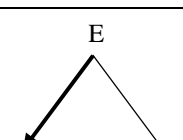
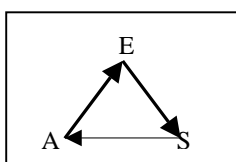
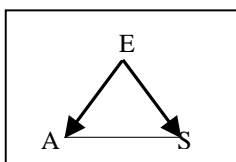
| | | |
|----|---|---|
| 8 |  | <i>...elemento es una sustancia que está constituida por átomos.</i> |
| 9 |  | <i>...y una sustancia simple es aquella que está constituida[...] por átomos de ella misma e iguales.</i> |
| 10 |  | <i>(los isótopos) ...son elementos o son sustancias que tienen átomos de carbono...</i> |
| 11 |  | <i>(Carbono grafito y carbono diamante...) ... es carbono, están constituidos por átomos...</i> |
| 12 |  | <i>(lo que identifica a un elemento es...) Su número de protones.</i> |

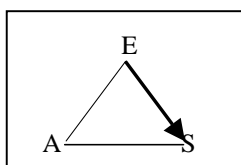
Tabla 29



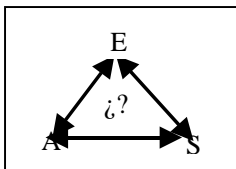
La relación 26 es la que primero aparece en la entrevista. En esta definición de elemento se pone de manifiesto la complejidad del uso adecuado del lenguaje científico, y en ella encontramos lo definido como parte de la definición.



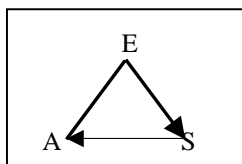
La relación 14 se encuentra en tres momentos diferentes. En el momento 2 aparece indicando que un elemento está definido por un número de protones y tiene unas propiedades características. En cambio, en los momentos 5 y 6 está referida de manera que se identifica el elemento con la sustancia simple.



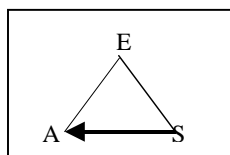
La relación 21, que aparece en el momento 3, asocia los elementos con las sustancias simples, ya sean naturales o artificiales.



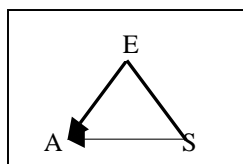
La relación 18 encontrada en los momentos 4 y 7 sintetiza la posición de P11, quien no puede precisar si los tres conceptos en cuestión son equivalentes o no.



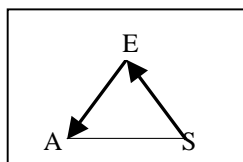
La relación 27, que aparece en el momento 8, muestra una visión de elemento como sustancia, similar a la de la primera definición de la entrevista.



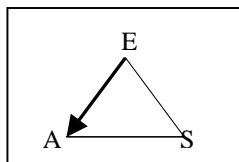
La relación 12, del momento 9, es consistente con las definiciones aceptadas en este trabajo.



La relación 25, presente en el momento 10, sugiere que elemento y sustancia simple son sinónimos.



La relación 8, encontrada en el momento 11, relaciona los tres conceptos a través del concepto de isótopo.



La relación 4, con la que concluye la entrevista, se refiere a la identificación de un elemento por su número atómico.

La Tabla 30 resume la frecuencia y los momentos en que P11 utilizó cada relación.

| Símbolo de la relación | Frecuencia | Momentos |
|------------------------|------------|----------|
|------------------------|------------|----------|

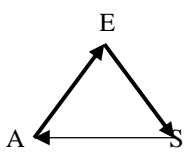
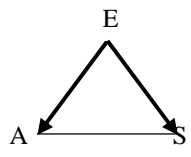
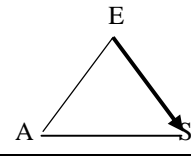
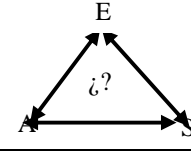
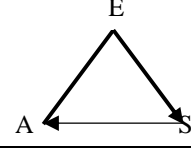
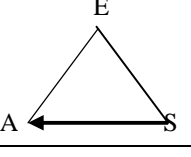
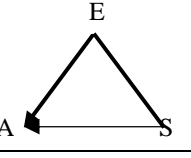
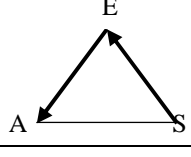
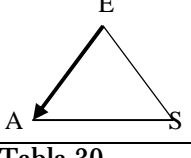
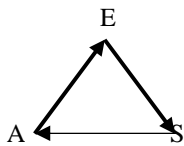
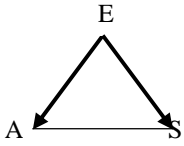
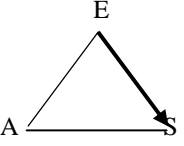
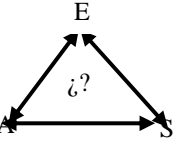
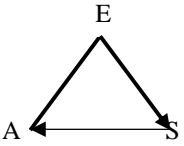
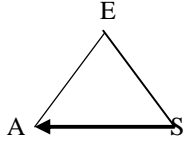
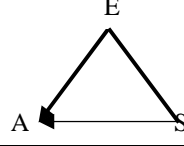
| | | |
|---|---|-------|
|  | 1 | 1 |
|  | 3 | 2,5,6 |
|  | 1 | 3 |
|  | 2 | 4,7 |
|  | 1 | 8 |
|  | 1 | 9 |
|  | 1 | 10 |
|  | 1 | 11 |
|  | 1 | 12 |

Tabla 30

En la Tabla 31 se resumen los distintos momentos de la entrevista.

| Símbolo de la relación | Momentos | | | | | | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|  | X | | | | | | | | | | | |
|  | | X | | | X | X | | | | | | |
|  | | | X | | | | | | | | | |
|  | | | | X | | | X | | | | | |
|  | | | | | | | | X | | | | |
|  | | | | | | | | | X | | | |
|  | | | | | | | | | | X | | |

Pues un elemento, creo yo, sí es una sustancia simple, hablando...sí, porque tendríamos que la sustancia compuesta, o los compuestos son una combinación de elementos.

E.- ¿Podría, por favor, definirme elemento, átomo y sustancia simple?

Huy... es que eso está muy berraco... (risas) Pues ya el elemento yo le di esa definición. Sustancia simple es aquella que está formada por átomos del mismo elemento y átomo es como la unidad más pequeña constitutiva de un elemento. Y elemento es la unidad básica de la materia que tiene unas propiedades características diferentes a las propiedades de otro elemento.

E.- Y en últimas ¿qué es lo que caracteriza a un elemento? Por ejemplo, tenemos carbono doce y carbono catorce... o carbono grafito y carbono diamante...

En últimas ¿qué es lo que caracteriza un elemento? Pues la constitución con base en las partículas elementales...

E.-. pero y el carbono doce y el carbono catorce...

Son isótopos que se diferencian en el número de partículas elementales que tienen sus átomos, y en ese caso son los neutrones.

E.- Y carbono grafito y carbono diamante...

Son formas alotrópicas de los elementos, o sea cristalizan de una manera distinta.

E.- Entonces, como sustancias simples tendrán propiedades distintas... y sin embargo, son del mismo elemento...

Es cierto, sí, cierto, o sea la cosa es más compleja... sí, tienen algunas propiedades distintas, habría que, como... porque esas son propiedades macroscópicas, las diferencias entre grafito y diamante, pero sus propiedades microscópicas probablemente son las mismas.

E.- pero entre un carbono doce y un carbono catorce, entonces ya son propiedades ¿qué? ¿De las microscópicas o qué?

La radioactividad... es una propiedad macroscópica, observable...

E.- Pero usted me dice que lo que diferencia al carbono doce del carbono catorce es el número de neutrones, ahí sí se podría tener un átomo del uno y un átomo del otro. Y yo podría decir estos dos átomos no son iguales, no son idénticos...

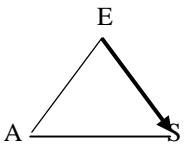
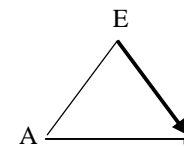
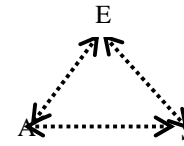
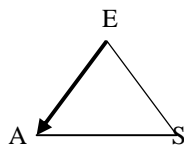
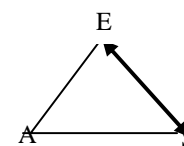
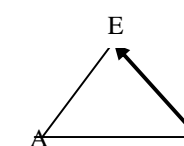
Claro que no son idénticos, estrictamente, no son idénticos...

E.- Sin embargo, todos son carbonos...

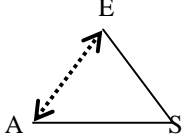
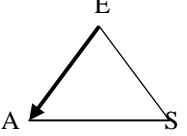
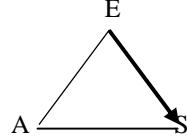
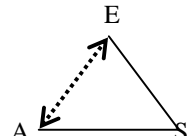
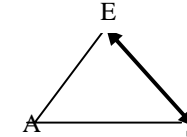
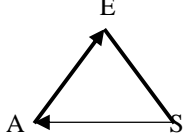
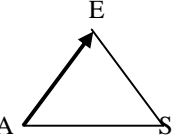
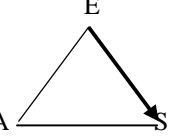
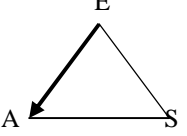
Sí. Pero precisamente por eso se definen los isótopos, que son átomos del mismo elemento pero con diferentes número de neutrones...

E.- Finalmente, lo único que tienen todos iguales es...

El número de electrones y el número de protones...

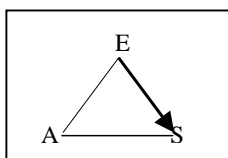
| Momento | Símbolo de la relación | Texto correspondiente |
|---------|---|---|
| 1 |  | <i>El elemento es la unidad básica de la materia...</i> |
| 2 |  | <i>...unidad básica de la materia... que pues define las propiedades, tiene unas propiedades características...</i> |
| 3 |  | <i>(Elemento, átomo y sustancia simple) Es que no es exactamente lo mismo.</i> |
| 4 |  | <i>Los elementos están compuestos de átomos.</i> |
| 5 |  | <i>...el hidrógeno es una sustancia simple..</i> |
| 6 |  | <i>...probablemente sí es análogo... una sustancia simple y un elemento.</i> |

Anexo 6

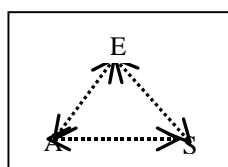
| | | |
|----|---|---|
| 7 |  | <p><i>Pero cuando uno habla de un elemento no necesariamente está hablando de un átomo.</i></p> |
| 8 |  | <p><i>...el elemento está compuesto de átomos...</i></p> |
| 9 |  | <p><i>Cuando uno ve un elemento, cuando usted ve oro, no está viendo un átomo, está viendo una colección de átomos.</i></p> |
| 10 |  | <p><i>...hay como que diferenciar un poquito el concepto de elemento con el concepto de átomo...</i></p> |
| 11 |  | <p><i>Pues un elemento, creo yo, sí es una sustancia simple..</i></p> |
| 12 |  | <p><i>Sustancia simple es aquella que está formada por átomos del mismo elemento...</i></p> |
| 13 |  | <p><i>...y átomo es como la unidad más pequeña constitutiva de un elemento.</i></p> |
| 14 |  | <p><i>Y elemento es la unidad básica de la materia que tiene unas propiedades características...</i></p> |
| 15 |  | <p><i>¿qué es lo que caracteriza un elemento? Pues la constitución con base en las partículas elementales...</i></p> |

| | | |
|----|--|--|
| 16 | | Y carbono grafito y carbono diamante... <i>Son formas alotrópicas de los elementos...</i> |
| 17 | | <i>...precisamente por eso se definen los isótopos, que son átomos del mismo elemento...</i> |
| 18 | | lo único que tienen todos iguales es... <i>El número de electrones y el número de protones...</i> |

Tabla 32

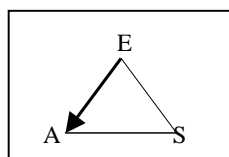


La relación 21 aparece en los momentos 1, 2, 9 y 14. En los momentos 1, 2 y 14, al definir elemento como “*unidad básica de la materia*”, podría parecer que P12 sugiere alguna similitud entre elemento y átomo, sin embargo, en el momento 9, al afirmar que: “*Cuando uno ve un elemento, [...] no está viendo un átomo, está viendo una colección de átomos*”, explícitamente P12 está indicando que son conceptos diferentes.

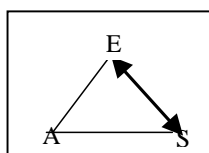


La relación 19 aparece en el momento 3 como parte de su reflexión acerca de los tres conceptos en cuestión.

la idea de elemento compuesto de otras obstante, es para definir consideradas estas las partículas subatómicas.

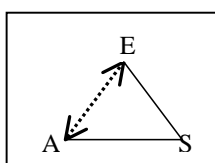


La relación 4 usada en los momentos 4 y 8 sugiere como algo macroscópico, con carácter de sustancia, más pequeñas, átomos. Esta misma relación, no utilizada más adelante, en los momentos 15 y 18 elemento con base en sus “*partículas elementales*”,



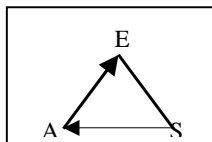
La relación 29 utilizada en los momentos 5, 6 y 11 muestra una visión de sustancia respecto al concepto de elemento.

La relación 28 en

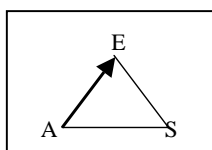


los momentos 7 y 10 ratifica la posición de P12 en

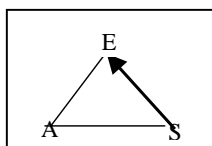
cuanto a que elemento y átomo son conceptos diferentes.



La relación 10 presente en el momento 12 es consistente con las definiciones aceptadas en este trabajo.



La relación 5 que aparece en los momentos 13 y 17 relaciona, en primer lugar, el átomo como la unidad más pequeña constituyente de un elemento y en segundo lugar, los isótopos como distintos átomos de un mismo elemento.



La relación 22 en el momento 16 está asociada al concepto de alótopos.

| Símbolo de la relación | Frecuencia | Momentos |
|------------------------|------------|-----------|
| | 4 | 1,2,9,14 |
| | 1 | 3 |
| | 4 | 4,8,15,18 |
| | 3 | 5,6,11 |

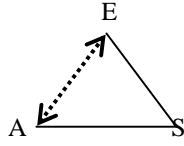
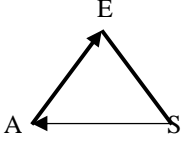
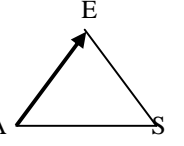
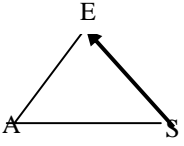
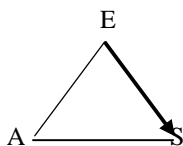
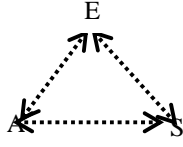
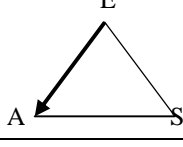
| | | |
|--|---|-------|
|  | 2 | 7,10 |
|  | 1 | 12 |
|  | 2 | 13,17 |
|  | 1 | 16 |

Tabla 33

| Símbolo de la relación | Momentos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|  | X | X | | | | | | | X | | | | | X | | | | |
|  | | | X | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | X | | | | X | | | | | | | X | | | X |

por ejemplo, de zinc, ese es un elemento... Ahora, cuando es una sustancia simple, ya la cosa cambia un poco, porque una sustancia simple, ya es la combinación de elementos... quizás ahí hay...

E.- pero cuando se habla de sustancia simple, estamos hablando de un solo elemento...

Pero, por ejemplo, el hidrógeno, es... el hidrógeno no es un átomo, es el hidrógeno H₂ molecular...

E.- perfecto, pero de todas maneras está constituido por un solo tipo...

Pero no es un átomo, o sea que ahí hay una contradicción, digamos así... porque no es un átomo, aunque sea sustancia simple.

E.- ¿Podría, por favor, definirme elemento, átomo y sustancia simple?

