

SEGUNDA PARTE

*Aprender a Enseñar Ciencias con un nuevo modelo didáctico,
implica formar un Profesor Metacognitivo*

Los capítulos que siguen, están dedicados a presentar otras de las ideas clave de nuestra propuesta de formación inicial del profesorado de ciencias para la secundaria. Una de esas ideas, es que para que un profesor aprenda a enseñar ciencias con un modelo constructivista, es necesario potenciar sus capacidades metacognitivas.

Las razones que justifican una meta como esta, responden a que el futuro profesor trae a sus cursos de formación inicial –como el de ‘Didáctica de las Ciencias’-, su propio modelo didáctico, fruto de su experiencia como alumno (como ya lo han establecido los estudiosos de la formación del profesorado: Tobin & Espinet, 1989; Aguirre, Haggerty & Linder, 1990; Aguirre, 1995; Furió y Gil, 1998; Hewson, 1999^a; García Barros & Martínez Losada, 2001, entre otros). En el curso de Didáctica, se ponen de manifiesto los diferentes modelos de enseñanza que el profesor debe distinguir e incluso, identificar entre ellos el suyo.

Partiendo de que se trata de que aprenda un nuevo modelo de enseñanza, muy diferente al que conoce por su experiencia como alumno/a de secundaria o de una facultad de ciencias, se hace énfasis en que aprender a enseñar con este modelo, implica que el estudiante tenga que cuestionar su propio modelo y elaborar nuevos significados para las concepciones de ciencia, de enseñanza, de aprendizaje y de evaluación, relacionándolas de un modo distinto. A esto nos referimos cuando hablamos de modelización. Atender a un requerimiento como este, implica potenciar las capacidades metacognitivas del futuro profesor. Por eso, debemos discutir qué entienden los expertos por metacognición y cómo suponen que funciona. Esto es lo que se aborda en el segundo capítulo.

En el tercero y último capítulo de nuestro marco teórico, argumentamos por qué pensamos que un profesor de ciencias al que se le pueda calificar de ‘metacognitivo’, se forma desde un modelo de enseñanza constructivista, como el que se espera que aprenda durante su formación inicial. Intentamos argumentar cómo aprende a enseñar este futuro profesor desde este modelo. La concreción de estas ideas, incluyendo por supuesto las de los capítulos anteriores, nos permitirán analizar la evolución de los modelos de enseñanza de las estudiantes que formaron parte de los estudios de caso que presentamos en esta investigación.

Capítulo 2.

Aprender a Enseñar Ciencias con un Modelo Constructivista

1. ¿Qué Entendemos por Aprender a Enseñar Ciencias?

Como ya hemos explicado en otras oportunidades (Angulo & García, 1999), consideramos que, por una parte, *aprender a enseñar ciencias* comporta adquirir conocimientos sobre las bases teóricas en que se fundamenta la didáctica de las ciencias experimentales. Los futuros profesores deben saber que hay más de una forma de explicar qué es la ciencia y que las decisiones sobre qué contenidos enseñar en el aula y para qué enseñar ciencias a los alumnos, se toman fundamentándose en una de las posibles explicaciones sobre la naturaleza de la ciencia. Pero por otra parte, implica la formación de un profesional habituado a cuestionar las propuestas que se le hacen y a cuestionarse sobre su pensamiento y su práctica; un profesor con autonomía para aprender desde su hacer, al reconocer aciertos y fallas, y que es capaz de tomar decisiones apoyándose en la teoría.

Además de esto, *aprender a enseñar ciencias* también tiene que ver con que el futuro profesor sea capaz de reflexionar sobre cómo aprenden los alumnos y conocer las teorías actuales sobre el aprendizaje. En particular, las teorías propuestas desde el campo de la didáctica de las ciencias, para interpretar las dificultades de los alumnos en su aprendizaje, así como los factores personales y sociales que influyen en dicho proceso.

Además, ha de aprender que las decisiones sobre cómo enseñar, no son independientes de los aspectos antes mencionados y que en función de éstos, el profesor tiene que preparar y seleccionar actividades de enseñanza - aprendizaje y de evaluación y decidir cómo las secuenciará y cómo las gestionará en el aula.

Aprender a enseñar ciencias también implica que el futuro profesor sepa que la evaluación tiene una función pedagógica en cuanto le aporta al profesor y al alumno, información sobre cómo va el proceso de aprendizaje. Al primero, dicha información le sirve para adecuar su actuación a las necesidades y dificultades del alumno, mientras que al segundo, le sirve para contrastar la realización de sus tareas, con los objetivos que el profesor pretende que alcance. De este modo, la evaluación le permite al alumno saber qué aprende, cómo y para qué, favoreciendo su autonomía. Una evaluación que tiene estas características, se identifica como un proceso de *regulación* (por parte del profesor) y de *autorregulación de los aprendizajes* (por parte del alumno) y por esa razón, va indisolublemente ligada a la enseñanza y al aprendizaje (Jorba & Sanmartí, 1996).

En otras palabras, desde nuestra propuesta, *aprender a enseñar ciencias* requiere que el futuro profesor entienda y comparta esta concepción de la evaluación, de manera que las

actividades de enseñanza – aprendizaje que les presenta a sus alumnos, estén diseñadas para que cumplan con la función pedagógica que hemos descrito.

Desde el punto de vista metodológico, también es necesario que conozca instrumentos, recursos y estrategias para organizar los contenidos, preparar actividades de evaluación adecuadas a la fase del ciclo de aprendizaje en la cual se encuentren sus alumnos, a las características del grupo e incluso de la institución.

Las implicaciones que trae *aprender a enseñar ciencias*, nos llevan a plantear entonces, que la formación inicial de los profesores es el período en el cual el futuro profesor, comienza su preparación para el ejercicio de una profesión que le exige ser un experto en la toma de decisiones sobre su actuación, con base en unos referentes teóricos que tienen mucho que ver con la naturaleza de la ciencia y con las relaciones que se establecen entre su enseñanza, aprendizaje y evaluación. De este modo, se entiende que el profesor de ciencias es un profesional que sabe y necesita aprender de sus reflexiones, analizando críticamente las diferentes variables que hacen parte de la enseñanza, con el fin de introducir las modificaciones necesarias para atender a las demandas que su grupo y la sociedad en general (a través del currículo), le plantean (Woolnough, 2000).

En resumen, aprender a enseñar ciencias, implica que el futuro profesor se familiarice con un nuevo modelo de enseñanza, que es diferente a aquellos que conoce por su experiencia como alumno. Pero el arraigo de estos modelos tradicionales es tan grande, que todavía no se ha logrado encontrar la clave que permita al futuro profesor superarlos para aprender a enseñar con un enfoque de *construcción* del conocimiento.

En el apartado siguiente, intentaremos describir algunos de los fundamentos teóricos que consideramos más importantes para entender la formación inicial de un profesor de ciencias metacognitivo.

2. Aprender a Enseñar Ciencias y Metacognición

Aprender a enseñar ciencias con un modelo constructivista demanda una formación intelectual, que capacite al futuro profesor para tener autonomía frente a las distintas situaciones que le plantea la enseñanza. Desde nuestro punto de vista, alcanzar esta autonomía, implica un ejercicio constante de las capacidades metacognitivas, necesarias para diferenciar los modelos didácticos de enseñanza e informar teóricamente a la práctica docente.

Potenciar la metacognición de los futuros profesores, es una de las metas de nuestra propuesta de formación. Así entonces, es importante conocer la fundamentación teórica del concepto.

2.1. ¿Qué es la Metacognición?

Así como hay muchos términos que se relacionan estrechamente con la metacognición, también abundan las definiciones, pero en general, todas ellas coinciden en que *es el conocimiento y regulación de las propias cogniciones y procesos mentales*. En este estudio, compartimos las ideas de algunos autores, que también hacen referencia a la

metacognición, como un *conocimiento autorreflexivo* (Burón, 1997), ya que tiene que ver con un conocimiento que se adquiere cuando la persona observa qué y cómo aprende.

La definición que da Ann Brown (1987), es una de las primeras que surgió y tal vez la más conocida. Esta autora dice que la metacognición, es el conocimiento de nuestras *cogniciones*. No obstante, hoy en día los expertos parecen estar de acuerdo en que la metacognición también tiene una función autorreguladora que es tan importante como la cognitiva, por lo cual, se habla de ‘conocimiento’ y ‘autorregulación’.

Según se puede observar en la literatura psicológica, las *cogniciones* se refieren a cualquier *operación mental*: percepción, atención, memorización, lectura, escritura, comprensión, comunicación (Burón, 1997). Así entonces, una persona que se comporta *metacognitivamente*, conoce estas y otras operaciones mentales (como la anticipación o la planificación) y puede llegar a establecer qué son, cómo se realizan, cuándo poner en marcha una u otra, o qué factores ayudan o interfieren en su operatividad. Cuando los expertos necesitan hacer referencia específica a alguno de estos aspectos metacognitivos, suelen hablar de *metamemoria*, *metacomprensión*, etc. En consecuencia, se puede decir que la metacognición comprende y abarca todos estos aspectos.