Ahí si me tocaría pensarlo...

| Momento | Símbolo de la relación | Texto correspondiente |
|---------|------------------------|--|
| 1 | | <i>Un elemento químico es un sistema único que lo hace completamente diferente en sus propiedades físicas, químicas, termodinámicas, a otro y que se diferencia uno de otro en su composición, llamémoslo así, composición nuclear, composición electrónica...</i> |
| 2 | | <i>Elemento, átomo y sustancia simple.. casi nosotros los químicos hablamos de las mismas cosas.</i> |
| 3 | | <i>Cuando decimos de un elemento, hablamos de un átomo.</i> |
| 4 | | <i>...el átomo, por ejemplo, de zinc, ese es un elemento...</i> |

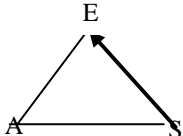
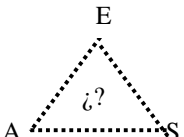
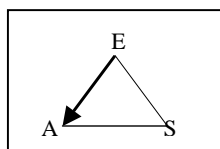
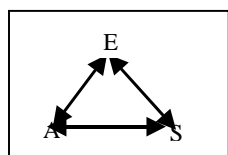
| | | |
|---|---|---|
| 5 |  | <p>...porque una sustancia simple, ya es la combinación de elementos...</p> |
| 6 |  | <p>¿Podría, por favor, definirme elemento, átomo y sustancia simple? Ahí si me tocaría pensarlo...</p> |

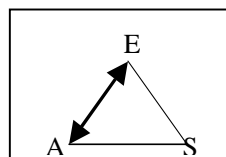
Tabla 38



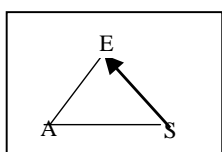
La relación 4 aparece en el primer momento de la entrevista cuando P13 define elemento en función de ciertas características propias de los átomos, como su “*composición nuclear, composición electrónica...*”



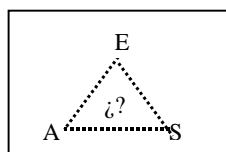
La relación 20 se encuentra en el momento 2 y expresada, de manera vaga, la posibilidad de que los tres conceptos sean equivalentes.



La relación 1 está presente, de forma explícita en los momentos 3 y 4.



La relación 22, en el momento 5, muestra una concepción equivocada de P13 respecto al concepto de sustancia simple.



La relación 17, con la cual concluye la entrevista, evidencia que P13 no tiene una posición definida respecto q estos tres conceptos, dejando la respuesta pendiente para después.

| Símbolo de la relación | Frecuencia | Momentos |
|------------------------|------------|----------|
|------------------------|------------|----------|

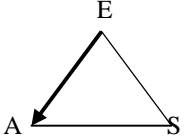
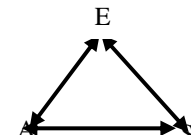
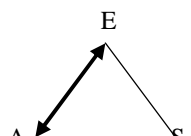
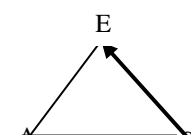
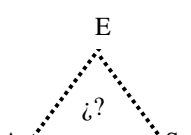
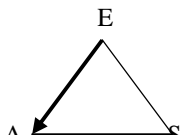
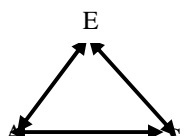
| | | |
|---|---|-----|
|  | 1 | 1 |
|  | 1 | 2 |
|  | 2 | 3,4 |
|  | 1 | 5 |
|  | 1 | 6 |

Tabla 39

| Símbolo de la relación | Momentos | | | | | |
|---|----------|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  | X | | | | | |
|  | | X | | | | |

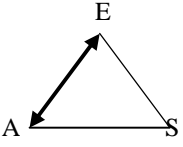
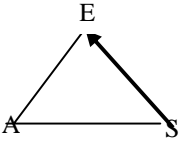
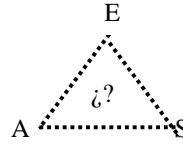
| | | | | | | |
|---|--|--|---|---|---|--|
|  | | | X | X | | |
|  | | | | | X | |
|  | | | | | | |

Tabla 40

P14

9.- ¿Qué es para usted un elemento?

¿Qué es exactamente un elemento químico? ... la definición normal ¿normal? ¿cómo es que explicaban eso que ya ni me acuerdo? La menor cantidad de materia de un...¿qué, perdón?... ¡ah!... un elemento... no átomo...

Es una sustancia que no puede ser descompuesta en otras por medios químicos.

10.- ¿Usted considera que es lo mismo átomo, elemento y sustancia simple?

Un elemento, no. El elemento está formado por átomos.

E.- ¿Y la sustancia simple?

Es el átomo.

11.- Estoy haciendo un diccionario de química... y yo quisiera que, por favor, me definiera qué es un elemento, un átomo y una sustancia simple.

(Risas) No me haga mucho caso... Pues para mí, esto de sustancia simple y elemento no... no encuentro la diferencia, a lo mejor existe, pero a efectos prácticos, no se la veo. Para mí un átomo es una sustancia simple.

E.- Un átomo es una sustancia simple... y un elemento...

Un elemento... y un elemento está formado por átomos.

E.- Entonces, ¿lo que sería distinto sería el átomo? ¿El átomo distinto de elemento y de sustancia simple?

Sí, porque son cosas diferentes...(risas)

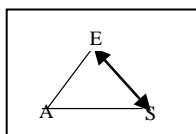
E.- Sí, yo sé que esto parece un juego de palabras...

La sustancia, la sustancia... es el elemento, y ¿de qué está formado ese elemento? Mirémoslo con una lupa... está formado por electrones, por protones, por todo aquello, y eso es un átomo.

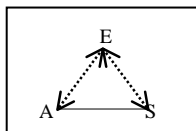
| Momento | Símbolo de la relación | Texto correspondiente |
|---------|------------------------|--|
| 1 | | <i>(Un elemento...) Es una sustancia que no puede ser descompuesta en otras por medios químicos.</i> |

| | | |
|----|--|--|
| 2 | | <p>¿Usted considera que es lo mismo átomo, elemento y sustancia simple?</p> <p><i>Un elemento, no.</i></p> |
| 3 | | <p><i>El elemento está formado por átomos.</i></p> |
| 4 | | <p>¿Y la sustancia simple?</p> <p><i>Es el átomo.</i></p> |
| 5 | | <p><i>...esto de sustancia simple y elemento no... no encuentro la diferencia, a lo mejor existe, pero a efectos prácticos, no se la veo.</i></p> |
| 6 | | <p><i>Para mí un átomo es una sustancia simple.</i></p> |
| 7 | | <p><i>...y un elemento está formado por átomos.</i></p> |
| 8 | | <p>¿El átomo distinto de elemento y de sustancia simple?</p> <p><i>Sí, porque son cosas diferentes...(risas)</i></p> |
| 9 | | <p><i>...la sustancia... es el elemento...</i></p> |
| 10 | | <p><i>¿de qué está formado ese elemento? Mirémoslo con una lupa... está formado por electrones, por protones, por todo aquello, y eso es un átomo.</i></p> |

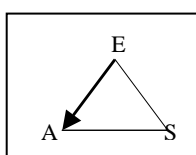
Tabla 38



La relación 29 aparece en los momentos 1, 5 y 9 mostrando, aparentemente, una visión sustancialista a todo lo largo de la entrevista.

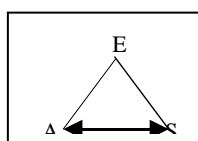


La relación 15 presente en el momento 2, sin embargo, muestra que para P14 elemento es un concepto distinto de átomo y de sustancia simple.

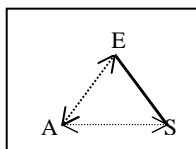


La relación 4 se encuentra en los momentos 3, 7 y 10. En todos es utilizada en el sentido en que un elemento está formado por átomos, dándole así una connotación de sustancia simple al concepto de elemento.

átomo con el



La relación 13 aparece equiparando el significado de de sustancia simple como si fueran una misma cosa.



La relación 7 está presente en el momento 8, diferenciando, explícitamente el concepto de átomo del de elemento y el de sustancia simple.

| Símbolo de la relación | Frecuencia | Momentos |
|------------------------|------------|----------|
| | 3 | 1,5,9 |
| | 1 | 2 |
| | 2 | 3,7,10 |
| | 2 | 4,6 |

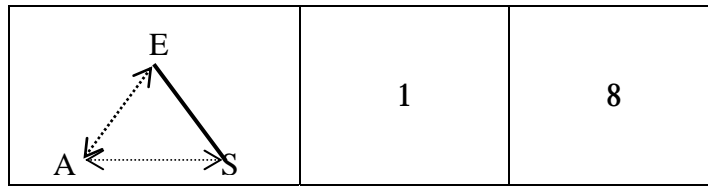


Tabla 39

| Símbolo de la relación | Momentos | | | | | | | | | |
|------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | x | | | | x | | | | x | |
| | | x | | | | | | | | |
| | | | x | | | | x | | | x |
| | | | | x | | x | | | | |
| | | | | | | | | x | | |

Tabla 40

P15.

E.- ¿Usted, por favor, me puede definir qué es para usted un elemento?

¿Un elemento?

E.- Un elemento...

Es el que... para mí... a ver... es que aquí hay la diferencia entre definir elemento y definir átomo. Un elemento es sólo un conjunto de átomos que tienen el mismo número atómico, no así necesariamente el mismo peso atómico. Y, por lo tanto, entraríamos primero, antes de hablar de lo que es un elemento, me vería en la obligación, primero de hablar del átomo, luego de los isótopos y por último, hablar del elemento. Que sí que tendrá el mismo número atómico. Cuando hablo de litio, diré tiene número atómico tres, pero no necesariamente tienen el mismo peso atómico todos los átomos que forman este elemento. Y por lo tanto, le confiere unas propiedades particulares, de estabilidad, de núcleo, etc. Para mí, esto es un elemento, con una estructura determinada. Pero antes no llegaría a definir elemento... no lo definiría en primero de una manera fácil, ¿eh?

9.- ¿Usted considera que es lo mismo elemento, átomo y sustancia simple?

No, no... no, además, rotundamente, no. O sea, un átomo es el que tiene un número atómico y un peso atómico, una masa atómica determinada y en cambio, un elemento, no. Elemento tiene un número atómico, pero no necesariamente un peso atómico. El potasio, tenemos el potasio, está clarísimo, es el ejemplo, para mí, clarísimo... Potasio 19, pero es potasio 39, potasio 41, son dos átomos, dos isótopos, y esto, el potasio con el 39 popopón... sería el elemento.

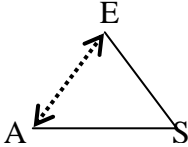
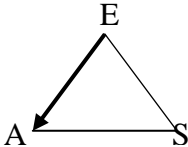
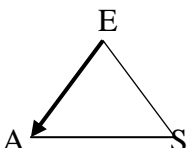
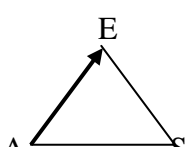
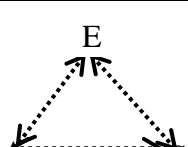
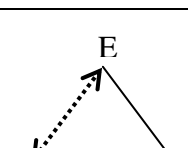
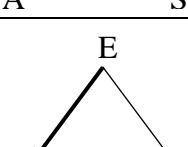
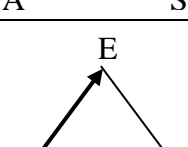
E.- ¿Y la sustancia simple?

Es que para mí, no me gusta la definición., Porque podríamos definir, algún libro lo dice, pero a mí no me gusta, que es aquella que está formada por un solo átomo, o por un solo tipo de átomos, y eso ya entra en contradicción, porque no sería ni el elemento, sería el átomo. Por lo tanto a mí, hablar de sustancia simple... no me gusta. O sea, a veces la gente hace el símil, en algún libro, cada vez menos, pero en algún libro hacen un símil entre sustancia simple y elemento y otros no. Otros dicen, por ejemplo, la sustancia simple es el agua, tan simple no es, para mí es una cosa bastante más complicada. O sea, ¿qué entendemos por sustancia simple? Yo no la utilizo, ni sustancia compuesta. Yo hablo de elementos y compuestos.

10.- Estoy haciendo un diccionario de química, ¿podría, por favor, definirme elemento, átomo y sustancia simple?

¡Ah! Porque es complicado, ¿eh? Porque se entran en contradicciones bastante graves. Bueno, tendría que pensarlo un rato para escribirlo en un libro. No es tan fácil, ¿eh? Supongo que lo escribiría y le estaría dando vueltas, pero bueno, el átomo es la unidad más simple que existe con unas propiedades propias y que tiene una masa atómica y un número atómico determinado. Punto, y pondría ejemplos. Bueno, claro, en un diccionario, no pondría ejemplos, por lo tanto tendría que pensar muy bien la definición. Por ejemplo, pondría, un átomo es de litio. El litio, pero no el litio con este número de aquí, sino el litio con el 3 y aquí el 6 o el 7. Esto para mí es un átomo. En cambio, para pasar a elemento, ya diría que son un conjunto de átomos con un mismo número atómico pero en ningún el peso atómico, por lo tanto, antes de definir elemento, me vería obligada en este diccionario a definir isótopo. Y aquí comentaría varios casos. Porque, por ejemplo, cloro, 17, 35, átomo, cloro, 17, 37, átomo, o sea, esto es el mismo átomo porque tiene el mismo número atómico, pero la suma de estos, con un

porcentaje, el que sea, da el 17.35, lo que sea, y esto sería, para mí, el elemento. No hablaría, en ningún caso de sustancia simple en el diccionario.

| Momento | Símbolo de la relación | Texto correspondiente |
|---------|---|--|
| 1 |  | <i>...hay la diferencia entre definir elemento y definir átomo.</i> |
| 2 |  | <i>Un elemento es sólo un conjunto de átomos que tienen el mismo número atómico, no así necesariamente el mismo peso atómico.</i> |
| 3 |  | <i>...elemento. Que sí que tendrá el mismo número atómico...</i> |
| 4 |  | <i>Cuando hablo de litio, diré tiene número atómico tres, pero no necesariamente tienen el mismo peso atómico todos los átomos que forman este elemento.</i> |
| 5 |  | <i>¿Usted considera que es lo mismo elemento, átomo y sustancia simple? No, no... no, además, rotundamente, no.</i> |
| 6 |  | <i>...un átomo es el que tiene un número atómico y un peso atómico, una masa atómica determinada y en cambio, un elemento, no.</i> |
| 7 |  | <i>Elemento tiene un número atómico, pero no necesariamente un peso atómico.</i> |
| 8 |  | <i>Potasio 19, pero es potasio 39, potasio 41, son dos átomos, dos isótopos, y esto, el potasio con el 39 [...] sería el elemento.</i> |

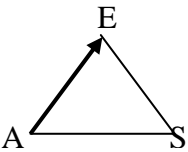
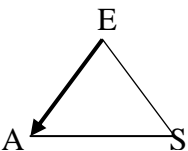
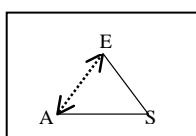
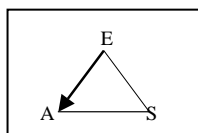
| | | |
|----|---|--|
| 9 |  | <p>...el átomo es la unidad más simple que existe con unas propiedades propias y que tiene una masa atómica y un número atómico determinado...</p> |
| 10 |  | <p>...elemento, ya diría que son un conjunto de átomos con un mismo número atómico pero en ningún caso el peso atómico...</p> |

Tabla 41

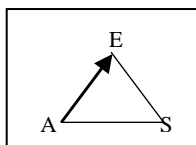


La relación 28 se encuentra en los momentos 1 y 6 cuando P15 plantea su posición de que elemento y átomo son dos conceptos diferentes.

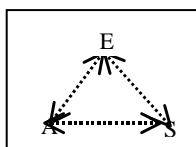
La relación 4 elemento propiedad



aparece en los momentos 2, 3, 7 y 10 en el sentido de como un conjunto de átomos caracterizado por una particular, su número atómico.



La relación 5 es utilizada en tres momentos para referirse a tres aspectos diferentes de la relación entre átomo y elemento. En el momento 4 para mostrar la diferencia entre los dos conceptos. En el momento 8 para ejemplificar la diferencia entre los isótopos y el elemento. Finalmente, en el momento 9 para definir átomo como la mínima expresión de un elemento.



La relación 19, presente en el momento 5 resume la posición de P15 en cuanto a que elemento, átomo y sustancia simple son tres conceptos diferentes.

| Símbolo de la relación | Frecuencia | Momentos |
|------------------------|------------|----------|
|------------------------|------------|----------|

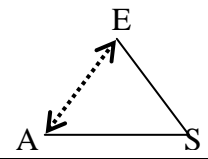
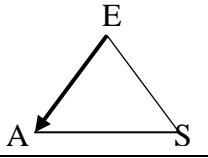
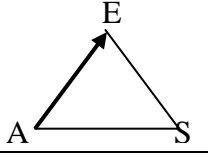
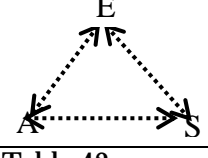
| | | |
|--|---|----------|
|  | 2 | 1,6 |
|  | 4 | 2,3,7,10 |
|  | 3 | 4,8,9 |
|  | 1 | 5 |

Tabla 42

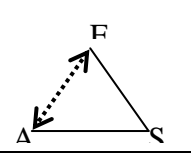
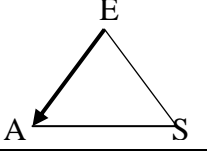
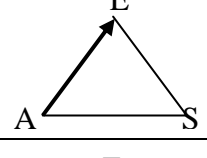
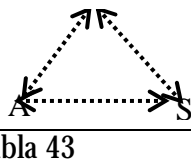
| Símbolo de la relación | Momentos | | | | | | | | | |
|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|  | x | | | | | x | | | | |
|  | | x | x | | | | x | | | x |
|  | | | | x | | | | x | x | |
|  | | | | | x | | | | | |

Tabla 43

P16:

- ¿qué es para usted un elemento?