Hasta ahora, los aspectos mejor conocidos sobre la metacognición, proceden de investigaciones psicológicas con niños, cuyo objetivo era el de comprender las operaciones implicadas en el aprendizaje escolar. Eran estudios orientados inicialmente, a comprender qué hace mal o qué deja de hacer un alumno poco eficaz, para que su aprendizaje sea pobre y qué es lo que hace un ‘buen estudiante’. Posteriormente, la atención se centró en averiguar cuáles eran las estrategias a enseñar a los alumnos para que tuviesen un aprendizaje eficaz.

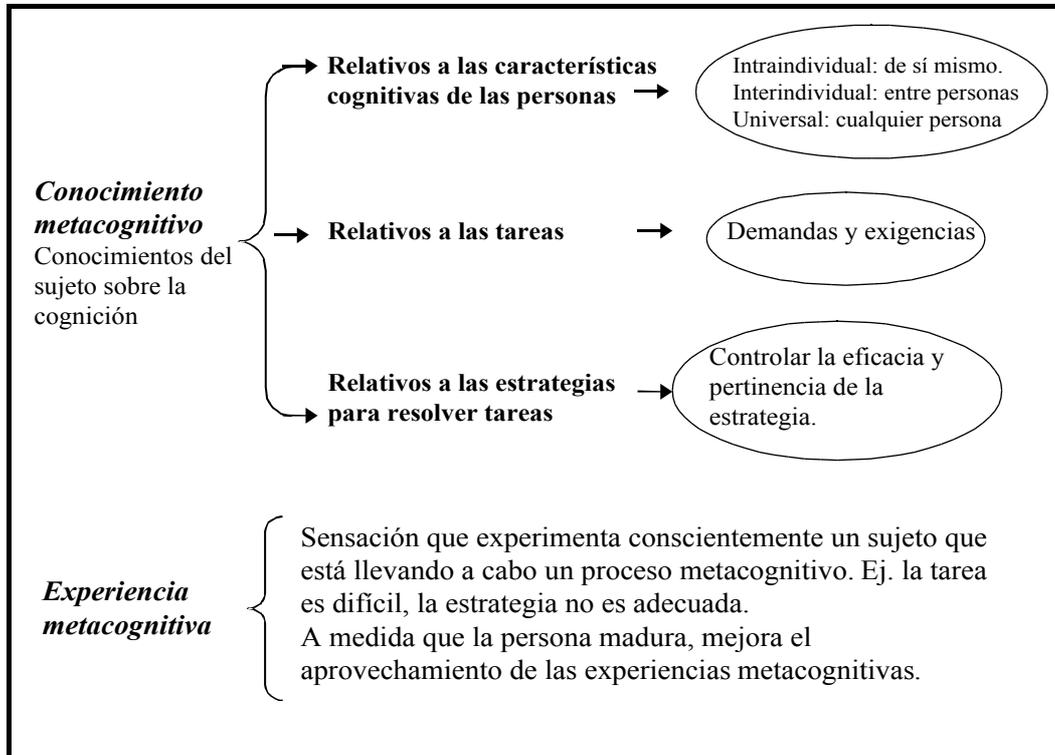
Gran parte de la bibliografía se refiere a estudios sobre la metaatención, la metamemoria, la metalectura o la metacomprensión, porque a juicio de los estudiosos, son los aspectos que tienen mayor influencia en el aprendizaje. No obstante, hoy en día el estudio de la metacognición se hace no sólo desde la psicología, sino desde otros campos de conocimientos como el de la didáctica de las ciencias (p.ej. Baird, 1986; Gunstone & Northfield, 1992; Gunstone, 1994; Rickey, 2000), entre muchos otros, e incluso ha llegado a relacionarse estrechamente con la afectividad (p.ej. La Fortune & St. Pierre, 1994; Hodson, 1998). De hecho, nuestra investigación hace eco de sus implicaciones para la formación inicial del profesorado de ciencias.

El estudio de la metacognición comenzó en la década de los setenta, a raíz de las investigaciones sobre la memoria, que llevó a cabo J. H. Flavell (1978). Este autor identificó una serie de procesos que permiten a los niños, ir conociendo mejor sus capacidades memorísticas y controlar con mayor precisión sus actuaciones en estas tareas. Algunos niños podían tener estrategias adecuadas de memoria, pero no siempre las utilizaban de forma correcta. Esto le permitió suponer que no es suficiente distinguir un único nivel de funcionamiento (*el cognitivo*), sino que había que distinguir también, cómo hace una persona para controlar sus procesos cognitivos, para ser eficiente en determinadas tareas (*la regulación de los procesos cognitivos*).

Así entonces, la investigación sobre metacognición le permitió a Flavell entender:

- a) cómo los niños van adquiriendo un mayor conocimiento sobre los procesos cognitivos y
- b) cómo los van regulando con mas eficacia para resolver determinadas tareas.

En su modelo, hay dos dominios metacognitivos: el del conocimiento metacognitivo y el de la experiencia metacognitiva, como se muestra en el cuadro # 4.



Cuadro # 4. Dominios Metacognitivos según Flavell (1987)

Flavell dice que:

[...] la metacognición hace referencia al conocimiento de los propios procesos cognitivos, de los resultados de esos procesos y de cualquier aspecto que se relacione con ellos; es decir, el aprendizaje de las propiedades relevantes de la información y de los datos. Por ejemplo, estoy implicado en la metacognición (metamemoria, metaaprendizaje, metaatención, metalenguaje o cualquiera de las 'metas') si me doy cuenta de que me resulta más fácil aprender A que B [...]. La metacognición se refiere entre otras cosas, a la continua observación de estos procesos en relación con los objetos cognitivos sobre los que se apoyan, generalmente al servicio de alguna finalidad específica u objetivo. (Flavell, 1978, pg. 79)

Cuando se habla del conocimiento sobre los propios procesos cognitivos, surge el vocablo 'meta' para referirse a un nivel de cognición que tiene que ver con la comprensión. Este es precisamente el aspecto que más se identifica con la metacognición. Los estudiosos del tema (Martí, 1995; Burón, 1997) se han dado cuenta de que muchas investigaciones se refieren exclusivamente a la reflexión de la persona, sobre su propia cognición (p.ej., ¿Soy bueno/a para memorizar?; ¿Qué necesito para realizar esta tarea?), pero como se muestra en el cuadro anterior, puede ser que dicha reflexión, también se haga sobre los procesos de conocimiento de otra persona (p.ej., Aquella niña memoriza con facilidad); sobre la tarea (p.ej., Estos deberes son difíciles

de hacer), o sobre las estrategias (p.ej., Este ejercicio se resuelve con balanceo de ecuaciones).

De acuerdo con Burón (1997), la definición de Flavell destaca los aspectos de la actividad mental que se puede considerar ‘metacognitivamente madura’:

- Conocimientos de los *objetivos* que se quieren alcanzar
- *Elección de estrategias* para conseguirlos
- *Autoobservación* de la ejecución de la actividad, para saber si las estrategias seleccionadas son las más adecuadas (control o monitoreo)
- *Evaluación* de los resultados para saber hasta donde se alcanzaron los objetivos propuestos.

Según Martí (1995), aunque la regulación de los procesos cognitivos va muy relacionada con el componente del conocimiento cognitivo, se trata de la corriente ‘dinámica’ es decir, del componente ‘on line’. Muchos expertos dicen que cuando una persona tiene consciencia de sus propios procesos cognitivos, los regula y dirige mucho mejor. Sin embargo, en estudios evolutivos sobre cómo los niños consiguen regularse, aparece una serie de características que no necesariamente coinciden con los procesos de reflexión y toma de consciencia, por lo cual, entre los investigadores hay ciertas discrepancias al respecto.

Este autor dice que la búsqueda de explicaciones en cuanto a cómo se relacionan los dos componentes de la metacognición (el *conocimiento sobre los propios procesos cognitivos* y la *regulación de estos procesos*), ha llevado a varias conclusiones, entre las que destacaremos dos. En primer lugar, que más que hablar de un límite entre lo consciente y lo inconsciente, los componentes se relacionan por niveles de consciencia (Karmiloff – Smith, 1986). En segundo lugar, que la regulación no tiene que ser necesariamente consciente. Todos tenemos automatismos respecto a cosas que sabemos hacer muy bien, de manera que el cerebro no gasta energía en pensar sobre ellas. Por ejemplo, alguien que sabe conducir un coche, va corrigiendo sus acciones de una forma que no es necesariamente consciente.

En este sentido, aunque el objetivo ‘ideal’ de aprender a enseñar ciencias es que los futuros profesores sean conscientes de lo que están aprendiendo para que puedan influir sobre cómo lo aprenden (es decir, que sepan autorregularse), debemos tener en cuenta que hay momentos en los que la metacognición no es accesible a la consciencia (Martí, 1995).

De acuerdo con Ann Brown et al (1983), la metacognición implica el conocimiento de las propias cogniciones y la regulación (control) de la actividad mental, lo cual exige:

- *La Planificación*: que se hace antes de realizar la tarea e incluye la anticipación de los resultados y de las posibles estrategias de resolución.
- *El Control o Monitoreo*: que tiene lugar durante la realización de la tarea y consiste en verificar, rectificar y revisar la estrategia empleada, en función del objetivo a alcanzar.
- *La Evaluación de los resultados*: al finalizar la tarea, para saber qué tan eficaz fue la estrategia empleada.

En la literatura especializada, esta secuencia se suele resumir diciendo que una persona que se comporta metacognitivamente *sabe qué* quiere conseguir (objetivos) y *sabe cómo* conseguirlo (autorregulación). En este sentido, quedan en evidencia las dos dimensiones o componentes de la metacognición que ya hemos mencionado: La metacognición como conocimiento de las operaciones mentales y de la autorregulación de las mismas. Una función, se deriva de la otra (Burón, 1997), por eso, no parece oportuno separarlas.

Muchos expertos en el tema de la metacognición parecen estar de acuerdo en que gran parte de los mecanismos responsables del desarrollo y del aprendizaje, tienen una naturaleza recurrente y constructiva y en que no es adecuado separar radicalmente los conocimientos y actividades reguladoras conscientes (que son los que se han asociado a fenómenos ‘meta’) de las no-conscientes. No obstante, en los primeros años de estudio, la metacognición se circunscribió principalmente al aspecto cognitivo (Campione, 1987; Schoenfeld, 1987) y la metacognición llegó a identificarse casi exclusivamente con ese aspecto (Martí, 1995; Burón, 1997, Angulo et al, 2000 – Entrevista a E. Martí)

Si comparamos lo que J. Flavell y A. Brown han explicado sobre la metacognición y autorregulación (y que han influenciado de manera importante los desarrollos de la psicología anglosajona), llegamos a la conclusión de que ambos términos se pueden usar como sinónimos. Suponer que son distintos, implica que metacognición se identifica con el conocimiento declarativo y autorregulación, con conocimiento procedimental. Recordemos que muchos de los expertos en el área ya han llegado al consenso de que son aspectos complementarios y no es adecuado hacer esta distinción.

2.1.1. Enfoques desde los que se ha investigado la Metacognición

De acuerdo con Martí (1995), hay tres tradiciones teóricas que han venido contribuyendo a la fundamentación de la metacognición: El Procesamiento de la Información; la teoría de Piaget y la teoría de Vygotski. Un breve recorrido por cada una de ellas nos permitirá describir el punto de vista desde el cual entendemos la metacognición en este estudio.

2.1.1.1. El Procesamiento de la Información

De acuerdo con McGuinness (1993), las teorías sobre el procesamiento de la información, tienen sus raíces en la psicología cognitiva y más precisamente se suelen identificar con la metáfora de la mente como un ordenador. Estas teorías comparten ciertos aspectos en común: En primer lugar, en contraste con los puntos de vista conductistas que las precedieron, estas teorías intentan explicar los eventos mentales o mejor, los fenómenos cognitivos que intervienen entre el estímulo y la respuesta. En segundo lugar, buscan aclarar qué tipo de información se representa, cómo se codifica y cómo se organiza. En tercer lugar, estas representaciones y procesos se estructuran dentro de un sistema coherente y funcional o arquitectura cognitiva, la cual en principio, tiene que dar cuenta de un amplio rango de tareas.

Los expertos han llegado a acordar que existen al menos dos sistemas funcionales: un sistema de memoria a largo término, que tiene una organización flexible y un sistema de memoria a corto término o memoria de trabajo, para el procesamiento de la información

que se está manejando en un momento dado. También están de acuerdo, en que la regulación de la información dentro del sistema, puede ser automática o puede estar controlada por algún proceso ejecutivo (Brown, 1987). De ahí que se compare a la mente humana con un ordenador.

Esta noción de la mente como un sistema de procesamiento de datos ha sido por más de 35 años, la base de muchas investigaciones sobre fenómenos como la percepción, la atención, la memoria, el lenguaje, la resolución de problemas y la toma de decisiones, junto con el análisis del desarrollo cognitivo y las diferencias individuales (McGuinness, 1993).

Los estudios sobre la enseñanza y el aprendizaje, que se han fundamentado en este enfoque, pretenden identificar las habilidades de pensamiento superior para el aprendizaje (Weinberger & Zohar, 2000), las estrategias de memoria, los heurísticos que se activan en la resolución de problemas y las habilidades de razonamiento asociadas con el pensamiento complejo. Estos estudios, también se han dedicado a diseñar materiales de enseñanza que hagan posible que alumnos de todas las edades, pongan en juego mejores modos de pensar.

En este sentido, los programas educativos basados en el procesamiento de la información, buscan desarrollar habilidades generales de pensamiento de alto orden, que se supone, pueden transferirse más allá del contexto en el cual se adquirieron.

Los expertos en este campo (Brown, 1987; Kluwe, 1987; Allal & Saada-Robert, 1992) dicen que para que una actividad cognitiva sea ejecutada correctamente, necesita un sistema de un control que *planifique, regule y evalúe* la actividad en curso. O sea, que una actuación adecuada no sólo requiere la posesión de determinados conocimientos o estrategias, sino también, una supervisión reguladora del sujeto sobre su propia actuación, que hace que las actividades se realicen de forma flexible y se adapten a las exigencias de la tarea, o en nuestro caso, a las exigencias del modelo de enseñanza que pretendíamos que los estudiantes aprendieran.

Los procesos del sistema ejecutivo, se ajustarían a la segunda de las categorías de conocimientos, propuestas por Flavell (1987): los conocimientos sobre las tareas. Estos procesos serían:

- *Planificación y Anticipación*
- *Control 'on line' de la actividad de la persona*
- *Verificación y evaluación de lo realizado.*

Las conclusiones de las investigaciones relacionadas con este enfoque teórico, han coincidido en que hay dos tipos de procesamiento de la información: controlado y automático (Brown, 1987). En la siguiente tabla podemos compararlos:

Procesamiento Controlado	Procesamiento Automático
Es lento.	Es rápido.
Está limitado por las restricciones de la memoria a corto plazo.	No está limitado por la memoria a corto plazo.
Opera secuencialmente: cosa por cosa	Opera paralelamente.
Exige un alto grado de control	Exige poco control de parte de la persona
Requiere esfuerzo y atención de la persona	Requiere poco esfuerzo y atención de la persona

Las distinciones entre estos dos tipos de procesamiento se pueden entender si tenemos en cuenta que cuando una persona se enfrenta por primera vez a un conocimiento nuevo, la autorregulación es poco automática. Por ejemplo, al conducir un coche, el novato mira a la palanca en su mano derecha y piensa en cual es el pedal que debe presionar, para hacer un cambio de marcha. Algunas clases después ya no lo hace, porque la automatización va ligada al aprendizaje.

Frente a un nuevo aprendizaje, la falta de automatismo es una ventaja, de lo contrario, nuestro conductor novel podría estropear la caja de cambios, porque no estaría atendiendo a las acciones que necesita ejecutar correctamente para operar el mecanismo y ser capaz de conducir con autonomía en el futuro, es decir, sin el acompañamiento de su instructor. Un ejemplo más contextualizado en la enseñanza formal, es que cuando una persona está aprendiendo a escribir, se fija en cómo son las letras y en cómo debe dibujarlas en el papel. Pero cuando ya las ha aprendido, deja de fijarse en estos aspectos y empieza a atender más a cual es el mensaje que se transmite con esos símbolos.

El automatismo se gana con la práctica y trae como consecuencia, un ahorro en el esfuerzo de atender. En los momentos iniciales, se gasta mucha energía en los aspectos básicos de la actividad (Martí, 1995). Pues bien, si trasladamos esto, al campo de la formación inicial del profesor de ciencias, nos podemos explicar que gran parte de las dificultades que nuestros estudiantes tienen para aprender a enseñar, se deben a que toda su vida han visto y han experimentado cómo se enseñan las ciencias de un modo que en general, corresponde con un modelo tradicional que ya tienen 'automatizado'. Aprender a enseñar ciencias de otra manera, les implica *des-automatizar* su propio modelo para criticarlo y a su vez, aprender cómo funciona el nuevo modelo que se les presenta.

La tendencia evolutiva parece ser la de pasar de procesos controlados intencionalmente a procesos automáticos. En este sentido, también podríamos considerar que se corre el riesgo de que cuando nuestro futuro profesor aprende por ejemplo, las fases de un ciclo de aprendizaje relacionado con el modelo de enseñanza que se pretende que aprenda (ver capítulo 1, apartado 2.4.), pueda llegar a automatizarlas a un nivel que le permite hablar sobre ellas, pero no llevarlas a la práctica con el significado que les corresponde.

Este mismo fenómeno lo ha observado White (1999) en su trabajo con alumnos en el PEEL Project y a esto se refiere Galperin, el autor de la Teoría de la Formación por Etapas de las Acciones Mentales (Talízina, 1988), cuando habla de las seis etapas que sigue el proceso de aprendizaje de una acción. Una de ellas, es la verbalización de la acción, que comienza siendo externa, en el medio social, pero a medida que se *interioriza* (Vygotski, 1978; Wertsch, 1988), la acción se va automatizando y es difícil acceder a ella, incluso para la misma persona. Pues bien, en el caso de nuestro estudiante, el riesgo está en que automatice muy rápidamente que hay un ciclo de aprendizaje, sin que haya tenido lugar la apropiación de lo que implica cada fase, las relaciones correspondientes con el modelo de enseñanza desde el cual se propone dicho ciclo, ni el significado que adquiere la evaluación en cada una de ellas. Para aprenderlo, hay que *des-automatizar* el aprendizaje realizado y volver sobre estos significados, lo cual se dificulta aún más, si el estudiante cree que ya ha aprendido lo suficiente.