Bueno, no es fácil, pero un elemento químico... no... aquello de la parte más pequeña, o sea... un elemento químico... Bueno, pues a ver, ahora quizás te diga una analogía, son los ladrillos con los que está construida la materia. Es decir, los elementos químicos son las unidades básicas de la materia, las unidades básicas de la materia, y cada elemento tiene unas características únicas. El conjunto de características es único. O sea, cada elemento tiene una individualidad y en base a estos más o menos cien elementos se puede explicar la constitución del mundo mineral y la constitución de los seres vivos, y de, en realidad, del planeta tierra.

10.- ¿es lo mismo elemento, átomo y sustancia simple?

Un elemento está formado por átomos. O sea, la parte más pequeña, como decir, medible, de un elemento es un átomo. Y sustancia simple, pues si una sustancia compuesta está formada por átomos diferentes, un elemento es una sustancia simple. Pero vamos, yo esto, no sé, a lo mejor tú no estás de acuerdo.

11.- Estoy haciendo un diccionario de química...

Pero yo no puedo improvisar una definición. Un diccionario es una definición.

E.- Claro, y yo quisiera que usted me definiera cada uno de estos tres conceptos.

Lo primero que haría sería mirar otros diccionarios. Hoy no se puede inventar casi nada. O sea que, los genios inventan, pero como que yo no estoy en este género, seguro que me iría mejor mirar en otros diccionarios. Entonces, definir elemento químico no es tan fácil. Ahora, que un elemento está formado por átomos, esto sí que me parece... y que el átomo es un conjunto de partículas. Pero es que incluso mejor que buscar un diccionario, quizá me iría a hablar con un físico nuclear o con un físico atómico nuclear. Es decir, hoy, ¿cuántas partículas tiene un átomo? ja... yo como químico, creo que me olvido de muchas ¿vale? Sustancia simple es fácil, ¿no? No le veo... No sé si metafísicamente hay más problemas, yo no se los veo...

E.- Entonces, la sustancia simple ¿sería qué?

La que está formada por un único tipo de átomo.

Comentario adicional:

El diamante y el grafito son el mismo elemento químico. Tienen una diferente forma de presentarse, según las condiciones en que se han formado.

No, pero con los isótopos es más complicado, porque tienen diferente número de neutrones y claro, la masa ya no es la misma, ¿eh?

Nosotros hacemos siempre la suposición cuando hablamos así, de manera simplista de que elemento químico, como dice Dalton, ¿no? Cada elemento está formado por átomos de la misma masa. Bueno, pues no es estrictamente así. Pero en cuanto a las propiedades químicas sí que básicamente es así. Que un elemento químico tiene unas propiedades que vienen marcadas por su configuración electrónica.

Pero para mí me parece mucho más atractivo decir que todo lo que observamos, todo lo que tenemos alrededor, incluso cosas que nosotros no podemos captar, porque la atmósfera tiene unos kilómetros. La tierra no es sólo la corteza que nosotros estamos pisando, y los organismos vivos pues tienen una riqueza y una diversidad impresionante. Pero todo esto, todo esto, si nosotros pudiéramos mirarlo con un microscopio de efecto túnel, todo en el fondo está formado por átomos y por tanto, está formado por elementos. O sea que en base a estos elementos se puede explicar muchísimas cosas relacionadas con nuestra existencia y con nuestra calidad de vida. O sea, por eso yo digo que todo es química, porque una cosa es lo que observamos con los ojos, y otra cosa es lo que hay detrás de lo que uno puede ver con la vista, y lo que hay detrás son elementos químicos, son átomos de elementos químicos.

| Momento | Símbolo de la relación | Texto correspondiente |
|---------|------------------------|--|
| 1 | | <i>...un elemento químico... Bueno, pues a ver, ahora quizás te diga una analogía, son los ladrillos con los que está construida la materia...</i> |
| 2 | | <i>...elementos químicos son las unidades básicas de la materia...</i> |
| 3 | | <i>Un elemento está formado por átomos.</i> |
| 4 | | <i>... la parte más pequeña, como decir, medible, de un elemento es un átomo.</i> |
| 5 | | <i>...un elemento es una sustancia simple...</i> |
| 6 | | <i>...elemento está formado por átomos...</i> |

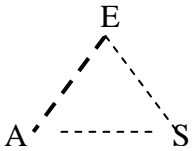
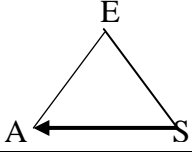
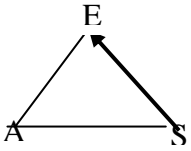
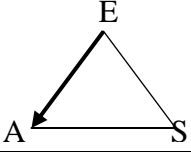
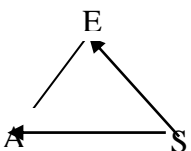
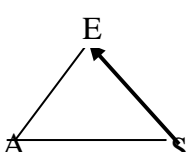
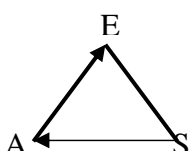
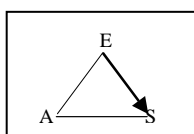
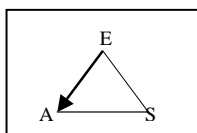
| | | |
|----|---|---|
| 7 |  | <i>...el átomo es un conjunto de partículas...</i> |
| 8 |  | la sustancia simple ¿sería qué? <i>La que está formada por un único tipo de átomo.</i> |
| 9 |  | <i>El diamante y el grafito son el mismo elemento químico.</i> |
| 10 |  | <i>...elemento químico tiene unas propiedades que vienen marcadas por su configuración electrónica.</i> |
| 11 |  | <i>...todo en el fondo está formado por átomos y por tanto, está formado por elementos.</i> |
| 12 |  | <i>...lo que hay detrás son elementos químicos,</i> |
| 13 |  | <i>...son átomos de elementos químicos.</i> |

Tabla 44

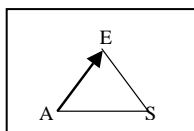


La relación 21 es utilizada en los momentos 1 y 2 de la entrevista, definiendo elemento como constituyente de la materia, lo cual sugiere la idea de átomo.

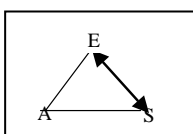
La relación momentos relación



4 aparece en tres momentos de la entrevista. En los 3 y 6 el concepto de elemento y el de átomo tienen una todo - parte, o macro - micro. En el momento 10 elemento está definido en función de su configuración electrónica.

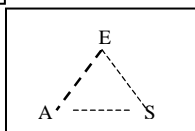


La relación 5 se encuentra en el momento 4 ratificando la relación átomo elemento, como parte y todo.

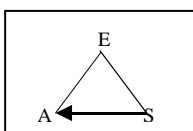


La relación 29 está presente en el momento 5 cuando P16 afirma que elemento es una sustancia simple.

La relación función de sustancia

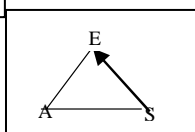


16 aparece en el momento 7 cuando P16 define átomo en sus partículas y no lo relaciona ni con elemento ni con simple.

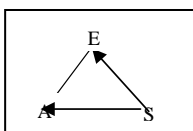


La relación 12 está en el momento 8 al definir el concepto sustancia simple en forma similar al aceptado en este trabajo.

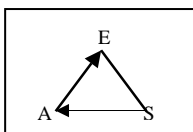
La relación alótropo, y como todo



22 aparece en el momento 9 relacionado con el concepto de en el momento 12 al relacionar sustancia simple y elemento y parte respectivamente.



La relación 23 se encuentra en el momento 11, cuando nuevamente se sugiere que átomos y elementos son equivalentes ya que son los constituyentes últimos de la materia.



La relación 10 conecta los tres conceptos en cuestión, aclarando que lo que constituye toda la materia son “*átomos de elementos químicos*”.

| Símbolo de la relación | Frecuencia | Momentos |
|------------------------|------------|----------|
| | 2 | 1,2 |
| | 3 | 3,6,10 |
| | 1 | 4 |
| | 1 | 5 |

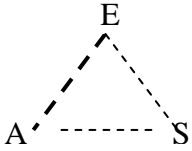
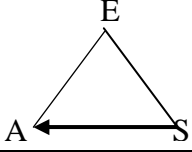
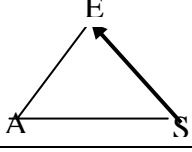
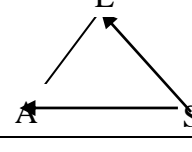
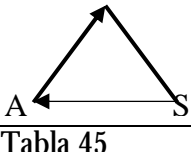
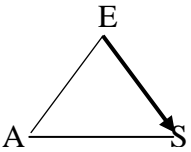
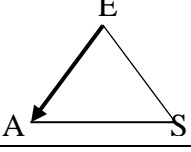
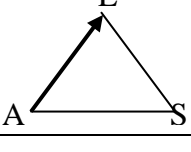
| | | |
|---|---|------|
|  | 1 | 7 |
|  | 1 | 8 |
|  | 2 | 9,12 |
|  | 1 | 11 |
|  | 1 | 13 |

Tabla 45

| Símbolo de la relación | Momentos | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|  | x | x | | | | | | | | | | | |
|  | | | x | | | x | | | | x | | | |
|  | | | | x | | | | | | | | | |

Anexo 7

Analogías sobre tabla periódica

Tabla periódica

Conceptos:

- Ley periódica
- Tabla periódica
- Carga nuclear efectiva
- Energía de ionización
- Afinidad electrónica
- Electronegatividad
- Polarizabilidad
- Grupos de la tabla periódica
- Periodos de la tabla periódica

| Analogía | Referencia | Propuesta por |
|----------|------------------------------|---------------|
| 1 | Escalas musicales | |
| 2 | Leyes humanas | |
| 3 | Horario de clases | P1, P3 |
| 4 | Rompecabezas | P2 |
| 5 | Edificio | |
| 6 | Castillo | |
| 7 | Directorio Telefónico | P1 |
| 8 | Estudiantes de un aula | |
| 9 | Concierto | P1,P9 |
| 10 | Lo que se ve de la profesora | Investigadora |
| 11 | Alguien entre otros dos | |
| 12 | Partido de fútbol | |
| 13 | Juego de niños y niñas | |
| 14 | Una nube de electrones | P2 |
| 15 | La rosa | P9 |
| 16 | Padre e hijo pequeño | P1 |
| 17 | Cometa | Investigadora |
| 18 | Personaje con un sombrero | |
| 19 | Persona saltando de un pozo | P2 |
| 20 | Obstáculos entre dos | |
| 21 | El hijo que se va de casa | |
| 22 | Buenas amistades | P1 |
| 23 | Atracción hombre-mujer | |
| 24 | Persona cayendo a un pozo | P2 |

| | | |
|----|--------------------------------|---------------|
| 25 | El hijo vuelve a casa | |
| 26 | Liderazgo | P1 |
| 27 | Chica que atrae chicos | |
| 28 | Pozo más profundo | P2 |
| 29 | Valor de la boleta | |
| 30 | Persona fuerte y otra débil | |
| 31 | Aula de chicos distorsionada | Investigadora |
| 32 | Espacio caliente y ventana | P9 |
| 33 | Dos de la mano y los empujan | |
| 34 | Sirena que dispersa los coches | P1 |
| 35 | Bola de goma | P2 |
| 36 | Helicóptero de guerra | P1 |
| 37 | Equipos de fútbol | |
| 38 | Apartamentos del edificio | |
| 39 | Días de la semana (horario) | P1 |
| 40 | Comportamiento de una tribu | |
| 41 | Habitantes del castillo | |
| 42 | Escalas musicales | |
| 43 | Pisos(niveles) del edificio | |
| 44 | Rangos del ejército | P1 |
| 45 | Comportamiento de una tribu | |

En el análisis detallado de las analogías solamente hemos modificado la denominación de los profesores que también participaron en la investigación sobre la enseñanza de la tabla periódica. Para los demás hemos conservado la denominación original. de los profesores en la investigación sobre las analogías

Ley periódica

El 1 de marzo de 1869, 17 de febrero en el antiguo calendario ruso, se hizo público el “Ensayo sobre un sistema de los elementos según sus pesos atómicos y funciones químicas”, y el 6 de marzo N. Menchutkin presentó ante la Sociedad Química Rusa el informe de Mendeleiev titulado “Relación entre las propiedades y los pesos atómicos de los elementos”, publicado en el *Diario de la Sociedad Química Rusa* (1869, año 1º, vol II y III, págs. 60–77) (Kolodkine, 1963).

La ley periódica promulgada por Dimitri Mendeleiev en su libro *Principios de Química* y conocida por la Sociedad de los químicos rusos, enunciaba:

“Los elementos dispuestos según la magnitud de sus pesos atómicos presentan una periodicidad manifiesta en sus propiedades.”

Antes de Mendeleiev otros habían tratado de organizar los elementos químicos conocidos hasta entonces. Uno de ellos fue el inglés John Alexander Newlands, quien propuso ordenarlos como octavas musicales, ya que el octavo elemento repetía las características del primero, y así sucesivamente como las notas musicales. Sin embargo, cuando llevó su idea

de la ley de las octavas ante la Chemical Society, todos se burlaron de él preguntándole por qué mejor no los había colocado en orden alfabético.

Analogía 1

Probablemente sacando de la historia esta idea de Newlands, D6 propuso su analogía:

| | |
|-----------------------|--|
| Las escalas musicales | Se repiten las notas aunque tengan octavas más altas |
|-----------------------|--|

Condición pragmática: La ley periódica trae consigo la idea de la repetición de propiedades cada cierto número de elementos, al igual que sucede con las escalas musicales. Esta periodicidad es la que precisamente resalta D6 en su analogía del tipo 2.a.

Semejanza semántica: D6 describe en el cuestionario complementario solamente las características del análogo; no obstante, podemos transferirlas al objetivo diciendo que *“se repiten las propiedades aunque tengan energías más altas (o varíen en algo las características propias de cada elemento)”*.

| Análogo | Objetivo |
|--------------------------------------|--|
| notas musicales escalas musicales | elementos químicos períodos de la tabla periódica |

Semejanza estructural: Las notas musicales se repiten por octavas de manera similar a como las propiedades químicas se repiten periódicamente.

Analogía 2

D15, por su parte, presenta su analogía del tipo 2.a basado en el concepto de ley como norma que todos deben cumplir, en el sentido del derecho constitucional, por ejemplo.

“Las leyes humanas. Todos tenemos iguales derechos y obligaciones. Hay derecho constitucional.”

Condición pragmática: D15, por su parte, resalta el carácter general de la ley periódica. De ahí que más que tomar la característica de que ciertas propiedades se repiten cada determinado número de elementos, lo que se destaca en su analogía es que los elementos químicos se comportan de acuerdo a una ley general, como se supone que debe suceder con los seres humanos.

Semejanza semántica: En esta analogía volvemos a encontrar una información muy sucinta. Sin embargo, podemos suponer, como se ha hecho ya, que lo que D15 quiere resaltar es el hecho de que *una ley debe de ser cumplida*, en un caso, por hombres y mujeres, y en el otro, por los elementos químicos.

| Análogo | Objetivo |
|---------|----------|
|---------|----------|

leyes humanas

ley periódica

Semejanza estructural: Las leyes humanas determinan los derechos y deberes de los seres humanos así como la ley periódica pone de manifiesto las características repetitivas del comportamiento de los elementos químicos.

Analogía 3

P1 y P3 toman como base la repetición de los días de la semana y del mes para explicar la ley periódica. P1 justifica su escogencia explicando que:

“Para un estudiante los días de la semana se repiten periódicamente según su horario de clases. A cada día le corresponde un determinado número de actividades”.

Y luego añade que: *“Cada día de la semana se repite (como en los grupos).”*

A mi modo de ver, esta analogía podría también utilizarse para explicar la tabla periódica.

Condición pragmática: En este caso la condición pragmática y la semejanza semántica están estrechamente relacionadas. Para comprender la elección que P1 y P3 han hecho de este análogo hay que conocer de antemano la representación gráfica de la tabla periódica, como un tablero en el que los elementos están dispuestos en filas y columnas, de una forma muy parecida a un calendario. La ley periódica se refiere a la manera en que las propiedades se repiten en esa tabla.