Estamos hablando de un esfuerzo cognitivo muy grande (Pozo & Gómez Crespo, 1998) y tan complejo, que resulta forzado decir ‘primero hay consciencia y luego hay inconsciencia’, a medida que se automatizan los procesos cognitivos como resultado del aprendizaje (Martí, 1995).

Volviendo a los aportes de Brown (1987) y Kluwe (1987), las distinciones entre procesamiento controlado y procesamiento automático de la información, han permitido a estos autores saber que:

- Los niños y los novatos tienen deficiencias en el control deliberado y consciente de su cognición.
- La experiencia y el entrenamiento automatizan las actividades.
- No es suficiente con tener conocimientos. Hay que saber utilizarlos.

Consideramos que estos fenómenos también se pueden encontrar, cuando un futuro profesor está aprendiendo a enseñar ciencias con un nuevo modelo.

A los autores que trabajan con el procesamiento de la información, se les critica porque relegan la importancia de formas de regulación tácitas, implícitas en cualquier actividad cognitiva y se quedan atrapados en dicotomías tales como consciente – inconsciente ó automático – controlado (Martí, 1995). A pesar del gran aporte que el enfoque del procesamiento de la información ha hecho al estudio de la metacognición, no ayuda a explicar en profundidad el funcionamiento cognitivo, así como tampoco da una visión sobre cómo se desarrolla la metacognición en la persona. De esto se ha ocupado la teoría de Piaget.

2.1.1.2. La Teoría de Piaget

De acuerdo con MacGuinness (1993), la Teoría Piagetiana, así como los enfoques teóricos neopiagetianos, se han asociado a una epistemología constructivista. Desde la posición piagetiana tradicional, el conocimiento se construye básicamente, a partir de las acciones que regulan nuestras interacciones con el mundo. La representación mental es entonces, una forma de *acción internalizada* que se coordina y organiza a través de estructuras cognitivas cualitativamente diferentes. A su vez, la *desequilibrio* da paso a la reorganización de las estructuras cognitivas.

Eduard Martí (1995) dice que desde el punto de vista piagetiano, *la toma de consciencia, la abstracción y la regulación*, son tres procesos psicológicos estrechamente emparentados con la metacognición (ya que explican cómo y por qué se construye el conocimiento) (Piaget, 1980).

- *La toma de consciencia*: Tiene lugar en el plano de las representaciones que una persona va elaborando. Comienza cuando la persona entra en contacto con el objeto y a medida que interactúa con él, la toma de consciencia va progresando. Piaget la propone como un proceso que tiene diferentes niveles. El más profundo es cuando la persona hace explícito el conocimiento de dicho objeto, ya sea por sus verbalizaciones o por sus acciones.
- *La abstracción*: Es un proceso implícito, que hace posible a la persona extraer determinadas propiedades de los objetos (*abstracción empírica*) o de sus propias

acciones (*abstracción reflexionante*), reorganizarlas y aplicarlas a nuevas situaciones. Piaget también dice que este proceso es recurrente, ya que suele aparecer en cualquier etapa del desarrollo y de forma reiterativa. Su importancia radica en que permite la construcción de conocimientos, cada vez más elaborados (a la vez más diferenciados y con mayor integración). Cuando la persona se da cuenta de cual es su proceso de abstracción, es porque ha tenido lugar una toma de consciencia (reflexión) que sólo ocurre en el nivel de las operaciones formales.

- *Los Procesos de Autorregulación*: Piaget también los llama de *Equilibración*. Dice que la dinámica ‘*desequilibración – nueva equilibración*’, está dirigida por procesos reguladores y lleva a la persona a crear instrumentos cognitivos cada vez más estables. Cuando hay una perturbación, la persona hace ‘compensaciones’, es decir, modifica las actividades cognitivas para solucionar la perturbación. Las regulaciones que tienen lugar a través de estos procesos, también son de varios tipos: Algunas ignoran la perturbación o hacen una modificación muy ligera; otras integran la perturbación y otras son regulaciones muy profundas, que van asociadas indisolublemente a la construcción de nuevos conocimientos, porque la persona modifica sus propios procesos cognitivos. El paso de una regulación a otra, puede tener lugar en cualquier etapa del desarrollo.

Según Martí (1995), desde esta teoría las dicotomías que se critican al enfoque del procesamiento de la información, pierden sentido, porque la naturaleza de la construcción cognitiva es metacognitiva y hay varios grados de toma de consciencia (Karmiloff-Smith, 1986; Iran-Nejad, 1990; Allal & Saada – Robert, 1992). Se asume que a medida que la persona se desarrolla, la toma de consciencia distorsiona menos los datos y la persona es cada vez más capaz de reflexionar de un modo consciente sobre sus propios procesos cognitivos, alcanzando así la etapa de las operaciones formales.

En esta investigación asumimos que el conocimiento es una construcción socialmente mediada antes que una representación individual (McGuinness, 1993). Pensamos que los futuros profesores interactúan con sus compañeros y con sus profesoras -formadora y tutora-, en torno a un nuevo modelo de enseñanza de las ciencias. Al hacerlo, van construyendo y re-construyendo sus propias epistemologías personales acerca de la naturaleza de ese nuevo conocimiento que se les presenta y de su propia cognición.

Tanto la perspectiva del procesamiento de la información, como la piagetiana, parecen estar centradas en el individuo y no explican muy bien la influencia del contexto social en la construcción del conocimiento, por lo cual, es necesario recurrir a los aportes de Vygotski.

2.1.1.3. La Teoría de Vygotski

De acuerdo con Martí (1995) hay un consenso entre los expertos, respecto a que no es tan importante reconocer que las otras personas y los instrumentos culturales (el lenguaje, los medios de comunicación, etc.), influyen sobre la cognición de un individuo, como explicar cómo un alumno pasa de ser un aprendiz cuya regulación depende de otras personas (por ejemplo el profesor), a ser alguien que regula su propio aprendizaje. Vygotski dice que este paso se realiza a través de la *internalización* (Wertsch, 1988).

Para Vygotski, la *internalización* no es una transposición simple y pasiva desde una regulación externa a una regulación interna, porque esto implica una reconstrucción y transformación activa de los aprendizajes del sujeto. Se trata más bien, de un proceso gradual en el que el adulto (o el experto), poco a poco le va cediendo el control del propio aprendizaje al niño (o el aprendiz) y a medida que esto ocurre llega un momento en el que ambos, comparten el control. Durante el proceso, el adulto (profesor o experto), va ajustando sus acciones e instrucciones a las competencias del aprendiz.

Siguiendo con las ideas de Martí (1995), estamos de acuerdo en que al igual que pasa con la autorregulación, las actividades de ‘regulación por otros’, no siempre son conscientes ni planificadas. De los planteamientos de Vygotski se desprende que el grado de toma de consciencia y la planificación de la actividad, dependen de la situación.

En la interacción experto – novato, se ha observado que (Nisbet & Shuksmith, 1987; Martí, 1995):

- El experto interactúa con el novato, siguiendo una meta clara. El experto se basa en las ideas que el novato tiene sobre la tarea y en sus competencias, para ubicarse en un nivel ligeramente superior, que correspondería con la zona de desarrollo próximo. Este era el papel que (p.ej.), jugaba la profesora – formadora en nuestro estudio.
- En cambio, entre iguales, la regulación es menos explícita, menos planificada y menos asimétrica. Así lo vimos también durante el trabajo en grupo entre los estudiantes.

Hay investigaciones inspiradas en los trabajos de Vygotski, que muestran que en cualquier situación en la que hay regulación externa, hay cambios tanto en la regulación que está favoreciendo la otra persona (profesor, experto), como en la regulación del mismo aprendiz y todo esto forma parte de un proceso complejo que se va construyendo en la relación *aprendiz – otra persona – tarea* (Rogoff, 1993).

Esta interacción, va acompañada de procesos de *interiorización* y de *exteriorización* de la regulación. Martí (1995) explica que durante la interacción entre las personas, el experto pone en juego actividades de regulación como por ejemplo indicar errores, preguntar, dar una información relevante, anticipar una acción a ejecutar, etc., que progresivamente, van siendo asimiladas (interiorizadas) por el aprendiz. Pero a su vez, el aprendiz va expresando (exteriorizando) estas actividades de regulación, corrigiéndose, preguntándose, buscando la información, anticipándose, etc. Esta es otra de las razones por las cuales creemos que las actividades de coevaluación, evaluación mutua y autoevaluación, contribuyen con la autorregulación y consideramos que gran parte de su fundamentación teórica, se encuentra en las ideas de Vygotski y sus seguidores.

De todas maneras, hay que tener en cuenta que aunque la interacción social es un factor que sin duda, ayuda al desarrollo de las capacidades metacognitivas, también hay muchas variables que intervienen en este desarrollo (las condiciones del alumno, el tipo de tarea, etc.) (Martí, 1995). En esta investigación, los casos de Alicia y de Meritxell, son buenos ejemplos para ilustrar que a pesar de la interacción social, muchas veces las estudiantes no se regulaban y en consecuencia, no hubo aprendizaje.

En resumen, siguiendo a Martí (1995), la investigación sobre metacognición ha aportado:

- La importancia de la toma de consciencia (que tiene diferentes niveles), como mecanismo de cambio y desarrollo, que junto con el control y la autoevaluación, resultan esenciales para muchos aprendizajes.
- La importancia de la regulación que está en manos de los otros y,
- La necesidad de tomar en cuenta los procesos de autorregulación, para explicar el desarrollo cognitivo y la gestión eficaz de nuevos aprendizajes.

Estudios como los de Bereiter & Scardamalia (1989) y Campione (1987) destacan la importancia otorgada a las actividades reguladoras para lograr una actuación eficaz. Estos autores sugieren que los conocimientos metacognitivos pueden ser insuficientes si el alumno no los sabe utilizar. Estamos de acuerdo con ellos, porque no siempre es suficiente con enseñar actividades reguladoras generales (planificar, evaluar, corregir) para aplicarlas a diferentes situaciones. Para el caso de la formación inicial del profesorado de ciencias, consideramos que es necesario enseñarlas en el contexto de las situaciones de aula. De esta forma, el estudiante las puede aplicar progresivamente a otras situaciones como las que encuentra cuando hace sus prácticas. También creemos que es importante enseñarlas de forma explícita para que las adquiera y utilice flexiblemente.

La toma de consciencia, el control o monitoreo y la autoevaluación, son atributos de cada una de estas fases (Schunk & Zimmermann, 1994). Autores como Pintrich & De Groot, (1990), dicen que el monitoreo y la toma de consciencia sobre la dificultad de la tarea, son aspectos esenciales de la metacognición, así como también, que para hacer modificaciones frente a un conocimiento, es necesaria una retroalimentación, lo que en última instancia corresponde con la autoevaluación.

2.1.2. Algunos términos asociados a la Metacognición

Uno de los problemas que aparecen cuando se estudia la metacognición, es la gran variedad de términos asociados a este concepto. En este apartado, analizaremos qué entienden los expertos por *conocimiento declarativo* y *conocimiento procedimental*, *aprendizaje autorregulado*, *metacompreensión*, *conocimiento estratégico*, *conocimiento situacional o condicional* y *metaconocimiento* y en qué sentido los utilizan. Nuestro interés por abordarlos se centra en su valor para explicar qué pasa cuando el futuro profesor aprende a enseñar ciencias. En este sentido, algunos investigadores de la didáctica (White, 1998), sugieren que estos términos pueden ser utilizados como sinónimos. La breve revisión que haremos a continuación, nos ayudará a encontrar argumentos para apoyar esta última afirmación.

2.1.2.1. Conocimiento Declarativo y Conocimiento Procedimental

Cuando una persona se expresa sobre *lo que sabe*, generalmente se refiere al conocimiento cognitivo, por eso los psicólogos le llaman *conocimiento declarativo*. A

su vez, *saber cómo* regularse es poseer *conocimiento procedimental*, aunque la persona no sepa cómo decirlo (Paris, Lipson & Wixson, 1983).

En la siguiente tabla, hemos sintetizado las diferencias entre los conocimientos declarativo y procedimental, que estableció Ann Brown (1987):

Conocimiento Declarativo: <i>Saber Qué</i>	Conocimiento Procedimental: <i>Saber Cómo</i>
Es relativamente estable: lo que la persona sabe sobre su cognición, no suele cambiar de una situación a otra.	Es relativamente inestable: los procedimientos dependen mucho del tipo de tarea a realizar.
Es tematizable: se puede reflexionar y discutir con otras personas lo que se sabe sobre la cognición.	No es necesariamente tematizable: una persona puede controlar y guiar sus propios procesos cognitivos, sin ser capaz de describirlos o sin reflexionar sobre ellos.
Es de desarrollo tardío: requiere que la persona considere como objeto de conocimiento los procesos cognitivos y reflexione sobre ellos.	Es relativamente independiente de la edad: cualquier persona tiene procesos de regulación.

En nuestro estudio, una buena parte de la información correspondería con un *conocimiento declarativo* de lo que las estudiantes iban aprendiendo sobre la enseñanza de las ciencias. Pero también obtuvimos ciertas evidencias de *conocimiento procedimental*, cuando nos mostraban a través de sus verbalizaciones o de su actuación, cómo estaban aprendiendo.

A medida que el conocimiento declarativo y el procedimental se manifiestan a través del lenguaje o de la actuación, también se va poniendo en evidencia que ambos tipos de conocimiento van asociados a alguna capacidad metacognitiva específica. En algunos casos, se pone de relieve qué tanto conoce un estudiante su propia comprensión, su propio conocimiento sobre las estrategias que debe poner en juego para resolver una tarea o su propio conocimiento sobre los contenidos a enseñar. A continuación, trataremos de explicar a qué se refieren los psicólogos cuando hablan de los ‘meta’ y de otros términos que hacen parte de la metacognición.

2.1.2.2. Aprendizaje Autorregulado

La revisión de la literatura psicológica nos muestra que entre los términos más relacionados con la metacognición están el aprendizaje autorregulado y la autorregulación. Ambos términos aparecen como equivalentes en artículos producidos en Norteamérica y en los países del norte de Europa y en su descripción encontramos términos tales como procesamiento, control o regulación que a nuestro modo de ver, representan significados próximos a los que se presentan desde la metacognición.

En España, ya son muy conocidos los trabajos de N. Sanmartí y J. Jorba sobre la autorregulación de los aprendizajes. Estos autores hablan de una *autorregulación de*

orden metacognitivo (Perrenoud, 1991), una capacidad que buscan desarrollar a través de propuestas didácticas orientadas a que los alumnos aprendan a regular sus propios procesos de pensamiento y aprendizaje (Jorba & Sanmartí, 1996).

Según estos autores, la *autorregulación de orden metacognitivo* como teoría del aprendizaje, se ha desarrollado a partir de:

- Los trabajos que relacionan metacognición y aprendizaje (Werner & Kluwe, 1987)
- Los trabajos que aportan diversas perspectivas conceptuales sobre la autorregulación de los aprendizajes, recogidos por autores como Zimmermann (1990)
- Los aportes de la Teoría de la Actividad a través de autores como Talizina (1988) y de los trabajos sobre evaluación formadora (Bonniol, 1981; Nunziati, 1990) y
- Los trabajos sobre autoevaluación, entendida como la representación de las capacidades personales y las maneras de aprender (Allal, 1991; Paquay, Allal & Laveault, 1990) y sobre la pedagogía de la autonomía (Leselbaum, 1991)

Jorba & Sanmartí (1996) reconocen que el término ‘metacognición’ es muy amplio y no tiene el mismo significado para los autores. En su obra, prefieren hablar de autorregulación de los aprendizajes, porque de acuerdo con las ideas de B.J. Zimmermann (1990), se trata de una definición que comparten un buen número de enfoques. Así entonces, la autorregulación de los aprendizajes es “*aquella dimensión de la regulación, en la que el alumno es un agente activo en su proceso de aprendizaje, tanto metacognitiva, como motivacional y conductualmente*” (Jorba & Sanmartí, 1996, pg. 22).

Para estos autores, la capacidad de autorregulación se manifiesta a través de otras capacidades como:

- El *control* consciente del aprendizaje
- La *anticipación y planificación* de las acciones
- La *gestión y la corrección* de los errores
- La *transferencia* de reglas de aprendizaje a situaciones diferentes
- El *cambio en las propias conductas* de aprendizaje

Para Sanmartí (2001), los cambios en los puntos de vista que el profesor suele manejar, no son fáciles. Tienen que ver con la reconstrucción crítica de lo que entiende por enseñar, por aprender y en especial, por evaluar y no solamente implican la regulación de las concepciones, sino también de la actuación, de las emociones y de los valores. Un cambio de esta naturaleza, demanda un elevado coste cognitivo y afectivo, así como de un profundo nivel de consciencia y de equilibrio emocional.

Así como hay diferentes puntos de vista en torno a la metacognición, también lo hay frente al aprendizaje autorregulado. Por ejemplo, para Monique Boeckeaerts (1999) autorregularse significa ser capaz de desarrollar conocimientos, actitudes y habilidades que pueden ser transferidas de un contexto a otro. Esto coincide con una de las capacidades a través de las cuales se manifiesta la autorregulación, según Jorba & Sanmartí (1994).