Semejanza semántica: Tal como lo plantean P1 y P3, *“Para un estudiante los días de la semana se repiten periódicamente según su horario de clases. A cada día le corresponde un determinado número de actividades.”* En la tabla periódica, como dice la ley periódica, las propiedades también *se repiten periódicamente*. La aclaración final, *“Cada día de la semana se repite (como en los grupos)”*, corrobora la utilidad de esta misma analogía para explicar tanto la ley como la tabla periódica. Finalmente, la similitud en las formas de la tabla periódica y del almanaque, son otra forma de lenguaje gráfico que sirve de facilitador en la recuperación oportuna del análogo.

Entonces tanto para explicar la ley como la tabla, la correspondencia de análogos y objetivos sería:

| Análogo | Objetivo |
|--|--|
| los días de la semana el mismo día de la semana a lo largo del mes | periodos de la tabla periódica grupos de la tabla periódica |

Semejanza estructural: La tabla periódica ordena en filas (periodos) y columnas (grupos) los elementos químicos como un almanaque ordena los días del mes en filas (días de la semana) y columnas (el mismo día de la semana). Los días del mes se repiten periódicamente cada semana y las semanas se repiten a lo largo del mes. De manera similar el comportamiento de los elementos químicos se repite cada vez que se completa un período.

En estas tres analogías para explicar la ley periódica encontramos que la primera, la de las escalas musicales hace referencia al hecho experimental de que las propiedades químicas se repiten periódicamente. La segunda se refiere a la ley en sí, es decir, a la declaración de cómo es el comportamiento de los elementos químicos. Y, finalmente, la tercera analogía alude tanto al hecho de la periodicidad en sí como a su representación gráfica.

6.3.2.2. Tabla periódica

Junto con la promulgación de la ley periódica, los elementos fueron colocados en orden de acuerdo a la repetición sistemática de sus propiedades. Es bien sabido que Mendeleiev se hizo famoso por dejar en blanco los espacios correspondientes a elementos aún no descubiertos en ese momento, para los cuales, además, previó sus principales características. Esta ordenación de los elementos en filas y columnas se conoce desde entonces como tabla periódica de los elementos químicos, y todavía hoy los rusos recuerdan con orgullo a su histórico maestro, añadiendo siempre “tabla periódica de Mendeleiev”.

A pesar de que cuando se diseñó la tabla periódica no se conocía la estructura interna del átomo, hoy en día ya sabemos que los elementos de un mismo período (filas) están llenando un mismo nivel de energía, mientras que los que se encuentran en un mismo grupo (columnas) tienen el mismo número de electrones de valencia.

Para explicar grosso modo lo que es la tabla periódica, los docentes presentaron varias analogías.

Analogía 4

P2, se refiere al hecho histórico de cómo Mendeleiev llegó a su ley periódica y a su modelo de la tabla periódica:

“La única analogía, quizás no una analogía sino tal vez un símil, es como un rompecabezas. Entonces yo les digo que lo que tenía Mendeleiev era un rompecabezas de datos empíricos y lo que hizo fue poner en cada pieza del rompecabezas un elemento químico y armarlo y ahí le quedó bien la tabla, pero no recuerdo ninguna otra analogía.”

No obstante, este símil tomado de un elemento de juego comúnmente conocido, como bien lo denomina P2, puede extenderse a una analogía si extrapolamos las características más sobresalientes del análogo a las del objetivo.

Condición pragmática: P2 explica en sus propias palabras el porqué de la elección de su símil, recordando la historia de cómo Mendeleiev llegó a su tabla periódica.

“Entonces yo les digo que lo que tenía Mendeleiev era un rompecabezas de datos empíricos y lo que hizo fue poner en cada pieza del rompecabezas un elemento químico y armarlo y ahí le quedó bien la tabla.”

Semejanza semántica: Considerando que P2 tiene muy claras y explícitas las razones para escoger su símil, las fichas del rompecabezas, tal como P2 lo detalla, estarán asociadas a cada recuadro que simboliza a cada elemento en la tabla periódica.

| Análogo | Objetivo |
|--|---|
| fichas del rompecabezas armar el rompecabezas | elementos con sus propiedades armar la tabla periódica |

Semejanzas estructural: Si consideramos que cada elemento con sus características es similar a cada una de las fichas del rompecabezas, una vez que estas están ordenadas, dan la visión global de la ley de la periodicidad del comportamiento químico.

Analogía 5

“En Tabla Periódica, pues, sí, el del edificio [...] un edificio tiene varios apartamentos ordenados norte, sur, oriente, occidente... entonces cada zona debido a su posición tiene un balcón, dos balcones, tres balcones...que correspondería al número de electrones. Para subir de un piso a otro tengo que tener un número mayor de escalones. Entonces juego con eso para entender el orden que hay entre los grupos y los períodos.” (D6)

En esta analogía presentada por D6 se toma un elemento de la vida cotidiana, un edificio de apartamentos. Las correspondencias del análogo y del objetivo se van señalando cuando D6 va describiendo: “cada zona debido a su posición tiene un balcón, dos balcones, tres balcones...que correspondería al número de electrones”. Está claro que el número de balcones equivalen a los electrones que ya sabemos que determinan el grupo. Después D6 continúa: “Para subir de un piso a otro tengo que tener un número mayor de escalones”. Ya sabemos que cada período corresponde a un mayor nivel de energía, así que cada piso del edificio corresponde a cada período de la tabla periódica.

De paso se percibe el objetivo afectivo de D6, quien se encuentra entre los entusiastas, cuando afirma: “Entonces juego con eso para entender el orden que hay entre los grupos y los períodos”.

Condición pragmática: Nuevamente lo que parece estar presente en esta analogía es la forma de la tabla periódica con los elementos organizados en filas y columnas, como lo están los apartamentos del edificio. Además dependiendo de su posición, sus condiciones son diferentes, tanto en el edificio como en la tabla periódica.

Semejanza semántica: D6 va especificando en su analogía la correspondencia semántica, como cuando habla de cada *zona* del edificio caracterizada por un determinado número de balcones y luego la refiere a un mismo grupo de la tabla, es decir, a una misma *zona*. Igualmente, subir de un piso a otro está asociado a la idea de pasar de un nivel a otro.

| Análogo | Objetivo |
|--|-------------------------------|
| edificio de apartamentos | tabla periódica |
| apartamentos de un mismo piso | elementos de un mismo período |
| apartamentos con el mismo número de balcones | elementos de un mismo grupo |

Semejanza estructural: Los apartamentos de un mismo piso están en un mismo nivel, de igual manera, los elementos de un mismo período están llenando un mismo nivel de energía. Los apartamentos de un determinado número de balcones están en una misma zona, los elementos con un mismo número de electrones de valencia están en un mismo grupo.

Analogía 6

Los grupos de la tabla periódica son conocidos también como familias. En este sentido D15 propone su analogía del castillo, creando de una situación ficticia ad-hoc, como dirían Aragón et al. (1998). Esta analogía es menos específica que la anterior, pero también da la idea de que en la tabla hay “sectores” en los que sus componentes tienen ciertas características en común.

“Sí, la analogía que más me ha gustado y que siempre la he usado y que me gusta mucho... en el caso de la tabla periódica es la relacionada con el aspecto de que la tabla periódica es como un gran castillo que está dividido en secciones, ¿cierto? En donde hay un sitio para los gases nobles, o sea, ese sector de los gases nobles es muy especial porque pues allí hay un tipo de familia muy especial dentro del castillo, y... así como en el castillo hay sirvientes, hay guerreros, hay...bueno diferentes tipos de componentes de esta sociedad feudal, así también en el castillo de la tabla periódica también existen diferentes tipos de átomos, de elementos que.. pues tienen una característica en común, algunos, dependiendo de la familia, es decir del sitio en el que está ubicado en el gran castillo.”

Condición pragmática: Como en el caso anterior, lo que dirige esta analogía es el hecho de que en la tabla periódica se distinguen varios bloques, o secciones, como los denomina D15, con distintas maneras de accionar. Así, escoge las secciones del castillo como análogas a las de la tabla periódica, y cada una aloja un tipo de familia.

Semejanza semántica: Las palabras sobresalientes en esta analogía que hacen referencia directa al objetivo, son aquellas que aluden a las *secciones en que están divididos tanto la tabla como el castillo*, y sobre todo, lo que tiene que ver con que en cada sección “*hay un tipo de familia muy especial*”. Además, en el castillo cada grupo social está caracterizado y jerarquizado.

| Análogo | Objetivo |
|---|---|
| castillo secciones del castillo sirvientes, guerreros, nobles | tabla periódica grupos de la tabla periódica familias de la tabla periódica, por ejemplo, los gases nobles |

Semejanza estructural: En el castillo hay diferentes secciones para los distintos tipos de componentes de la sociedad así como en la tabla periódica los elementos están divididos en sectores llamados grupos o familias de acuerdo a sus propiedades semejantes.

Analogía 7

P1, por su parte, propone la tabla periódica como un instrumento, asociándolo con objetos conocidos de la cotidianidad o de otras áreas del conocimiento.

“Lo de la tabla periódica como un directorio telefónico...usted no tiene que memorizar nada, simplemente tiene que saber que es lo que va a buscar, usted encuentra ahí todo. Y para usted buscar en un directorio telefónico, buscar una dirección, buscar una persona, la información que necesite, usted lo que necesita es saber leer no más. En la tabla periódica hay una cantidad de información parecida a la del directorio telefónico, pero debe de saber que clase de información va a buscar en la tabla.”

La analogía continúa reforzando el carácter de instrumento que tiene la tabla periódica.

“Entonces lo importante de la tabla no es memorizarla o verla así como tan lejos de uno. Es un instrumento como para el ingeniero es la calculadora, como para el médico es el bisturí.”

Condición pragmática: En esta oportunidad P1 no se refiere ni a la forma de la tabla periódica, ni siquiera a la ley general que ella condensa, sino al uso práctico que tiene, como si fuera un directorio telefónico. Por eso también la considera como un instrumento similar a una calculadora o a un bisturí.

Semejanza semántica: En este sentido, lo que aparece más destacado en esta analogía es la utilidad que se le puede dar a la tabla periódica por toda la información que ella contiene. Para eso P1 sostiene que *“simplemente tiene que saber que es lo que va a buscar, usted encuentra ahí todo.”*

| Análogo | Objetivo |
|---|---|
| directorio telefónico bisturí calculadora | tabla periódica tabla periódica tabla periódica |

Semejanza estructural: Tanto en el directorio telefónico como en la tabla periódica hay sintetizada una gran cantidad de información, solamente hay que saber buscarla.

La segunda parte de esta analogía tiene típicamente un formato proporcional de la forma A:B::C:D (González, 1997).

la tabla periódica : químico :: bisturí : médico
 la tabla periódica : químico :: calculadora : ingeniero

Analogía 8

Por último, como ya se analizó anteriormente, D8 toma el salón de clase como análogo de la tabla periódica, y los estudiantes, hombres y mujeres, como análogos de los elementos químicos.

Condición pragmática: Lo que D8 quiere ilustrar es que los elementos que conforman un grupo de la tabla periódica tienen características similares, por eso lo que le interesa del “salón de clase” son los estudiantes –hombres y mujeres- que hay en él, para separarlos de acuerdo con sus características genéricas.

Semejanza semántica: D8 utiliza los términos grupos, filas, períodos durante la descripción de su analogía, que son los mismos que se utilizan al hablar de la tabla periódica de los elementos químicos. Igualmente es muy explícito al hablar de las “propiedades semejantes”.

“...por ejemplo en la tabla periódica. Tal vez hablábamos que se pueden utilizar los estudiantes mismos del salón, formarlos en grupos, o sea en filas, y ahí mismo se les explica lo que son los grupos, lo que son los períodos. Los grupos tienen propiedades semejantes, por ejemplo, colocar a los hombres, las mujeres al otro lado. Bueno, eso se podría utilizar.”

| Análogo | Objetivo |
|----------------------------------|--|
| salón de clases | tabla periódica |
| estudiantes de un salón de clase | elementos de la tabla periódica |
| grupo de hombres o mujeres | grupos de la tabla periódica con características similares |

Semejanza estructural: *Los elementos de un mismo grupo de la tabla periódica tienen propiedades semejantes aunque cada uno tiene sus características propias. En el grupo de las mujeres, por ejemplo, todas tienen en común el género, aunque no sean exactamente iguales las unas a las otras. Con el grupo de los chicos sucedería lo propio.*

En las analogías propuestas para ilustrar el concepto de tabla periódica encontramos dos, la del rompecabezas y la del directorio telefónico, que aluden principalmente al hecho de que la tabla periódica representa un sistema ordenador. La analogía del grupo de estudiantes resalta el concepto clasificador de la tabla periódica, es decir, el hecho de agrupar hombres

y mujeres en sendos grupos hace referencia a la clasificación de los elementos según sus propiedades características. Por último, las analogías del edificio y la del castillo, añaden a todo lo anterior la semejanza con la representación gráfica de la tabla periódica.

Carga nuclear efectiva

La carga nuclear efectiva, representada por Z^* , se define como la carga positiva que realmente siente un electrón en el átomo. Esto significa que a pesar de que el número de protones en el núcleo de un átomo, Z , es siempre el mismo, la carga positiva que percibe cada electrón no lo es, ya que todos los electrones que están entre el núcleo y el electrón en cuestión le “apantallan” parte de la carga nuclear. Obviamente, de acuerdo con el modelo atómico, mientras más lejos esté el electrón del núcleo, mayor será el apantallamiento producido por los electrones internos, y por tanto menor será la carga nuclear efectiva que le llega.

Existen diferentes métodos para calcular la carga nuclear efectiva, pero eso no es pertinente en este momento. Simplemente se necesita saber, para comprender el sentido de las analogías, que en términos generales:

$$Z^* = Z - \text{factor de apantallamiento}$$

Donde Z^* es la carga nuclear efectiva, Z el número atómico que es igual al número de protones que hay en el núcleo y el factor de apantallamiento depende el número de electrones.

A pesar de que todos estos cálculos son muy aproximados, la importancia de presentar este concepto cuando se enseñan algunas propiedades atómicas como radio, energía de ionización, afinidad electrónica, electronegatividad y polarizabilidad, es que permite explicar, sin tener que aprenderlo de memoria, sus variaciones a lo largo y ancho de la tabla periódica en función de la atracción del núcleo por los electrones que lo rodean.

Analogía 9

Una de las analogías más descriptivas, a la cual hace referencia en su entrevista P9 como “*El (ejemplo) del concierto*”, es la detallada por P1:

“Para la carga nuclear efectiva una de las analogías es una orquesta que va a dar un concierto, y la gente se coloca en filas y lógicamente los que están en las primeras filas van a participar más del concierto, van a oír mejor porque están más cerca en cambio los que están más lejos, ellos se distraen mucho, no alcanzan a oír bien, la interferencia de todos los que están adelante. Entonces hay una gran diferencia entre la impresión que recibe, lo que escucha el que está bien adelante que el que está bien, bien lejos. Son dos cosas totalmente diferentes. Lo mismo pasa con los electrones en el átomo. Los electrones que están más lejos del núcleo tienen un comportamiento diferente que los que están más adentro. Esta analogía me ha

permitido explicarle a los estudiantes la carga nuclear efectiva sin hacer cálculos y sin tener que memorizar reglas.”

Condición pragmática: Esta es una de las analogías muy detalladas en las que fácilmente se pueden inferir los motivos de P1 para proponerla. Como se ha explicado al principio de esta sección, la carga nuclear efectiva que cada electrón siente depende del nivel en que se encuentre y de cuántos electrones haya entre él y el núcleo. Así, P1 escoge esta situación del concierto, pues como bien dice:

“...hay una gran diferencia entre la impresión que recibe, lo que escucha el que está bien adelante que el que está bien, bien lejos. Son dos cosas totalmente diferentes. Lo mismo pasa con los electrones en el átomo. Los electrones que están más lejos del núcleo tienen un comportamiento diferente que los que están más adentro.”

Semejanza semántica: El lenguaje con que se describen la carga nuclear efectiva y el factor de apantallamiento, como se ha mencionado ya en varias ocasiones, es bastante metafórico. Por esta razón, el lenguaje utilizado en esta analogía es muy similar al lenguaje con que la ciencia escolar define los conceptos en cuestión, como por ejemplo cuando se habla de las distintas maneras de percibir un mismo fenómeno.

En esta analogía, tomada de una situación de la vida real, D20 explicita entonces las relaciones entre análogo y objetivo de la siguiente manera:

| Análogo | Objetivo |
|-------------------------------------|----------------------|
| orquesta asistentes al concierto | núcleo electrones |

Semejanza estructural: Tanto en el concierto como en el átomo, los que están más adelante, sean personas en un caso o electrones en el otro, interfieren en la percepción de los que están más lejos, por lo cual, su interacción no es la misma.

Analogía 10

Otra analogía de ese mismo estilo es la propuesta por mí, que ya se analizó detalladamente.

En mi caso particular, para explicar este concepto, me bajo de la tarima para quedar al mismo nivel que los estudiantes, y comienzo por solicitarle a uno de los de las últimas filas que, por favor, describan mis zapatos. Obviamente, no lo pueden hacer porque no me los ven. Progresivamente voy preguntando a personas cada vez más adelante, hasta que finalmente, alguien de la primera fila les cuenta a los demás cómo voy calzada.