Para M. Boekaerts (1995), el aprendizaje autorregulado es un proceso metacognitivo y metamotivacional, que se orienta hacia el control sobre el propio aprendizaje y comprende una serie de acciones:

- Contextualización de metas, para explicitar la importancia de los objetivos seleccionados, es decir, que el alumno se haga una representación de las finalidades del aprendizaje y sobre todo, las comparta con su profesor. De ese modo, el alumno ubica estas metas en situaciones o contextos que le son significativos.
- Planificación y selección de estrategias apropiadas para lograr esos objetivos
- Evaluación

Sus estudios la han llevado a plantear que hay tres escuelas de pensamiento desde las cuales se ha venido estudiando el aprendizaje autorregulado:

- La investigación sobre los estilos de aprendizaje
- La investigación sobre la metacognición y los estilos de regulación
- Las teorías sobre sí mismo, incluyendo el comportamiento autodirigido

Según esta autora, el uso del término ‘aprendizaje autorregulado’ en diferentes campos de investigación, ha traído como consecuencia que tenga distintas conceptualizaciones de acuerdo con las tradiciones de investigación y que también, para cada faceta del concepto, haya diferentes términos. A continuación, presentamos una breve síntesis de las ideas de Boekaerts.

La investigación sobre los estilos de aprendizaje, se refiere a los estudios sobre la habilidad que tienen los alumnos para seleccionar, combinar y coordinar diferentes estrategias cognitivas, de una forma efectiva. En estos estudios, los estilos de aprendizaje se definen como los modos característicos de organizar y controlar los procesos cognitivos. Se trata de investigaciones de naturaleza taxonómica, centrados en identificar los modos típicos en que los alumnos procesan la información académica.

Entre las formas características de estilos de aprendizaje, Entwistle (1988) ha identificado tres orientaciones: reproductora (memorización); ejecutora o de realización y, de significado (o búsqueda de una comprensión personal).

Los expertos dicen que aunque estos estudios han sido cruciales para describir la calidad de los procesos de autorregulación, no son suficientes. También es necesario saber si los alumnos pueden escoger entre modos de procesamiento alternativos (Winne & Perry, 2000), ya que el estilo de aprendizaje se adapta a las demandas de una tarea específica, cuando la persona es consciente de que hay diferentes alternativas para resolverla.

La investigación sobre la metacognición y los estilos de regulación, recoge los estudios en los que el aprendizaje exitoso se ha definido como el logro de conocimientos metacognitivos que permiten organizar el propio aprendizaje, de tal manera, que se puedan adquirir tanto conocimientos específicos, como habilidades.

Los autores de este campo, han identificado varios parámetros de procesamiento cognitivo exitoso, incluyendo el uso de habilidades metacognitivas, como la orientación, la planificación, la ejecución, el control, la evaluación y la corrección (Brown, 1987) y han desarrollado formas de valorar diferentes aspectos del procesamiento cognitivo. Entre los resultados más conocidos de estas investigaciones se encuentra el de llegar a comprender por qué los alumnos que carecen de conocimientos metacognitivos y de habilidades de pensamiento, no son capaces de dirigir su propio aprendizaje.

Al respecto, Winne (1995) explica que todos los alumnos son capaces de autorregularse, siempre que puedan llevar por sí mismos la planificación, el monitoreo y la evaluación de su comportamiento, pero esto no implica automáticamente, que puedan dirigir el propio proceso de aprendizaje sin la ayuda del profesor o del libro. Por esa razón, según este autor, debe hacerse una distinción entre la *regulación interna* y la *externa*. En la primera, el estudiante especifica las metas de su aprendizaje y no necesita de las instrucciones u orientaciones de otras personas para escoger la estrategia de resolución. La segunda, es un tipo de regulación compartida, en la que el alumno depende de otras personas para empezar o acabar una tarea. Entre uno y otro tipo de regulación hay formas mixtas, cuando profesor y alumno comparten la función reguladora.

La regulación externa tiene desventajas y riesgos porque puede convertirse en una forma de apoyo que reemplaza o compensa una consciencia metacognitiva pobre. En estos casos, los alumnos esperan que el profesor les diga qué hacer, cómo y cuándo hacerlo y cuándo dejar de hacerlo. Sin embargo, los alumnos creen que se autorregulan, pero se sabe que no pueden, cuando se enfrentan a un ambiente en el que tienen que dirigirse por sí mismos.

Boekaerts (1999) sugiere que los programas de aprendizaje que se han basado en los estudios sobre la metacognición y los estilos de regulación han hecho énfasis en los aspectos cognitivos, pero han descuidado los motivacionales y afectivos. Por eso, destaca el valor de los trabajos sobre *las teorías sobre sí mismo, incluyendo el comportamiento autodirigido*. Desde estos enfoques, una característica propia del aprendizaje autorregulado es la implicación y el compromiso del estudiante en la auto – selección de metas. Esto tiene que ver también con la habilidad para definir actividades presentes y futuras, de acuerdo con sus propios deseos, necesidades, expectativas y con la habilidad para proteger las metas personales de aquellas alternativas que pueden ser conflictivas.

Varios investigadores (revisados por Boekaerts & Niemivirta, 2000), han argumentado que la información acerca de cómo los alumnos se ven a sí mismos como aprendices y en particular, las metas que se proponen, ayuda a explicar por qué están o no dispuestos a hacer lo que se espera de ellos.

Mónica Boekaerts (2000) demostró que para formarse una intención sobre el aprendizaje, es necesaria la habilidad que la misma persona tiene para activar argumentos positivos, que hagan valiosa la tarea que debe resolver y considerarse a sí misma competente para llevarla a cabo. También encontró que si una persona no tiene esta motivación, pero controla su voluntad (para iniciar, persistir y completar la tarea), se compensa dicha falta de motivación.

Frente a los aspectos motivacionales, los autores del PEEL Project (Baird & Northfield, 1992; White, 1999), pusieron de manifiesto entre los principios que se derivaron de su experiencia, que la motivación personal juega un papel clave y que este componente afectivo de motivación – voluntad, *hace parte de la metacognición* (Gunstone et al, 1993; White, 1998; Gunstone, 2000a) y que además se puede controlar.

Otros investigadores que han trabajado sobre el aprendizaje autorregulado en el contexto de la formación del profesorado, como Kremer – Hayon & Tillema (1999) de la Universidad de Leyden (Holanda) sugieren que el reto está en lograr:

- Estimular a los profesores para aprender como profesionales

- Construir su conocimiento práctico
- Desarrollar una actitud de indagación reflexiva
- Experimentar con ideas y enseñar habilidades

Aunque estos autores se fundamentan en los trabajos de Boekaerts (1995, 1999) y están de acuerdo en que el aprendizaje autorregulado es un proceso metacognitivo y metamotivacional, que se orienta hacia el control personal del propio aprendizaje, la interpretación que hacen de sus resultados se ajusta a la idea de que *entre los elementos fundamentales del aprendizaje autorregulado*, se encuentran el monitoreo, la consciencia de la dificultad de la tarea, la planificación de las estrategias a utilizar, el planteamiento de objetivos y la evaluación del proceso.

Estos aspectos son los que para otros autores definen la metacognición, de modo que compartimos la idea de que dado el estado actual de las discusiones en torno a la metacognición, es muy difícil establecer diferencias marcadas entre uno y otro término. En los siguientes apartados, presentaremos otros términos relacionados con la metacognición, que implican los mismos procesos de toma de consciencia, de planificación, de control y de evaluación que hemos venido mencionando.

2.1.2.3. La Metacomprensión

De acuerdo con Burón (1997), la *metacomprensión* es el conjunto de conocimientos que tenemos sobre nuestra propia comprensión. La capacidad para discernir cuándo se ha comprendido y cuándo no, es un signo del desarrollo de la metacomprensión, porque refleja que se conocen los límites de la propia comprensión. Siguiendo las propuestas de Flavell (1987) y Brown (1987) sobre los aspectos que hacen parte de la metacognición, podemos decir que una persona que es metacomprensiva:

- Puede *distinguir la comprensión*, entre otras operaciones mentales, como la memorización, la imaginación, el razonamiento, la planificación, etc.,
- *Sabe cuándo* ha comprendido,
- *Observa* si la acción que está realizando llega al objetivo que busca (comprender),
- *Sabe corregir* su actuación si no es la más adecuada
- *Evalúa* el resultado final y comprueba si ha comprendido.

Sin embargo, es muy común encontrar alumnos en cualquier nivel de escolaridad, que además de no comprender, tampoco saben que no comprenden. A este fenómeno Glenberg et al (1982), lo llaman *ilusión de saber*, porque es creer que se sabe, cuando no es así. Estos autores consideran que la causa está en la excesiva confianza de parte del estudiante (o en general de cualquier persona), en la propia comprensión. La *ilusión de saber* llega a extremos en los cuales, la persona está tan convencida de sus puntos de vista o de lo que cree que sabe, que no le interesa cuestionarse. Consideramos que este puede ser el caso de muchos futuros profesores de ciencias, para quienes aprender a enseñar no tiene otro sentido diferente que el de cursar los créditos necesarios para obtener el certificado del CAP. Ellos creen que ya saben enseñar ciencias. Esta creencia se constituye en un aspecto que obstaculiza la reflexión e incluso, genera actitudes abiertamente negativas que los predisponen a aprender sobre la enseñanza (García Barros & Martínez Losada, 2001).

De acuerdo con Burón (1997), los procesos implicados en la metacompreensión corresponden con:

- a) *El conocimiento del objetivo*: Saber qué se busca (*knowing what*). Los expertos consideran que la idea que la persona tiene respecto a por qué hace una actividad (representación), es lo que determina qué mecanismos mentales pone en marcha. Esto también le permite darse cuenta de cuándo ha alcanzado el objetivo y puede finalizar el proceso de ‘comprender’.
- b) *Autoobservación (self-monitoring) del proceso*: que implica mantener un seguimiento sobre la actividad, desde que la inicia, hasta el final, para saber si la estrategia elegida para realizar la actividad, es la más oportuna.
- c) *Autocontrol o Autorregulación (self-control, self-regulation, self-management)*: que se refiere a las medidas ‘correctivas’ (reorientar, modificar, corregir), que se toman según como vaya progresando la actividad. Este punto de vista corresponde con la Teoría de la Actividad (Talizina, 1988; Leontiev, 1989) -ver capítulo tres-. Desde la teoría del procesamiento de la información, algunos autores identifican la autorregulación, con el ‘funcionamiento ejecutor’ de nuestra mente (Brown, 1987). Pero todos ellos parecen estar de acuerdo, en que la regulación eficaz de la actividad mental, posiblemente sea la esencia misma del comportamiento inteligente.

Por ejemplo, la metacompreensión nos permite tomar consciencia de que un artículo que leemos en inglés, es difícil de comprender. Lo sabemos, porque entenderlo es nuestro objetivo y no lo estamos alcanzando (*saber qué*), de manera que lo volvemos a leer más despacio, buscamos en el diccionario expresiones o términos desconocidos que sean importantes dentro del contexto y volvemos a leer. Hemos puesto en marcha una estrategia y evaluamos sus resultados (*saber cómo*): El conocimiento de nuestra propia comprensión, nos lleva a regular la actividad mental implicada en la comprensión del texto. Si seguimos sin entenderlo, buscamos otra causa diferente: Puede ser que nuestro conocimiento del tema no sea lo suficientemente profundo como para entender el artículo, de modo que buscamos otras fuentes bibliográficas un poco más generales y luego de consultarlas, volvemos sobre el texto para saber si ahora sí lo comprendemos. Esta vez, hemos usado otra estrategia. Seguimos autorregulándonos.

Con respecto a la metacompreensión, vale la pena mencionar una situación que es muy común todavía en nuestras escuelas. Hay alumnos, profesores (y futuros profesores), que piensan que aprender es repetir. Ellos no parecen entender que para *comprender y aprender* se tiene que hacer algo distinto que para memorizar. Podemos decir que fallan en su metacompreensión.

Desde nuestro punto de vista, creemos que se ha comprendido algo, cuando en nuestra mente hemos elaborado una visión (representación) global de su contenido y podemos establecer relaciones dentro del mismo contenido y hacia afuera de este (Burón, 1997). Los estudiantes suelen creer que han entendido una lección si son capaces de responder a las preguntas del profesor. Este es el criterio que usan para definir su comprensión. Pues bien, hay muchos alumnos que llegan incluso a la universidad, habiendo comprendido poco, pues parecen aprobar los cursos repitiendo / memorizando lo que dice el texto o las explicaciones del profesor. Son estudiantes que casi no son capaces de deducir nada por sí mismos, raramente adoptan posturas críticas frente a un conocimiento y revelan una dependencia intelectual absoluta (carencia de autonomía), que en psicología se conoce como *infantilismo*.

Los expertos están de acuerdo en que desde todos los puntos de vista teóricos, autonomía es sinónimo de madurez psicológica, mientras que dependencia lo es de infantilismo (Burón, 1997).

2.1.2.4. Conocimiento Estratégico y Conocimiento Situacional o Condicional.

La revisión de la literatura especializada nos muestra que gran parte de la investigación relacionada con la metacognición, se ha centrado en estudiar métodos, programas, técnicas y en general, los aspectos que tienen que ver con aprender *estrategias de aprendizaje*. Algunos expertos afirman que ésta ha sido una de las mayores contribuciones de la psicología al estudio y promoción del aprendizaje en todas las áreas y por supuesto, a la comprensión de la metacognición (Burón, 1997). Incluso, se han desarrollado trabajos muy serios y profundos sobre la enseñanza de las estrategias de aprendizaje (p.ej. Monereo et al, 1998), es decir, sobre qué enseñarle al profesor y cómo hacerlo, para que le ayude a sus alumnos a actuar estratégicamente.

De acuerdo con Pozo & Monereo (1999), hay tres tendencias en torno a la definición de lo que son las estrategias de aprendizaje:

- Para algunos especialistas, las estrategias son de carácter interdisciplinar e incluso, transdisciplinar, porque las habilidades metacognitivas que se ponen en juego cuando el estudiante planifica y regula conscientemente sus acciones para alcanzar un objetivo, van más allá del plano escolar y alcanzan otros ámbitos sociales, como el de la vida cotidiana o la práctica profesional.
- Otros en cambio, consideran que algunas estrategias tienen un carácter específico, que está estrechamente relacionado con los contenidos y tareas de una disciplina. En consecuencia, son estrategias que deberían estudiarse al interior de las didácticas específicas.
- Y otros más, asumen que toda actuación estratégica implica un *saber*, un *poder* y un *querer* ‘aprender a aprender’. El *saber*, tiene que ver con las competencias de la persona en un dominio conceptual declarativo; el *poder* se relaciona con el conocimiento procedimental de las estrategias, mientras que el *querer*, supone un componente afectivo, en conexión con las actitudes. Las competencias que demandan estos aspectos, se relacionan entre sí y se balancean en función de cada situación específica de aprendizaje. Desde la perspectiva de quienes defienden esta postura, comportarse estratégicamente supone tomar decisiones en las que entran en juego motivos, actitudes, conceptos y procedimientos, dependiendo de los requerimientos de la situación (Pozo & Monereo, 1999).

Estas distinciones no son necesariamente incompatibles, como dicen los expertos. Representan la gran variedad de aproximaciones que han hecho al tema, los estudiosos de las estrategias de aprendizaje.

De acuerdo con Monereo et al (1998) “ [...] *el uso reflexivo de los procedimientos que se utilizan para realizar una determinada tarea, supone la utilización de estrategias de aprendizaje, mientras que la mera comprensión y utilización (o aplicación) de los procedimientos, se acerca más al aprendizaje de las llamadas ‘técnicas de estudio’.* ”

(pág. 17). Según esta definición, una persona que reflexiona sobre cuáles son los procedimientos más adecuados para llevar a cabo una actividad, tiene un aprendizaje estratégico (Pozo & Monereo, 1999).

Estamos de acuerdo con Monereo (Monereo et al, 1999; Monereo, 1999), en que comportarse estratégicamente ante una actividad de enseñanza - aprendizaje, supone ser capaz de tomar decisiones conscientes, lo cual hace posible activar selectivamente algunos conocimientos, de acuerdo con las condiciones que determinan la actividad o el contexto y de ese modo, alcanzar el objetivo propuesto. Desde nuestro punto de vista, este comportamiento sería característico de un profesor de ciencias que tiene un pensamiento estratégico o condicional, porque esta capacidad para tomar decisiones se traduce eventualmente en un aprendizaje significativo y autónomo, asociado al comportamiento metacognitivo, ya que:

- a) El estudiante puede expresar (sabe) cuales son las estrategias de aprendizaje, para qué sirven, qué tipos de estrategias existen, qué pasos hay que realizar para ponerlas en marcha (*Conocimiento conceptual o declarativo*).
- b) El estudiante aplica adecuadamente las estrategias, es decir, pone en marcha el conocimiento declarativo (*Conocimiento procedimental*).

Pozo & Monereo (1999) se distancian un poco de las propuestas de otros autores. Por ejemplo, según E. Martí (Angulo et al, 2000), cuando se habla de estrategias de pensamiento, se toca a la vertiente procedimental de la metacognición: *Una estrategia, es una secuencia de acciones encaminadas a lograr un objetivo y la posesión y dominio que una persona tiene de diferentes estrategias, indica que tiene un conocimiento estratégico.*

Martí explica que hay un tipo de conocimiento, asociado al estratégico, que es el *condicional*. Consiste, no sólo en utilizar una serie de estrategias, sino en tener conocimiento de cuando desplegarlas y hacer un análisis de la situación, para saber cuales son las más adecuadas. En este sentido, el conocimiento condicional es necesariamente reflexivo y consciente, pero el conocimiento estratégico, no siempre lo es. Con esto queremos decir, que podemos desplegar una serie de acciones para lograr un objetivo, pero no saber por qué las hemos desplegado, o en otras palabras, que hay momentos en los que el conocimiento estratégico no va acompañado del condicional. Por ejemplo, cuando una persona actúa con una estrategia poco oportuna. En consecuencia, se necesita un esfuerzo cognitivo para que el conocimiento estratégico también sea condicional.

Según esto, para Pozo & Monereo (1999), el conocimiento estratégico o condicional es metacognitivo, mientras que para Martí (2000), el conocimiento estratégico sólo tiene que ver con el aspecto procedimental de la metacognición, en cambio el conocimiento condicional si es metacognitivo.