Condición pragmática: Algo muy importante para entender el concepto de carga nuclear efectiva es el apantallamiento que los electrones se ocasionan entre sí. Por lo tanto, el salón de clase resulta útil si está lleno y efectivamente los estudiantes de las primeras filas le tapan a los de atrás. Un salón vacío no sería adecuado para explicar este concepto.

Semejanza semántica: El lenguaje utilizado en la química y en la analogía del salón de clases son muy parecidos en este caso, ya que apantallamiento o efecto de pantalla significan “tapar”, que es lo que hacen los que están adelante –estudiantes o electrones– con respecto a los que están más atrás. No sobra decir una vez más que el lenguaje químico que se maneja en este concepto ya es en sí mismo metafórico.

Tomando el salón de clases, los estudiantes y la profesora como análogos (tipo 2.a), las relaciones están dadas de la siguiente manera:

| Análogo | Objetivo |
|---|---------------------------|
| salón de clases | átomo |
| profesora | núcleo |
| estudiantes que dificultan la visibilidad | electrones apantalladores |
| lo que cada estudiante alcanza a “ver” de la profesora | carga nuclear efectiva |

Semejanza estructural: Los estudiantes de las primeras filas dificultan la visibilidad de los que se encuentran sentados más atrás de manera similar a como los electrones interiores del átomo apantallan parte de la carga del núcleo haciendo que los electrones externos se sientan menos atraídos por él.

Analogía 11

Una analogía más sencilla, pero igualmente útil para explicar especialmente lo que es el apantallamiento es la que presentó D7 y que también ha sido anteriormente mencionada. Esta analogía bien puede ser sugerida de una situación de la vida real.

“Si uno quiere alcanzar algo y hay alguien en medio entre eso que uno quiere alcanzar y uno, entonces ese alguien está ejerciendo el apantallamiento.”

Condición pragmática: Nótese que en este caso no está muy claro quién representa el núcleo y quién el electrón, pero lo que sí queda claro es que quien está en el medio, se interpone entre los dos. Por eso recalco que esta analogía resalta lo que es el apantallamiento más que lo que significa la carga nuclear efectiva.

Semejanza semántica: D7 utiliza en su analogía la misma palabra que desea explicar, *apantallamiento*. La explicación que D7 da permite comprender este término en los dos dominios.

| Análogo | Objetivo |
|---------------------------|-------------------|
| “uno” | electrón / núcleo |
| lo que se quiere alcanzar | núcleo / electrón |
| el que está en el medio | apantallamiento |

Semejanza estructural: Los electrones que se encuentran entre el núcleo y otro electrón ejercen un apantallamiento similar al que ejerce alguien que se interpone entre una persona y lo que ella desea alcanzar.

Analogía 12

Este concepto de apantallamiento lo volvemos a encontrar destacado en la analogía presentada por D15 en el cuestionario adjunto.

| | |
|---|--|
| Partido de fútbol de once jugadores de un equipo y once de otro | El arquero es el núcleo, los jugadores de campo evitan el acceso del equipo contrario a manera de electrones que interfieren a los otros |
|---|--|

Condición pragmática: Aquí lo que sobresale nuevamente es la acción que ejercen unos electrones sobre otros, al dificultar que los más externos se puedan acercar al núcleo.

Semejanza semántica: En esta analogía D15 explicita las semejanzas haciendo más fácil la transferencia entre los dos dominios. Refiriéndose en particular al efecto de apantallamiento que unos electrones ejercen sobre otros dice:

“... los jugadores de campo evitan el acceso del equipo contrario a manera de electrones que interfieren a los otros.”

| Análogo | Objetivo |
|-------------------------------|---------------------|
| arquero en la portería | núcleo |
| jugadores del equipo defensor | electrones internos |
| jugadores del equipo atacante | electrones externos |

Semejanza estructural: Es la misma del ejemplo anterior, con la diferencia de que en este caso en el análogo se tienen varias personas dificultando el acercamiento de otro grupo, en vez de la relación uno a uno que proponía la analogía pasada.

Analogía 13

La analogía tomada de la vida cotidiana que propone D6 para explicar el concepto de carga nuclear efectiva parecería más apropiada para justificar la carga de un ión, en función de la relación de protones y electrones. Bien especifica D6 que:

“un átomo neutro tiene igual número de “niños” y “niñas” ... y si no es así quedan con una característica para emparejar.”

Condición pragmática: En esta analogía habría que aclarar que lo que caracteriza a un elemento es el número de protones en su núcleo, por lo cual este número no puede cambiar a menos que el elemento deje de ser el mismo. Por lo tanto, lo único que puede

variar es el número de electrones, es decir, en el juego sólo podría cambiar el número de niñas, si por ejemplo ellas son las que representan a los electrones.

| | |
|--|--|
| Hay un juego entre niños y niñas donde hay igual y diferentes cantidades | Cada niño hace pareja con una niña y si no es así quedan con una característica para emparejar (un átomo neutro tiene igual número de “niños” y “niñas”) |
|--|--|

No obstante, es interesante este ejemplo cuando se enseña el tema de la carga nuclear efectiva para reflexionar acerca de lo que ocurre con Z^* cuando un átomo gana o pierde electrones.

Recordemos que hemos definido:

$$Z^* = Z - \text{factor de apantallamiento}$$

Y hemos dicho que el factor de apantallamiento depende del número de electrones. Por lo tanto, con respecto a un átomo neutro, si el átomo gana electrones para convertirse en un anión, el factor de apantallamiento aumenta y la carga nuclear efectiva disminuye, mientras que si el átomo pierde electrones para convertirse en un catión, el factor de apantallamiento disminuye y la carga nuclear efectiva aumenta.

Semejanza semántica: En este caso no hay ninguna semejanza semántica, y hay que tener muy claro lo que se quiere explicar y hacer explícitamente las extrapolaciones, ya que de lo contrario, la analogía es difícil de interpretar.

| Análogo | Objetivo |
|--|---------------|
| niños | protones |
| niñas | electrones |
| diferencia entre el número de niños y de niñas | carga del ión |

Semejanza estructural: En un átomo el número de protones y electrones son iguales. Si el átomo gana o pierde electrones, se formará un ión cuya carga neta depende de la diferencia entre protones (+) y electrones (-). En el juego, si hay igual número de niños y de niñas, se formará un número entero de parejas, pero si sobra de alguno de los dos géneros, entonces habrá “mayoría”.

Analogía 14

P2 propone en el cuestionario adjunto una analogía tomada de la misma química. Como ya se ha comentado en la discusión de los resultados, P2 acostumbra utilizar como análogos términos que la química ya ha apropiado, como en este caso de la “nube” electrónica.

| | |
|--|--|
| Una “nube” electrónica apantalla al núcleo | Es fácil visualizar una nube cargada negativamente |
|--|--|

Condición pragmática: Puesto que no es posible determinar la posición exacta de los electrones en el átomo, se considera que ellos pueden moverse libremente alrededor del núcleo, siempre y cuando lo hagan en determinados estados de energía. Cuando se conjugan estos dos conceptos de *espacios probables* ocupados por *electrones* se habla de nube electrónica, para representar la deslocalización de los electrones alrededor del núcleo.

Semejanza semántica: La expresión **nube electrónica** ya ha sido adoptada como parte del lenguaje propio de la química, de modo que aquí encontramos una analogía tomada de la misma química que se quiere explicar.

Semejanza estructural: Puesto que la analogía está tomada de la misma química, la idea de nube ya está correlacionada entre los dos dominios.

De las seis analogías propuestas solamente las dos primeras están directamente relacionadas con el concepto de carga nuclear efectiva y promueven la construcción de un modelo que represente que no todos los electrones del átomo perciben la carga del núcleo de la misma manera.

Las analogías 11, 12 y 14 se refieren al factor de apantallamiento que ejercen los electrones entre sí, pero sería necesario ampliarlas para llegar hasta el concepto de carga nuclear efectiva.

Finalmente, la analogía 13, como ya se analizó anteriormente, es más apropiada para explicar la carga de un ión que para el concepto de carga nuclear efectiva.

Energía de ionización

La energía de ionización es la energía necesaria para arrancar un electrón a un átomo gaseoso en su estado fundamental, es decir, cuando sus electrones se encuentran en los niveles de mínima energía posibles.

Esta propiedad atómica, como varias otras, depende de la fuerza con que el núcleo atraiga a los electrones, pero en general cuanto más lejos esté el electrón del núcleo, más fácilmente podrá ser arrancado. Por lo tanto, los primeros electrones que se pierden son los electrones de valencia, que como ya hemos dicho son los más externos.

Este hecho lo resaltan las analogías presentadas por P1 y P9, tomadas de la vida cotidiana y de los comportamientos humanos respectivamente.

Analogía 15

| | |
|----------|---|
| Una rosa | Es más fácil arrancar los pétalos externos de la rosa. De hecho, se |
|----------|---|

| | |
|--|-------|
| | caen. |
|--|-------|

Condición pragmática: Lo que P9 desea resaltar acerca del concepto de la energía de ionización es que los electrones que se pierden primero son los más externos. Por eso se refiere a los pétalos externos de la rosa, aunque, como en otras ocasiones, no complete la extrapolación al objetivo.

Semejanza semántica: Como acabo de mencionar, P9 deja la comparación incompleta porque sabe que yo la puedo completar. Por tanto, sabiendo de qué está hablando, podemos encontrar fácilmente la semejanza entre “*es más fácil arrancar los pétalos externos de la rosa*” y “*es más fácil arrancar los electrones externos del átomo*”.

| Análogo | Objetivo |
|-----------------------|-----------------------|
| rosa | átomo |
| pétalos | electrones |
| facilidad para caerse | energía de ionización |

Semejanza estructural: Los pétalos de la rosa que se caen primero son los más externos, igual que los electrones más fáciles de arrancar son los de la capa de valencia.

Analogía 16

| | |
|--|--|
| El control que un padre puede tener sobre su hijo pequeño: mientras más lejos esté más fácilmente se le puede perder | El electrón mientras más alejado del núcleo, menor I (energía de ionización) |
|--|--|

Condición pragmática: Como ya se explicó, la energía de ionización es inversamente proporcional a la distancia entre el núcleo y el electrón. Esta relación es la que P1 escoge como relevante en su analogía: “*mientras más lejos esté (el hijo del padre) más fácilmente se le puede perder*”.

Semejanza semántica: En este caso, las mismas palabras que acabo de señalar en la condición pragmática corroboran la semejanza semántica y la semejanza estructural de esta analogía, ya que es igualmente válido para el niño o para el electrón que: “*mientras más lejos esté más fácilmente se puede perder*”.

En este caso D20 plantea la analogía completa manifestando de una vez las relaciones entre análogos y objetivos.

| Análogo | Objetivo |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| padre | núcleo |
| hijo | electrón |
| control del padre sobre el hijo | atracción del núcleo por el electrón |
| facilidad para perderse | energía de ionización |

Semejanza estructural: Está planteada por P1 directamente:

“mientras más lejos esté (el niño) más fácilmente se le puede perder y el electrón mientras más alejado del núcleo, menor I (energía de ionización).”

Analogía 17

*Cometa de papel
(como mis sueños)
que pintas cual paleta de colores
el cielo de agosto
en el verano...
¿Te has dado cuenta
que tengo entre mis manos
la libertad que anhelas
para llegar al sol?
¿Será que si te suelto
y te permito
atravesar los aires
sin permiso,
siendo dueña de tus giros
y tu vuelo,
serán libres,
por fin,
también mis sueños?*

Ritik

Otra analogía que pone de manifiesto la relación entre la energía de ionización y la distancia entre el núcleo y el electrón es la propuesta en el cuestionario complementario, tomada de una situación de la vida conocida por los estudiantes por sus experiencias de niños. (En Cali, durante el mes de agosto sopla fuerte el viento, y el cielo se llena de cometas de colores).

| | |
|---|--|
| Dos niños elevando cada uno una cometa, uno con un hilo muy corto y otro con una cuerda larga | Mientras más lejos esté la cometa del niño, más fácil será que se le escape. Mientras mayor sea la distancia del electrón al núcleo, menor energía de ionización |
|---|--|

Condición pragmática: Como en la analogía anterior, lo que se quiere resaltar en esta es que cuanto más lejos esté el electrón del núcleo, más fácilmente se podrá separar de él.

Semejanza semántica: Si ya se ha explicado lo que es la energía de ionización, entonces la explicación que aparece en el segundo recuadro es simétrica y equivalente para los dos dominios: “*cuánto más lejos esté (la cometa o el electrón) más fácil será que se escape.*”

| Análogo | Objetivo |
|------------------------|-----------------------|
| niño | núcleo |
| cometa (papalote) | electrón |
| facilidad de escaparse | energía de ionización |

Semejanza estructural: Mientras más lejos esté la cometa del niño, más fácil será que se le escape. Mientras mayor sea la distancia del electrón al núcleo, menor I (energía de ionización), más fácil será arrancar el electrón.

Analogía 18

La analogía presentada por D6, tomada de una situación lúdica de la vida cotidiana, de manera sencilla muestra que para arrancar un electrón se requiere de una determinada energía.

| | |
|---|---|
| Un personaje con un sombrero, sólo con un tirón adecuado se puede tumbar el gorro | Se requiere una energía para que se pierda el gorro |
|---|---|

Condición pragmática: En esta analogía ya no se tiene en cuenta la relación entre la distancia y la energía de ionización, ni cuáles son los electrones que se pierden más fácilmente, solamente se quiere mostrar que arrancar un electrón requiere una cierta energía, como lo requiere la acción de tumbarle el gorro a un personaje, como propone D6.

Semejanza semántica: Como en otras tantas analogías recopiladas en el cuestionario complementario, aquí se da por sentado que se sobreentiende a qué se está haciendo referencia, de modo que la frase: “*se requiere una energía para que se pierda el gorro*” sin duda es en todo similar a *se requiere una energía para que se pierda el electrón*. Una vez completa, la semejanza semántica es total.

| Análogo | Objetivo |
|-------------------------------------|-----------------------|
| personaje | átomo |
| sombrero | electrón |
| tirón adecuado para tumbar el gorro | energía de ionización |

Semejanza estructural: Esta analogía se refiere concreta y explícitamente al concepto de energía de ionización, es decir, se requiere una energía para arrancar el electrón del átomo como se requiere energía para quitarle el gorro al personaje.

Analogía 19

La analogía propuesta por P2 también se refiere al concepto de energía de ionización en sí, pero en este caso la analogía es tomada de la misma química, como ya se había mencionado en la discusión de los resultados.

| | |
|--|---|
| Una persona saltando hacia afuera de un pozo | El átomo es un pozo de potencial para el electrón |
|--|---|

Condición pragmática: La atracción entre un núcleo y un electrón es un proceso exotérmico, ya que el electrón tiene un estado de menor energía dentro del átomo que fuera de él. De ahí que la química haya adoptado la metáfora de que “*el átomo es un pozo de potencial para el electrón*”, como dice P2, puesto que en el átomo el electrón tendrá un estado de mínima energía. Esta metáfora es la que P2 ilustra precisamente con el análogo macroscópico que originó la metáfora en cuestión.

Semejanza semántica: Puesto que la analogía está tomada del término químico, la palabra pozo en el lenguaje común es la misma que la utilizada en el lenguaje científico.

| | |
|---------|---------------------------|
| Análogo | Objetivo |
| persona | electrón |
| pozo | átomo (pozo de potencial) |

Semejanza estructural: P2 la plantea directamente al decir que: “*El átomo es un pozo de potencial para el electrón*”. No sobraría añadir aquí que para que la persona salga del pozo hace falta una energía como la que se necesita para sacar el electrón del átomo.

Analogía 20

| | |
|---|--|
| Mientras mayor sea el número de obstáculos entre la persona y la que se quiere atraer, menor será la energía de atracción | Si la persona está más lejos de aquella que quiere alcanzarla, será más fácil alejarla de aquella persona que la quiere alcanzar |
|---|--|

Condición pragmática: D7 por su parte, en primer lugar relaciona indirectamente la energía de ionización con la carga nuclear efectiva y el factor de apantallamiento. Esto es correcto en el sentido de que si la carga nuclear efectiva es alta, el electrón estará muy atraído por el núcleo y se requerirá una energía muy grande para arrancarlo, en cambio, si hay un factor de apantallamiento grande, la carga nuclear efectiva será pequeña y al estar poco atraído por el núcleo, el electrón podrá ser removido más fácilmente. En segundo lugar, D7 destaca la relación entre la distancia y la energía de ionización. Por todo lo anterior, se puede inferir que D7 eligió esta analogía para destacar la importancia que tienen el apantallamiento y la distancia en el valor de la energía de ionización.

Semejanza semántica: En el primer recuadro D7 mezcla la analogía con el objetivo, ya que la primera parte: “*Mientras mayor sea el número de obstáculos entre la persona y la que se quiere*

atraer” se refiere al análogo, pero la segunda parte: “*menor será la energía de atracción*”, se refiere al objetivo. No obstante, podemos reescribir la primera parte diciendo que “*mientras mayor sea el número de electrones entre el núcleo y el electrón que se quiere atraer*” y se ajusta perfectamente a la situación química.

Por otro lado, el texto en el segundo recuadro se refiere exclusivamente al análogo, pero, nuevamente, si se cambian las partes correspondientes del análogo por sus equivalentes en el objetivo, hay una completa coincidencia que se confirma al comparar las semejanzas estructurales.

| Análogo | Objetivo |
|--------------------|---------------------------------------|
| persona número uno | núcleo |
| persona número dos | electrón que se quiere arrancar |
| obstáculos | electrones internos (apantallamiento) |

Semejanza estructural: Mientras mayor sea el apantallamiento, menor será la atracción del núcleo por el electrón y cuanto mayor sea la distancia entre ellos, menor será la energía de ionización. De igual manera, mientras mayor sea el número de obstáculos entre dos personas y cuanto más separadas estén, mayor será la facilidad para separarlas definitivamente.

Analogía 21

La analogía que probablemente requiere una mayor explicación es la propuesta por D15. Para ello hay que plantear de manera formal la definición de la energía de ionización:



| | |
|---|---|
| Quando se desea que el hijo “salga” de la casa a buscar un nuevo rumbo y no se quede estancado en la “nada”, ese cambio es positivo ($M_{(g)}^{+}$) | Salió a buscar “fortuna”, necesita de una gran energía y le dará un cambio positivo |
|---|---|

Condición pragmática: Esta situación ficticia creada ad-hoc se basa en que para sacar el electrón del átomo se necesita energía, y la especie que se obtiene finalmente es un ión cargado positivamente. En este caso en particular, para comprender la analogía, es necesario conocer primero el concepto químico y su representación formal, y probablemente resulte más fácil para quien la presenta que para el estudiante.

Semejanza semántica: Esta analogía es uno de los casos que se basa en el lenguaje químico formal, como acabo de mencionar. Es necesario tener muy claro a qué hace referencia cada una de las partes del análogo para poder establecer correctamente las relaciones entre los dos dominios que, de acuerdo con lo planteado por D15, son:

| Análogo | Objetivo |
|-----------------|-----------------------|
| casa | átomo |
| hijo | electrón |
| gran energía | energía de ionización |
| cambio positivo | $M_{(g)}^+$ |

Semejanza estructural: La gran energía que se requiere para que el hijo salga de la casa es similar a la energía necesaria para que salga el electrón del átomo, y el cambio positivo puede ser asimilado con la formación del catión $M_{(g)}^+$.

En esta serie de analogías relacionadas con el concepto de energía de ionización llama la atención que se refieren a aspectos diferentes del concepto. La primera, la de la rosa, destaca el hecho de que los electrones que se pierden primero son los más externos, la segunda, la del padre y el hijo pequeño, y la tercera, la de la cometa (o papalote) ponen de manifiesto la dependencia del valor de la energía de ionización respecto de la distancia del electrón al núcleo, la cuarta, la del sombrero es la única que explícitamente dice que para arrancar un electrón se necesita energía, la quinta, la del pozo, está relacionada con la representación gráfica que en la literatura química representa el valor de la energía en función de la distancia entre las partículas, la sexta, la de los obstáculos alude a la relación entre el factor de apantallamiento y la energía de ionización, y la última, que requiere de una explicación adicional, como ya se comentó, está relacionada con la expresión formal de la energía de ionización.

Esta situación nos lleva a pensar que si a partir de ahora se tienen en cuenta las condiciones pragmáticas, semánticas y estructurales, este conjunto de analogías podrían utilizarse complementariamente para explicar todos los factores que determinan el valor de la energía de ionización.

Afinidad electrónica

La afinidad electrónica es la energía intercambiada (a veces se libera, a veces se absorbe) cuando un átomo gaseoso gana un electrón. Conviene aclarar que aun aquellos átomos con una gran tendencia a ganar electrones requieren energía para aceptar más de uno, por lo cual es difícil encontrar aniones con alto número de oxidación. A esta particularidad se refiere P1 en su analogía asociada a las relaciones humanas.

Analogía 22

| | |
|---|---|
| Afinidad que siente una persona por otra para hacer una buena amistad; generalmente hace pocas amistades verdaderas | Atracción de un elemento por uno o más electrones |
|---|---|

Condición pragmática: De acuerdo con lo que acabo de anotar, los átomos, en general, pueden ganar muy pocos electrones y a este hecho es el que resalta D20 en su analogía de las pocas amistades verdaderas.

Semejanza semántica: En el primer recuadro P1 utiliza la palabra *afinidad* (que en sí misma ya es una metáfora usada en química y es precisamente el concepto que se está explicando) para referirse a la *atracción* entre seres humanos, y en el segundo recuadro usa la palabra *atracción* para describir la afinidad de un átomo por uno o más electrones. De esta manera es fácil asociar las dos como sinónimos de este concepto. Finalmente, al añadir que “*generalmente hace pocas amistades verdaderas*”, puede ayudar a recordar que son pocos los electrones que el átomo puede ganar.

| Análogo | Objetivo |
|---------------------------------|----------------------|
| persona uno | átomo |
| persona dos | electrón |
| afinidad entre las dos personas | afinidad electrónica |

Semejanza estructural: Tal como lo plantea P1, la experiencia de vida muestra que son pocas las amistades verdaderas, como son pocos los electrones que gana un átomo, debido a la gran cantidad de energía que este proceso requiere.

Analogía 23

D7 por su lado, también a partir de las experiencias cotidianas de las relaciones humanas, plantea la atracción del átomo por un electrón como la atracción que siente un hombre por una mujer.

| | |
|--|---|
| Es como la atracción que siente una pareja heterogénea | Es como la atracción que siente el hombre por una mujer |
|--|---|

Condición pragmática: Esta analogía busca aprovechar el sentimiento de atracción entre un hombre y una mujer ya que el concepto que se quiere explicar aquí es la atracción de un átomo, con una relativa carga positiva en su superficie, por un nuevo electrón.

Semejanza semántica: Una vez más nos encontramos ante un símil que carece de extrapolaciones explícitas. Sin embargo, es posible relacionar la palabra “atracción” con “afinidad”, si esta “afinidad” se entiende como el “gusto” o las “ganas” que un átomo pueda tener por ganar un electrón (y al hacer esta descripción estoy haciendo evidente mi tendencia animista, pues los átomos ni piensan ni entienden, pero sí atraen electrones).

A pesar de que falta extrapolar las semejanzas entre análogo y objetivo, como ya se hizo en la discusión de este ejemplo, las mismas están dadas por:

| Análogo | Objetivo |
|---------|----------|
|---------|----------|

| | |
|-----------------------------------|----------------------|
| hombre | núcleo |
| mujer | electrón |
| atracción del hombre por la mujer | afinidad electrónica |

Semejanza estructural: **Si consideramos que en la superficie del átomo se siente una cierta carga positiva (carga nuclear efectiva) suficientemente grande para atraer un nuevo electrón, habrá una liberación de energía, llamada afinidad electrónica. Esta atracción puede asemejarse a la “atracción que siente un hombre por una mujer”.**

Analogía 24

P2 continúa con su analogía del pozo, tomada de la química, para explicar ahora la afinidad electrónica.

| | |
|--------------------------------|---|
| Una persona cayendo en un pozo | El átomo es un pozo de potencial para el electrón |
|--------------------------------|---|

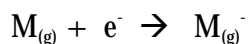
Las relaciones aquí, al igual que la condición pragmática y las semejanzas semánticas, son las mismas que en el caso de la energía de ionización.

| | |
|---------|---------------------------|
| Análogo | Objetivo |
| persona | electrón |
| pozo | átomo (pozo de potencial) |

Semejanza estructural: D1 la plantea directamente al decir que: *“El átomo es un pozo de potencial para el electrón”.*

Analogía 25

Similarmente, D15 retoma el ejemplo ficticio del hijo que ha marchado de la casa, que utilizó para explicar la energía de ionización, para referirse a la afinidad electrónica. Aquí nuevamente es necesario expresar lo que significa la afinidad electrónica en forma de ecuación:



| | |
|--|---|
| El hijo vuelve a casa sin haber encontrado “fortuna” ($M_{(g)}^{-}$) | El hecho de no haber desarrollado actividad es un efecto negativo ($M_{(g)}^{-}$) |
|--|---|

En este caso, me parece que resulta todavía más difícil encontrar la analogía e identificar las relaciones entre análogo y objetivo que la analogía similar que D15 empleó para explicar la energía de ionización. Sin embargo, teniendo en cuenta que D15 ha manifestado que utiliza las analogías: *“Como método nemotécnico para que el estudiante entienda y grabe... y capte la idea”*, quizás lo que se quiere resaltar es que la especie final, como el conclusión de su historia, es “negativa”.

En este caso ninguna de las analogías propuestas se refiere directamente al concepto de afinidad electrónica como energía intercambiada. La primera, la de los amigos, se refiere a la idea de que son pocos los electrones que un átomo puede ganar, la segunda se refiere a la atracción del átomo por un nuevo electrón en términos de una atracción amorosa, la tercera retoma la representación gráfica de la energía en función de la distancia entre el núcleo y el electrón. Finalmente, la cuarta realmente no resulta apropiada para explicar este concepto, excepto por lo del término negativo para aludir a la especie final.

Electronegatividad

La electronegatividad, según la definición de Pauling, es la capacidad que tiene un átomo en una molécula para atraer los electrones del enlace hacia sí. Por esta razón, varias de las analogías propuestas para explicar este concepto sugieren la competencia entre dos o más especies.

Analogía 26

Las analogías que presentan P1 y D15 respectivamente, parecen tomadas de las observaciones del comportamiento social humano. P1 propone que la electronegatividad es como el liderazgo e importa las propiedades del análogo al objetivo como mayor liderazgo, mayor electronegatividad.

| | |
|--|--|
| Capacidad de liderazgo de algunas personas, unas tienen gran capacidad para atraer y convencer; otras tienen poco o nulo liderazgo | El de mayor liderazgo atrae con mayor fuerza a las personas (mayor electronegatividad) |
|--|--|

Condición pragmática: P1 resalta la propiedad que presentan los átomos con alta electronegatividad de atraer con mayor fuerza los electrones comparándolo con la capacidad que tienen algunas personas de atraer y convencer a los demás. En el segundo recuadro se señala esta correspondencia.

Semejanza semántica: El lenguaje utilizado por P1 en la descripción de su análogo resulta muy adecuado para aplicarlo en el objetivo, ya que se refiere a la mayor o menor capacidad que tiene cada uno para *atraer*, ya sean personas o átomos.

| | |
|-----------|--------------------|
| Análogo | Objetivo |
| liderazgo | electronegatividad |

Semejanza estructural: Tal como lo indica P1: “El de mayor liderazgo atrae con mayor fuerza a las personas (mayor electronegatividad)”, es decir, el de mayor electronegatividad atrae con más fuerza los electrones.

Analogía 27

Como D15 reconoce, algunos de sus ejemplos resultan a veces un tanto sexistas: “... *y es un concepto machista, ¿no?*”, sin embargo, la analogía presentada también es un reflejo de lo que suele suceder en la realidad.

“En un grupo de chicas la más guapa atrae a los hombres (electrones), por tanto tendrá el valor de electronegatividad más alto [idem F(4)].”

Condición pragmática: Como en la analogía anterior, lo que se quiere poner en evidencia es la medida de la electronegatividad en términos de la capacidad de atraer con más fuerza. Por eso D15 compara a la chica más guapa con el elemento más electronegativo, el flúor (F).

Semejanza semántica: También, como en la analogía anterior, la palabra clave para la recuperación del análogo y la posterior extrapolación al objetivo es *atraer*, en un caso, a los hombres y en el otro, los electrones.

| Análogo | Objetivo |
|----------------------------|---|
| chica más guapa hombres | átomo más electronegativo electrones |

Semejanza estructural: Según D15, la chica más guapa tiene la mayor capacidad de atraer, como por ejemplo el flúor (F), que es el elemento con mayor electronegatividad (4 en la escala de Pauling), que es lo que D15 resume cuando escribe: “*[idem F(4)]*”.

Analogía 28

La analogía del pozo planteada por P2 y explicada anteriormente, vuelve a estar presente en el concepto de electronegatividad. Las condiciones pragmáticas, y las semejanzas semánticas y estructurales son las mismas que en las otras dos analogías mencionadas.

| | |
|---|--|
| El “pozo” es más profundo cuánto mayor es la electronegatividad | Mientras más profundo el pozo, más ligado se encuentra el electrón |
|---|--|

Analogía 29

La siguiente analogía presentada por D6 y tomada de una situación cotidiana parece más adecuada para explicar la formación de un enlace iónico que el concepto de electronegatividad. No obstante, la justificación en el segundo recuadro lo que sugiere es que la tendencia a atraer los electrones está asociada con la tendencia a ganarlos para completar el octete. No en balde el valor escogido para la boleta es ocho pesos, por aquello de la estabilidad de las configuraciones con ocho electrones. Efectivamente, por lo general, los átomos con una alta afinidad electrónica, o sea una gran tendencia a ganar electrones, tienen también una alta electronegatividad. Esta analogía, para explicar la electronegatividad podría especificarse un poco más.

| | |
|--|--|
| Si la entrada a cine vale \$8 y se tiene \$7, uno trata de conseguir el \$1 que falta en vez de intentar regalar lo que se tiene | Se cumpliría la tendencia de conseguir completar una carga y se genera la tendencia a ganar electrones |
|--|--|

Condición pragmática: De acuerdo al valor asignado a la boleta, ocho pesos, podemos pensar que D6 asocia la electronegatividad con la tendencia a atraer electrones para completar el octete. Esta reflexión es válida si se recuerdan las representaciones electrón punto de Lewis, en las que cada enlace se considera formado por dos electrones y se busca que cada átomo quede rodeado por ocho electrones. De todas maneras, como se sugirió anteriormente, esta analogía podría aprovecharse más en la explicación de la formación del enlace iónico

Semejanza semántica: Aparentemente, la semejanza más sobresaliente en este caso es el valor de la boleta y el octete. Además, se hace mención a la tendencia de completar un determinado valor sea dando o recibiendo.

| Análogo | Objetivo |
|---|---|
| \$8 de la entrada tratar de conseguir el \$1 que falta | ocho electrones (regla del octete) completar el octete |

Semejanza estructural: Tomando la analogía como base de la explicación de la formación del enlace iónico, en los átomos ocurre como con la boleta del cine: “*Si la entrada a cine vale \$8 y se tiene \$7, uno trata de conseguir el \$1 que falta en vez de intentar regalar lo que se tiene*”, si tiene 7 electrones es más fácil ganar uno que perder siete.

Analogía 30

D8, con la característica de los docentes reflexivos, propuso la siguiente analogía, tomada de una comparación con la realidad, para la electronegatividad:

“En cuanto a todo eso de las analogías yo sí le veo un problema, porque una analogía puede ser mal utilizada también. Por ahí yo estaba viendo el concepto de electronegatividad ¿no? Que dice que es la capacidad de atraer los electrones comprometidos en un enlace, entonces yo decía, se puede hacer la analogía con una persona más fuerte y una persona más débil, pero dese cuenta que el estudiante en ese caso entendería la electronegatividad, ¿por qué? Porque atrae más los electrones el más fuerte que el más débil pero puede llegar una confusión, que ellos talvez confundan que ese átomo es más grande también y el otro es más pequeño. Y nosotros sabemos que el flúor es un átomo más pequeño que el cloro, que el bromo o que el yodo, entonces creo que también hay que saber utilizar una analogía, si esa es una analogía, eso que yo planteo.”

Condición pragmática: Como en los dos primeros ejemplos, lo que se quiere destacar en esta analogía es que unos átomos atraen con más fuerza a los electrones que otros, por esto D8 propone una persona fuerte y una débil.

Semejanza semántica: Para referirse a los átomos y a las personas, D8 utiliza los adjetivos fuerte y débil asociados a la capacidad de atraer algo hacia sí.

| Análogo | Objetivo |
|--------------------|-----------------------------|
| persona más fuerte | átomo más electronegativo |
| persona más débil | átomo menos electronegativo |

Semejanza estructural: El átomo más electronegativo atrae los electrones con más fuerza, como una persona más fuerte puede halar algo con más fuerza pero como bien aclara D8:

“pero puede llegar una confusión, que ellos talvez confundan que ese átomo es más grande también y el otro es más pequeño. Y nosotros sabemos que el flúor (el más electronegativo) es un átomo más pequeño que el cloro, que el bromo o que el yodo.”

Sería necesario aclarar que fuerte y grande no son sinónimos.

Las dos primeras analogías, la del liderazgo y la de la chica, y la última están relacionadas con el concepto de electronegatividad en cuanto a la capacidad para atraer.

Para comprender la analogía del pozo hay que entender primero lo que este pozo significa en química, por tanto, como ya se había dicho, este es uno de los casos en que la analogía está tomada de la misma química que se quiere explicar.

La analogía de la boleta, como ya se comentó, podría ser mucho más adecuada para ilustrar la formación del enlace iónico. En este último caso, cumple con todos los requisitos para ser considerada una buena analogía que favorece la construcción del modelo de enlace iónico.

Polarizabilidad

La polarizabilidad es la susceptibilidad de una nube electrónica a ser distorsionada por una carga positiva o por otra nube electrónica. En otras palabras, es su facilidad para deformarse por la polarización ocasionada por una carga externa.

Analogía 31

En el mismo sentido que algunas otras analogías propuestas aquí, esta presenta un comportamiento social bastante común en nuestro medio.

| | |
|---|--|
| Un aula de chicos que se “distorsiona” cuando pasa una chica linda por el pasillo | La nube electrónica también se distorsiona cuando pasa cerca de una carga positiva |
|---|--|

Condición pragmática: Una nube electrónica se deforma cuando pasa cerca una carga positiva. Esta propiedad puede asimilarse al desvío de las miradas y de la atención de los chicos cuando pasa una chica linda cerca de ellos.

Semejanza semántica: Intencionalmente se ha utilizado en la analogía el verbo *distorsionarse* para referirse al desvío de la atención de los chicos con el mismo término que se aplica a la deformación de la nube electrónica.

| Análogo | Objetivo |
|-----------------|------------------------------|
| chicos chica | electrones carga positiva |

Semejanza estructural: Los chicos se distraen por la chica como los electrones se sienten atraídos por una carga positiva. En ambos casos, hay una distorsión ocasionada por un factor externo de “carga” opuesta.

Analogía 32

La analogía propuesta por P9 también parece tomada de la vida real: *“Grupo de personas en un espacio caliente, se acercan a la ventana cuando ésta se abre.”*

Condición pragmática: Como ya se ha explicado, una nube electrónica se polariza por acción de una carga externa. En esta analogía, la ventana abierta, en donde se supone que se siente el aire fresco, es el factor externo que se encarga de distorsionar el grupo de personas que hay en un espacio caliente.

Semejanza semántica: Como ya he comentado en repetidas oportunidades, algunos docentes, como P9 suelen dejar las analogías aparentemente incompletas porque saben que yo estoy al tanto de sus prácticas pedagógicas, y por lo tanto, no consideran necesario (creo yo) especificar las analogías en toda su extensión. En este caso, aparentemente no hay ninguna semejanza semántica, hasta el momento en que se correlacionan las partes del análogo con sus correspondientes en el objetivo. Entonces, puede entenderse que el *grupo de personas* corresponde a *la nube electrónica*, y *se acercan a la ventana cuando esta se abre* equivale a decir, *se deforma por la acción de una carga externa*.

| Análogo | Objetivo |
|--|--|
| personas ventana abierta se acercan a la ventana | electrones carga positiva se deforma |

Semejanza estructural: La nube electrónica también se distorsiona por acción de un factor externo, como una carga positiva, al igual que las personas con calor se desplazan hacia la ventana abierta.

Analogía 33

D6 plantea una situación conocida, como en un baile, por ejemplo.

| | |
|--|--|
| Dos personas de la manito se mueven a un ritmo pero si alguien los empuja, se tuercen y se puede medir el grado de “torcimiento” | Para que varíe el “torcido” se cambian distancias, radios, proximidades... |
|--|--|

Condición pragmática: En el primer recuadro se resalta el hecho de la distorsión que se puede producir por la acción de una fuerza externa. En el segundo recuadro D6 menciona algunos aspectos interesantes relacionados con la polarizabilidad, como por ejemplo, que la deformación de una nube electrónica depende de su tamaño y de la carga positiva de la especie que la polariza.

Semejanza semántica: En la descripción de la analogía D6 utiliza el “torcimiento” como equivalente de la deformación de la nube electrónica. No obstante, es preciso aclarar a los estudiantes las correspondencias entre los dos dominios.

| Análogo | Objetivo |
|--|--|
| dos personas moviéndose alguien que los empuja torcimiento | nube electrónica carga externa polarizabilidad |

Semejanza estructural: La nube electrónica también se distorsiona por acción de un factor externo como las dos personas que se están moviendo se tuercen si alguien las empuja.

Analogía 34

“Una ambulancia con su sirena, cuando lleva heridos, distorsiona a los carros y la gente que está adelante.”

Condición pragmática: P1 aprovecha una situación de las normas de tránsito como analogía de la polarizabilidad pero ahora, puesto que la ambulancia aleja los coches y la gente, podemos pensar en las repulsiones entre nubes electrónicas, puesto que las cargas iguales se repelen. Es decir, el efecto de polarizabilidad en este caso no es de atracción sino de repulsión.

Semejanza semántica: Nuevamente encontramos en verbo distorsionar en el análogo, para recordar la distorsión de la nube electrónica. Sin embargo, para la comprensión de esta analogía es necesario explicitar las consideraciones pragmáticas pertinentes.

| Análogo | Objetivo |
|--|--|
| carros y gente ambulancia con su sirena | electrones carga negativa u otra nube electrónica |

Semejanza estructural: Dos nubes electrónicas se repelen como los coches y la gente se alejan de la ambulancia.

Analogía 35

| | |
|--|---|
| Una bola de goma que se distorsiona bajo tensión | La goma es análoga a la “nube” de carga |
|--|---|

Condición pragmática: La analogía que presenta P2, tomada de la vida real, está directamente relacionada con la deformación de la nube en sí, sin comentarla ni mencionar qué la deforma. Lo que sobresale en esta analogía es que la nube electrónica no es rígida ni tiene una forma definida, sino que puede distorsionarse y deformarse por una acción externa.

Semejanza semántica: El verbo distorsionarse vuelve a ser el centro de la analogía y el punto de unión con el objetivo a enseñar.

| Análogo | Objetivo |
|--------------|------------------|
| bola de goma | nube electrónica |

Semejanza estructural: Tanto la goma como la nube se deforman por la acción de una fuerza externa.

Analogía 36

La siguiente analogía que presenta P1 refleja una situación que tristemente se está viviendo en nuestro país, los secuestros y los enfrentamientos entre la guerrilla y el ejército. El sur de Cali es una de las zonas más afectadas por estos episodios, y en esa zona precisamente se encuentra un gran número de universidades y colegios privados, que con frecuencia deben ser evacuados ante el peligro de una toma o de un combate, de ahí que la polarizabilidad sea comparada con *“Un aula de clases en los colegios del sur de Cali, que se distorsionará cuando pasa un helicóptero de guerra a 50 metros de altura”*, como describe P1.

Como en la analogía 34, también propuesta por P1, parece que el factor de distorsión repeliera la nube en vez de atraer. La condición pragmática y la semejanza semántica son entonces las mismas que en la analogía citada, pero aquí las relaciones podrían ser:

| Análogo | Objetivo |
|-----------------------|--|
| aula de clases | nube electrónica |
| helicóptero de guerra | carga negativa u otra nube electrónica |

Semejanza estructural: Dos nubes electrónicas se repelen como los estudiantes tratan de alejarse de la influencia del helicóptero de guerra.

En estas seis analogías encontramos los tres aspectos relevantes del concepto polarizabilidad. En primer lugar, las analogías 33 y 35 destacan la posibilidad de que una nube electrónica se deforme por la acción de un agente externo. Por su parte, las dos primeras analogías ilustran cómo la nube electrónica se deforma hacia una carga de “signo” contrario, así como los chicos se sienten atraídos por la chica, o las personas con calor se desplazan hacia el fresco de la ventana. Por último, las analogías 34 y 3.6 muestran la otra posibilidad de deformación de una nube electrónica al ser repelida por un factor externo.

Nuevamente, como en el caso de la energía de ionización, estas analogías podrían ser empleadas complementariamente.

Grupos de la tabla periódica

Los grupos o familias de la tabla periódica son elementos químicos que tienen propiedades similares y que se caracterizan por tener el mismo número de electrones de valencia. Cada grupo constituye una columna de la tabla periódica.

Analogía 37

Una de las analogías que mejor describe lo que son los grupos de la tabla periódica es la presentada por D3, aunque, como muchas otras, sólo se refiere al análogo y no importa las relaciones al objetivo. Esta analogía resulta muy familiar para los estudiantes, pues en Colombia, el fútbol es el deporte popular por excelencia.

| | |
|-------------------------------|---|
| Equipos de fútbol de una liga | Cada equipo tiene en común su propio uniforme los cual los distingue unos de otros, aunque los mismos jugadores de cada equipo pueden presentar algunas diferencias como su forma de jugar o su posición dentro del campo |
|-------------------------------|---|

Condición pragmática: Lo que D3 quiere mostrar es que los elementos de un mismo grupo de la tabla periódica tienen unas propiedades que los diferencian de los otros elementos, pero a su vez, cada elemento del grupo tiene sus propias cualidades. La analogía escogida por D3 recoge de una manera muy apropiada estas ideas.

Semejanza semántica: A pesar de lo adecuada de la analogía, es preciso identificar explícitamente las semejanzas entre las partes de los dos dominios para que la transferencia sea efectiva.

| Análogo | Objetivo |
|---|---|
| equipos de fútbol jugadores del equipo | grupos de la tabla periódica elementos de un mismo grupo |

Semejanza estructural: *Como D3 manifiesta:*

“Cada equipo tiene en común su propio uniforme los cual los distingue unos de otros, aunque los mismos jugadores de cada equipo pueden presentar algunas diferencias como su forma de jugar o su posición dentro del campo.”

De igual manera, todos los elementos de un mismo grupo tienen características comunes que los distinguen de los elementos de los otros grupos, pero no son necesariamente idénticos entre sí.

Analogía 38

| | |
|--|--|
| Todos los apartamentos del norte tienen un balcón, los del sur dos, etc. | Ordenadamente todos tienen la capacidad de tener un número de balcones aunque aumenten los pisos |
|--|--|

Condición pragmática: La analogía presentada por D6 destaca el hecho de que todos los elementos de un mismo grupo tienen el mismo número de electrones de valencia, que en su analogía del edificio (presentada previamente para explicar la tabla periódica) corresponden al número de balcones en cada sección del mismo.

Semejanza semántica: Aunque no lo dice expresamente, cuando ya se conocen las relaciones entre el análogo y el objetivo, el número de balcones según el sector del edificio ayuda a la asociación del número de electrones de valencia en cada grupo de la tabla periódica.

| Análogo | Objetivo |
|--|---|
| los apartamentos del norte (o del sur) número de balcones | elementos de un grupo número de electrones de valencia |

Semejanza estructural: Como dice D6, en el edificio, en una misma zona: *“Ordenadamente todos tienen la capacidad de tener un número de balcones aunque aumenten los pisos.”* En la tabla periódica, los elementos de un mismo grupo tienen el mismo número de electrones de

valencia, pero cada elemento tiene sus electrones de valencia en un nivel de energía diferente. O sea, como dice D6, están “*aumentando los pisos*”.

De alguna manera, esta analogía también presenta una cierta semejanza de forma, pues tanto en la tabla periódica como en el edificio hay filas (períodos en la tabla o pisos en el edificio) y columnas (grupos en la tabla o torres por sectores en el edificio).

Analogía 39

Otra analogía que muestra semejanzas de forma y de estructura es la planteada por P1. Esta analogía, tomada de un elemento de uso rutinario para profesores y estudiantes, un horario de clases, asemeja los grupos a un mismo día de la semana.

| | |
|--|--|
| Los días de la semana para un profesor. Cada día tiene unas actividades específicas | Cada grupo tiene unas características especiales |
|--|--|

Condición pragmática: P1 destaca la ubicación de los elementos de un mismo grupo en una columna de la tabla periódica y por eso escoge la analogía con cada día de la semana, que en un almanaque también constituyen una columna.

Semejanza semántica: En este caso las semejanzas semántica y estructural están estrechamente relacionadas y, además, como se señaló en la analogía 3., existe una semejanza en el lenguaje gráfico de ambos dominios, que puede considerarse una semejanza de forma.

| Análogo | Objetivo |
|--|--|
| cada día de la semana actividades específicas de cada día | un grupo de la tabla periódica características especiales de cada grupo |

Semejanza estructural: P1 la propone directamente: “*Cada día tiene unas actividades específicas. Cada grupo tiene unas características especiales.*” Además, tanto los días como los elementos de un mismo grupo ocupan una columna en su respectiva representación gráfica.

Semejanza de forma: Como se comentó en la analogía 3, la tabla periódica ordena en filas (períodos) y columnas (grupos) los elementos químicos como o un horario de clases ordena los días de la semana en filas y columnas (actividades del mismo día de la semana).

Analogía 40

| | |
|---------------------------------------|---|
| El comportamiento grupal de una tribu | Para explicar los patrones culturales de un grupo determinado |
|---------------------------------------|---|

Condición pragmática: La analogía de D7, tomada de las ciencias sociales, resalta la característica de la similitud en el comportamiento de los elementos de un mismo grupo, así como se caracterizan los grupos humanos por unas determinadas costumbres y comportamientos.

Semejanza semántica: D7 nombra los *patrones culturales* para un grupo humano, como podrían ser los *patrones de comportamiento químico* en un grupo de la tabla periódica, sin embargo, no lo dice explícitamente.

| Análogo | Objetivo |
|------------------------------|---|
| tribu patrones culturales | grupo de la tabla periódica propiedades químicas |

Semejanza estructural: Los patrones culturales de un grupo definen su comportamiento y lo identifican, así como las propiedades químicas de los elementos caracterizan a un grupo de la tabla periódica.

Analogía 41

Finalmente, D15 recurre a la analogía del castillo relacionada con la tabla periódica e identifica los grupos químicos con los grupos humanos que habitan el castillo. La condición pragmática y la semejanza semántica son las mismas de la analogía 3.

“Habitantes de un castillo que dependiendo de su ubicación en el mismo, tienen los mismos derechos y obligaciones. Por ejemplo los gases nobles son los nobles del castillo.”

| Análogo | Objetivo |
|---|--|
| habitantes de un castillo derechos y obligaciones similares nobles del castillo | elementos químicos propiedades químicas similares gases nobles |

Semejanza estructural: En esta analogía ficticia creada ad-hoc, D15 propone que los habitantes se ubican en el castillo de acuerdo a sus derechos y obligaciones, de igual manera como los elementos químicos están ubicados en la tabla periódica de acuerdo a sus propiedades características.

Como en el caso de los conceptos de ley periódica y de tabla periódica, en las analogías presentadas para explicar los grupos de la tabla periódica encontramos algunas, la de los equipos de fútbol y la del comportamiento grupal de una tribu, que hacen referencia específicamente a que todos los elementos químicos de un mismo grupo comparten unas ciertas características aunque cada uno conserve algunas propias. Las otras tres, la del edificio, la del horario de clases y la del castillo, incluyen además la semejanza con la forma

en que los grupos están ordenados en la tabla periódica. Más aún, la del edificio especifica el número de balcones en cada sector ayudando a la reconstrucción de la representación de los grupos en la tabla periódica.

Períodos de la tabla periódica

Los períodos son las filas de la tabla periódica. La característica común de todos los elementos de un período es que tienen sus electrones de valencia en el mismo nivel de energía. Cada vez que se comienza a llenar un nuevo nivel de energía, aparece un nuevo período en la tabla periódica.

Analogía 42

La variación periódica de las propiedades químicas en las filas (períodos) de la tabla periódica queda evidenciada en la analogía de las notas musicales presentada por D6. Como ya había comentado parece sacada de la historia de la química, de la fallida propuesta de John Alexander Newlands. No obstante, esta analogía permite relacionar efectivamente el análogo con el objetivo, al menos, dentro del bloque principal.

| | |
|---|---|
| Las notas musicales se repiten cada 7 notas y con una octava más alta o más aguda | Se repite periódicamente una característica aunque se tenga mayor energía |
|---|---|

La condición pragmática y la semejanza semántica son las mismas de la analogía 1.

| Análogo | Objetivo |
|--------------------------------------|--|
| notas musicales escalas musicales | elementos químicos períodos de la tabla periódica |

Semejanza estructural: Las notas musicales se repiten por octavas de manera similar a como las propiedades químicas se repiten periódicamente.

Analogía 43

Para explicar lo que son los períodos de la tabla periódica ahora es D15 quien acude a la analogía del edificio, anteriormente utilizada por D6 para aclarar los conceptos de tabla periódica y de grupos.

| | |
|---|--|
| Los elementos que poseen el mismo número de niveles | Un edificio de apartamentos, cada nivel o piso posee igual número de apartamentos. Los habitantes del tercer piso todos ellos pertenecen a una misma clase |
|---|--|

Condición pragmática: En esta analogía D15 resalta la característica que poseen los elementos de un mismo período de tener sus electrones de valencia en el mismo nivel de energía. Para ello, toma cada piso de un edificio de apartamentos como análogo de un período de la tabla periódica o de un nivel de energía.

Semejanza semántica: D15 utiliza la palabra *nivel* tanto en el análogo como en el objetivo, lo cual facilita la asociación de que cada período corresponde a un nivel de energía determinado.

| Análogo | Objetivo |
|---------------------------|-------------------------------|
| edificio de apartamentos | tabla periódica |
| piso o nivel del edificio | período de la tabla periódica |

Semejanza estructural: Los apartamentos de un mismo piso están en un mismo nivel, como los elementos de un mismo período tienen sus electrones de valencia en el mismo nivel de energía.

Analogía 44

| | |
|--|---|
| Escalafón en el ejército: generales: responsabilidades y funciones propias del cargo Brigadieres: lo mismo capitanes: lo mismo | En cada rango hay diferentes divisiones |
|--|---|

Condición pragmática: Cada período de la tabla periódica, como ya se ha dicho, corresponde al llenado de un nivel de energía. Para representar este hecho y que al pasar de un período a otro aumenta el nivel de energía, P1 propone la analogía del escalafón del ejército.

Semejanza semántica: No existen semejanzas semánticas en este ejemplo, sin embargo, una vez explicados análogo y el objetivo, la analogía puede ayudar a reforzar la comprensión del concepto.

| Análogo | Objetivo |
|--------------------------|--------------------------------|
| escalafón en el ejército | períodos de la tabla periódica |

Semejanza estructural: En cada período de la tabla periódica se llena un nivel de energía, cada vez que comienza un nuevo período se empieza a llenar un nivel de energía más alta. De igual forma, en el ejército cada rango representa un nivel de mando cada vez más alto.

Analogía 45

D7 repite la analogía del comportamiento grupal de una tribu para explicar los períodos de la tabla periódica. Sin embargo, esta comparación me parece más adecuada en el caso de los grupos que en el de los períodos, ya que en realidad la única característica que comparten los elementos de un mismo período, como lo he venido repitiendo, es tener sus electrones de valencia en un mismo nivel de energía.

| | |
|---------------------------------------|---|
| El comportamiento grupal de una tribu | Para explicar los patrones culturales de un grupo determinado |
|---------------------------------------|---|

De estas cuatro analogías, la primera, la de las escalas musicales retoma principalmente el concepto de periodicidad, las del edificio y los rangos en el ejército resaltan la idea de niveles, asociadas al hecho de que en cada período se está llenando un determinado nivel de energía. La del edificio, esta vez presentada por D15, asocia además la representación gráfica de los períodos en la tabla periódica. La última, ya se dijo, no parece apropiada para explicar este concepto.

Anexo 8

Preguntas propuestas por los profesores:

P2:

“La primera pregunta es de carácter muy básico y es la siguiente: de la observación empírica de que los elementos presentan periodicidad en sus propiedades físicas y químicas, ¿qué se puede inferir? Esa pregunta me gusta porque ayuda al estudiante a acostumbrarse a pensar en la información que hay implícita o escondida en una observación puramente empírica, y también, o dicho en otras palabras, acostumbrarse a deducir a partir de las observaciones experimentales cuestiones más fundamentales acerca de las cosas. Entonces en este caso el estudiante tendría que empezar a pensar en la estructura de los elementos.

La segunda pregunta es bastante más técnica y es la siguiente: Si la estructura básica de la tabla periódica se puede explicar satisfactoriamente a partir del concepto de configuración electrónica, y el concepto de configuración electrónica, a su vez, proviene del modelo de capas y el modelo de capas, a su vez, proviene de la aproximación de electrones independientes, en la cual cada electrón ocupa un orbital, o bueno, en realidad se pueden acomodar dos electrones en cada orbital, siempre y cuando sus espines sean opuestos. Siendo esta aproximación de electrones independientes a primera vista una aproximación drástica, porque los electrones están correlacionados, es decir, interactúan por la fuerza de Coulomb, se repelen, cómo es posible que esta aproximación que a primera vista es tan drástica conlleve a una explicación satisfactoria de la tabla periódica. El hecho de que esa aproximación conlleve a una explicación satisfactoria de la tabla periódica me debe de estar diciendo algo, ¿qué me está diciendo? Esta pregunta es importante, desde el punto de vista general porque yo me atrevería a decir que todas las explicaciones, por lo menos la gran mayoría de las explicaciones en química se basan en modelos aproximados, y eso es posible, se debe a que, por aproximado que esté el modelo, deben estar capturando algo de la realidad. El caso de la tabla periódica pues es un caso bastante sobresaliente, entonces, el estudiante debe aprender a criticar los modelos, debe aprender a reflexionar acerca de los modelos que está usando para sacar conclusiones, y al hacerse esa reflexión el estudiante o la estudiante, no quiero ser sexista, debe sopesar, o debe por lo menos tener una idea de lo que se está dejando por fuera en el modelo. Y cuando el modelo funciona entonces quiere decir que los ingredientes más importantes se han incluido allí por lo menos para el fenómeno que se quiere explicar. [...] Que el estudiante reflexione a fondo sobre el significado de lo que es la configuración electrónica y qué aproximaciones hay involucradas allí. Pero a la vez que sepa valorar, sepa valorar la fortaleza del modelo, que es evidente porque explica la tabla periódica.

La tercera pregunta sería más o menos así: Con base en lo que usted ha estudiado de la tabla periódica, ¿esperaría usted que el estado de agregación de una sustancia elemental, es decir, sólido, líquido o gaseoso, presente periodicidad? Por qué sí o por qué no. Esta pregunta es importante porque obliga al estudiante a pensar, en primer lugar, una cosa es el átomo y otra cosa es cómo se encuentra una sustancia

elemental en la naturaleza. La sustancia elemental se encuentra obviamente en algún estado de agregación. Inclusive, en varios estados de agregación. Puede haber diferentes estructuras cristalinas.

Estas preguntas que yo te he hecho no son fáciles, creo que no sería el tipo de preguntas que yo haría en un examen, porque me parece que requieren de una reflexión cuidadosa, pero sí es el tipo de preguntas que yo dejaría de tarea para el estudiante. Yo creo que en este caso lo importante no es si el estudiante llega a la respuesta correcta, sino todo el ejercicio que ha hecho para buscar una respuesta.”

P4:

La primera pregunta de P4 está relacionada con el objetivo general que, como ya se ha mencionado, asignan los profesores a la tabla periódica: relacionar configuración electrónica con la ubicación del elemento en la tabla y con su comportamiento.

“...mi primera pregunta está relacionada con estudiar la energía de ionización, entonces, darle, por ejemplo la primera energía de ionización del calcio, que es más 186 kilojulios por mol, y la energía de ionización del potasio que es menos 48 kilojulios por mol. Entonces, aquí qué es lo que uno pretende que el estudiante le interprete, explicar por qué los dos valores tan diferentes. Y para hacer esto qué necesita saber, primero, el número de electrones que tiene cada elemento, hacer la configuración electrónica de cada uno, mirar con esa configuración electrónica donde queda, mirar como queda cuando se le quita un electrón, mirar qué está pasando cuando usted le quita ese electrón, ¿sí? Entonces ahí tienes muchas cosas que analizar. Esta sería una primera pregunta y usted está viendo si el estudiante, a partir de la ubicación del elemento en la tabla periódica puede razonar para explicar una cuestión experimental. Con eso me doy por satisfecha.”

La segunda pregunta, como lo explica P4, tiene que ver con las propiedades de las sustancias que son consecuencia de la configuración particular de cada átomo o ión. Aquí nuevamente aparecen las relaciones no explícitas entre el macro lenguaje y el micro lenguaje, ya que, por ejemplo, el punto de fusión es una propiedad de una sustancia (macro) mientras que el estado de oxidación se refiere a un ión (micro) (Pacault, 1994).

“La siguiente sería en el lado de una serie de puntos de fusión, que está relacionando en un periodo una serie de fluoruros donde el punto de fusión se les da. Entonces tenemos el fluoruro de sodio, el fluoruro de magnesio, el de aluminio, el de silicio, el de fósforo, el de azufre y el de cloro. O sea que usted tiene todos los puntos de fusión. En este punto usted puede identificar los estados de oxidación, el manejo del radio, explicar por qué se cambia esos puntos de fusión, y cuando usted identifique el estado de oxidación puede identificar también cómo se va moviendo en los grupos, cuando usted mire el punto de fusión puede identificar también cómo se combinan los elementos, y cuando se combinan los elementos usted puede llegar a los tipos de enlace. Entonces ahí tiene usted para reírse.. (risas) Si usted logra que un estudiante le explique esto, usted ya tiene un camino impresionantemente recorrido, porque usted ya ve que el estudiante le maneja la tabla periódica, le maneja los estados de oxidación, le maneja como esos estados de oxidación vienen porque A tiene diferentes tipos de enlace, puede saber qué es un enlace, como diferencia los enlaces iónicos de los enlaces covalentes, puede diferenciar incluso estado líquido de estado sólido o estados gaseosos, o sea que usted está hecha. Con esos dos ejemplos le he recorrido toda la tabla periódica.”

P7:

1.- ¿Cuál es la característica principal de los elementos que están en un mismo grupo de la tabla periódica (y en consecuencia tienen la misma configuración de electrones de valencia)?

“La pregunta enfatiza uno de los objetivos iniciales de Mendeleiev, de organizar los elementos basados en sus propiedades químicas.”

2.- ¿Por qué la segunda energía de ionización es mayor que la primera energía de ionización de un átomo gaseoso?

“Esta es una de las montañas de preguntas sobre tendencias periódicas en propiedades atómicas.”

3.- Asuma que estamos en otro universo con leyes físicas diferentes. Los electrones en ese universo están descritos por cuatro números cuánticos (con significados similares a los que usamos en nuestro universo). Vamos a llamar a esos cuatro números cuánticos p, q, r, s. Valores de p = 1,2,3,4,5...

El número q sólo puede tomar valores enteros, positivos impares y $q < o = p$.

El número r sólo toma valores enteros, pares desde $-q$ hasta $+q$. (Cero es considerado número par).

El número s puede valer $+1/2$ ó $-1/2$.

A.- Haga un diagrama de los cuatro primeros periodos en la tabla periódica de ese universo.

B.- ¿Cuáles serían los números atómicos de los primeros cuatro elementos que uno esperaría fuesen menos reactivos?

C.- De un ejemplo de un compuesto iónico con una fórmula XY, otro de fórmula XY_2 , otro de fórmula X_2Y .

“Esta pregunta enfatiza la relación entre el modelo cuántico de estructura atómica y la configuración de los átomos en la tabla periódica y es tomada del texto S. Zumdahl, S. Zumdahl “Chemistry”, fifth edition, Houghton Mifflin, 2000.”

P10:

Por su parte, P10 entregó las siguientes preguntas con sus respectivas justificaciones:

1.- Con la ayuda del siguiente esquema adjunto, ordenar en orden decreciente de radio atómico (de mayor a menor) la siguiente serie de átomos: ${}_{12}\text{Mg}$, ${}_{19}\text{K}$, ${}_{9}\text{F}$, ${}_{14}\text{Si}$.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|----|---|---|---|----|
| Li | Be | | | | | | | | | | | B | C | N | O | F | Ne |
| Na | Mg | | | | | | | | | | | Al | Si | | | | |
| K | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Se debe saber que el esquema corresponde al ordenamiento de los elementos considerados en la Tabla Periódica.

Razonamiento: En el grupo, el radio aumenta de arriba hacia abajo. En el periodo, aumenta de izquierda a derecha.

$K > Na$; $Na > Mg \Rightarrow K > Mg$ $Mg > Si$; $Si > C$; $C > F \Rightarrow Mg > Si$ y $Si > F$

Respuesta: K, Mg, Si, F

2.- El Be, Mg, Sr, Ba y Ca pertenecen al segundo grupo de la Tabla Periódica. Ordenar la siguiente serie de compuestos (MCl_2) en orden creciente al carácter covalente del enlace M-Cl (primero el de menor carácter covalente): $BeCl_2$, $SrCl_2$, $MgCl_2$, $BaCl_2$, $CaCl_2$ (todos estos compuestos son cristales iónicos a temperatura ambiente).

Razonamiento: Se trata de saber el carácter covalente del enlace M-Cl. El carácter covalente del enlace M-Cl depende del tamaño del ión M y de su carga. Como todos tienen igual carga, entonces dependerá del tamaño del ión. El $BeCl_2$ será el más covalente.

Respuesta: $BaCl_2$, $SrCl_2$, $CaCl_2$, $MgCl_2$, $BeCl_2$.

3.- En la siguiente serie de especies químicas: ${}_1H^{-1}$, ${}_2He$, ${}_3Li^+$, ${}_4Be^+$ encuentre la especie que NO es isoelectrónica con las demás.

Respuesta: ${}_4Be^+$

4.- Acomode los átomos siguientes en orden creciente de radio atómico: ${}_{11}Na$, ${}_4Be$, ${}_{12}Mg$. Ayúdese con el esquema.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | Be | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Na | Mg | | | | | | | | | | | | | | | | |

Respuesta: Be, Mg Na

“En la primera pregunta es importante saber realmente como varía el tamaño a través de un grupo y de un período. Entonces consiste en eso, la primera y la cuarta pregunta consiste en ordenar respecto al tamaño, ¿no? Y realmente en esa primera y en la segunda pregunta, a pesar de que está ahí la tabla periódica, lo que se necesita es ver si la persona tiene como un desarrollo lógico, si sabe hacer las cosas en forma lógica, porque la tabla periódica está acá. En la pregunta segunda realmente lo que se debe saber es si el estudiante entiende el concepto de enlace iónico y enlace covalente. En la tercera pregunta, se necesita saber la simbología en cada uno de elemento, si saben que es realmente el número de protones, cual es el número de electrones, si sabe cuando una especie es positiva y cuando es negativa,, eso es...”

P11:

En este sentido formuló posteriormente una de las preguntas de examen:

“¿Por qué si los elementos se ubican de acuerdo a la configuración electrónica el He no está en el grupo 2?”-

Fue insistente en que las propiedades periódicas se pueden comprender más fácilmente si se parte de la carga nuclear efectiva (Waldron et al., 2001):

“La primera propiedad que se debe enseñar es la carga nuclear, tanto la carga nuclear como la carga nuclear efectiva y con base en qué tanto retenga o no el núcleo a los electrones de valencia y qué tanto apantallamiento hagan los electrones internos, inferir propiedades como potencial de ionización, afinidad electrónica, radios o tamaños de los átomos, en cualquiera de sus conceptos y electronegatividad.”

P12:

“La primera es la diferencia entre... por qué a Mendeleiev se le dio más crédito que a Meyer. Y la razón tiene que ver con que Mendeleiev fue un poco más allá, al predecir los elementos y predecir sus propiedades, que entiendo, pues, que Meyer no lo hizo.

Segundo, lo de la carga nuclear efectiva. Tratar de explicar en un periodo las variaciones de una propiedad con base en la carga nuclear efectiva.

E.- ¿por qué le parecen importantes esas preguntas?

Porque hay una tendencia a simplificar y decir: “crece de.” izquierda a derecha, o crece de abajo hacia arriba, pero a veces al hacer esa generalización se deja por fuera ese concepto del efecto de apantallamiento que explica esas variaciones. Entonces, yo creo que es una simplificación el afirmar esas tendencias generales sin tener en cuenta el concepto de apantallamiento.

La tercera podría ser:

La tabla periódica de Mendeleiev se basó en las masas atómicas mientras que la más reconocida actualmente se basa en los números atómicos. ¿Qué diferencias hay entre la una y la otra?

P16:

“¿Y qué es una tabla periódica? Es una ordenación de los elementos de acuerdo con su número atómico y el número atómico da el número total de protones que hay en el núcleo y, por tanto, en último término la configuración electrónica de la capa de valencia. Y allí eso es lo que determina la química del elemento. Esto sería el objetivo de la primera pregunta.”

Refiriéndose a la segunda, dijo:

“ ¿Y para qué me sirve? [...] Cuando yo miro donde está colocado un elemento en la tabla periódica, para saber un poco las características generales. Por lo tanto le daría una segunda pregunta en la que colocaría un elemento y lo obligaría a que me dijera alguna cosa de este elemento sólo con la posición que tiene en la tabla periódica, ¿vale?”

“... el eje de la primera pregunta sería, el eje de la ordenación actual, en la que se basa la química, ¿en qué consiste? ¿qué característica del elemento es la que realmente define esta ordenación? La segunda sería algunas consecuencias de esta ordenación... [...]. Pues me referiría un poco a características físicas y químicas de estos tres bloques de elementos. O sea, un elemento dónde está situado en la tabla periódica, debe indicar una cosa.” (P16)

Lo tercero que P16 mencionó en sus preguntas, fueron los bloques de la tabla periódica:

“Tercera cosa importante de la tabla periódica, los bloques.”