Siguiendo las ideas de Martí (Angulo et al, 2000), a este esfuerzo cognitivo, hay que añadir la influencia del contexto como una variable que la persona debe aprender a identificar. Por ejemplo, pongamos por caso un alumno que sabe que memorizando definiciones, aprueba los exámenes y resulta que un día, se encuentra con un profesor que le pide establecer relaciones. Para preparar su evaluación, el alumno vuelve a memorizar. Estamos ante un caso en el que el alumno ha desplegado una estrategia poco

oportuna porque no tiene un conocimiento condicional, es decir, no ha sido capaz de diferenciar entre uno y otro tipo de examen. Otro alumno por el contrario, se da cuenta de que la estrategia de repetición, que hasta ahora le había servido, no es adecuada para el examen que le van a hacer, porque en este, además le piden relacionar. Este otro alumno, tiene un conocimiento condicional. (Y aprobará siempre que su profesor le haya enseñado a establecer esas relaciones).

Por otra parte, así como hay alumnos que sobrevaloran lo que saben o calibran defectuosamente su comprensión sobre la ciencia, creemos que también hay futuros profesores a los que les puede pasar lo mismo. El caso de *Alicia* es un buen ejemplo de una estudiante muy reflexiva. Sin embargo, en ocasiones, no detecta las inconsistencias en sus explicaciones para los alumnos y presenta argumentos poco aceptables desde el punto de vista didáctico y científico. Esto nos hace pensar sobre la importancia que debería tener para el futuro profesor '*saber que no sabe*', porque si no es consciente de que no domina el conocimiento que requiere para enseñar (o *conocimiento didáctico del contenido*, como lo llaman Schulman (1986), Sánchez & Valcárcel (2000); Mellado & González (2000) y De Jong (2001), entre otros), es difícil que intente aclarar el origen de las fallas en sus explicaciones y que pueda superarlas.

Otro caso de carencias en el conocimiento condicional, que surge con frecuencia entre nuestros futuros profesores, es cuando se les pide que diseñen un instrumento que sirva para explorar las ideas alternativas de sus alumnos (Angulo, 1996; Angulo & García, 1999). Muchos estudiantes suelen diseñar y aplicar instrumentos que recuerdan más lo que es un examen. Al parecer, no logran reconocer las condiciones que debería reunir el instrumento, para atender al objetivo para el cual fue diseñado.

En la etapa previa de este estudio (Angulo, 1996), también tuvimos el caso de un estudiante que conocía la estrategia pero no sabía utilizarla cuando era necesario: Hacía las lecturas que se le pedían y en sus intervenciones durante las clases de didáctica, adoptaba un punto de vista que a nuestro juicio, era crítico. Así mismo, cuando lo entrevistábamos, era capaz de reconocer la importancia de las ideas alternativas de los alumnos y lo que era o no significativo para ellos al aprender ciencias. Sin embargo, cuando hizo sus prácticas fue incapaz de llevar ese enfoque a su propia actuación y de ser crítico consigo mismo, teniendo en cuenta el modelo de enseñanza que se le estaba proponiendo.

Por estas razones creemos que el caso de este estudiante, es un buen ejemplo de que poseer un conocimiento sobre otras formas de enseñar ciencias, no es garantía de saberlo utilizar. Este estudiante tenía un desfase entre cognición y metacognición, o más bien, entre lo que sabía acerca de su propio conocimiento y el uso que hacía de este. Ann Brown (1987) encontró este fenómeno cuando estudiaba la metacognición en niños. Lo llamó '*deficiencia de aplicación*' y según ella, es el problema del principiante. El profesor novato no juzga sus actuaciones con criterios elaborados desde la teoría que se supone debe saber; sino que sigue las instrucciones que se le dan en la práctica o las que cree que debe seguir, de un modo 'ciego' y le faltan las capacidades de autoevaluación que le ayudarán a determinar esas insuficiencias.

Hemos comentado que ante una actividad de enseñanza determinada, el futuro profesor no sabe cuando conoce algo, o qué es lo que conoce y qué le falta aún por aprender. En términos psicológicos, está fallando su *metacompreensión*. Parece que no llega a operar

en él/ella, los mecanismos que ponen en marcha el conocimiento y las estrategias metacognitivas, para diferenciar su modelo del propuesto. De acuerdo con Gunstone et al (1993), la transición de alumno a profesor de ciencias, es difícil. Consideramos que esta dificultad radica en que la formación inicial es la primera oportunidad en la que el futuro profesor se enfrenta a una tarea de enseñanza, de modo que se comporta como un novato, porque el punto de vista que trae, es el de su experiencia como alumno y desde este, *la enseñanza de las ciencias como problema no existe, o tiene las dimensiones de su propio modelo de enseñanza.*

No obstante, esto podría llevarnos a pensar que cuanto más experiencia tenga un profesor, le será más fácil enfrentar dicho problema. Pues bien, todos sabemos que el profesor aprende a dominar variables tales como el comportamiento de los alumnos, la organización del tiempo, u otras que afecten la organización de su clase de acuerdo con el modelo de enseñanza que conoce, pero creemos que son más bien pocos, aquellos profesores con experiencia que despliegan los comportamientos metacognitivos a través de los cuales cuestionan sus modos de saber y de actuar. Las razones que explican esto, son sencillas: Para ellos, su modelo tradicional *es el único* modo de enseñar.

Pues bien, alcanzar este mínimo de conocimiento y de consciencia, es muy difícil y requiere de la metacognición. Además, tengamos en cuenta que una mayor consciencia sobre el problema, no necesariamente trae como consecuencia una regulación. Como veremos en los casos que presentamos en este estudio, el hecho de que nuestras futuras profesoras sean conscientes de que su concepción de enseñanza no es adecuada dentro del modelo que se les propone (lo que saben), no implica que introduzcan modificaciones en su práctica (actúen). A través de la contrastación entre lo que verbalizan y la forma en que actúan en sus clases, nos daremos cuenta de lo difícil que es para ellas, cambiar de puntos de vista sobre la enseñanza y actuar consecuentemente (lo que aprendieron). En la discusión de los resultados, intentaremos dar razones que justifiquen el origen de estas dificultades.

Relacionando esta dificultad para alcanzar un conocimiento condicional, con la toma de consciencia y la regulación, podemos decir que no hay una relación causa - consecuencia sencilla y directa entre tener una ‘mayor consciencia’ y ‘regularse’, porque hay un cúmulo de variables de todo tipo, como el dominio de los contenidos a enseñar, la necesidad de aprobar, el acompañamiento de los profesores – tutores, la imagen que el futuro profesor tiene de sí mismo, que están influyendo sobre sus concepciones de ciencia, enseñanza, aprendizaje y evaluación y sobre las relaciones que se establecen entre ellas y esto último, es lo que configura las condiciones de aplicación del pensamiento estratégico (Pozo & Monereo, 1999) o del conocimiento condicional según Martí (Angulo et al, 2000) para enseñar ciencias.

A su vez, parece haber consenso en que el conocimiento condicional no necesariamente se transfiere ‘automáticamente’ a cualquier otro dominio. Por ejemplo, un estudiante de ciencias que tiene un alto rendimiento académico en su carrera, puede que no sea un profesor metacognitivo. La transferencia del conocimiento condicional que este estudiante tiene para enfrentar el aprendizaje de los contenidos científicos, al aprendizaje del conocimiento didáctico que necesita para enseñar ciencias con un modelo constructivista, no tiene lugar, si el estudiante tiene una visión positivista y fragmentada de la ciencia (Hewson et al, 1999b) y no está dispuesto a considerar otras perspectivas.

2.1.2.5. Metaconocimiento

Además de los tipos de conocimiento a los que hemos hecho referencia (declarativo –procedimental; metacomprensión; estratégico – condicional), hay otro que está más asociado a la disciplina en sí, que corresponde con una distinción menos clásica. Se trata del *metaconocimiento*.

De acuerdo con Bereiter & Scardamalia (1989), los conocimientos específicos sobre la materia, se han abordado más en investigaciones sobre expertos y novatos. De estos estudios se sabe que los expertos, tienen conocimientos mucho más numerosos y mejor organizados. Además, la revisión de las conclusiones aportadas por estos estudios, nos permiten entender que para tener un conocimiento condicional, es muy importante, no sólo ser consciente de lo que se ha de saber a nivel cognitivo (fijarse en todas las variables de un experimento; razonar matemáticamente, etc.), sino usar los conocimientos sobre la materia (p.ej., saber que el problema se resuelve con una ecuación de segundo grado; que si los gases se expanden por el calor habrá que refrigerar el sistema, que con un modelo estadístico se puede explicar el crecimiento de una población bacteriana, etc.).

Pero también es importante el conocimiento acerca de la naturaleza de la ciencia y del conocimiento científico, en interacción con el conocimiento sobre las propias capacidades cognitivas. A este complejo conjunto de relaciones entre conocimientos, se les llama *metaconocimiento* (Campanario & Otero, 2000) e implica una reflexión sobre los contenidos específicos, lo que conlleva a reelaborarlos, reclasificarlos, etc. Bereiter & Scardamalia (1989) hicieron un análisis de diferentes investigaciones sobre teorías implícitas y concluyeron que el *metaconocimiento*, es la competencia básica que separa a los ‘buenos’ de los ‘malos’ estudiantes.

Desde nuestro punto de vista, la interacción entre el conocimiento científico, el conocimiento respecto a la naturaleza de la ciencia y el conocimiento declarativo y procedimental, que traen los estudiantes al curso de didáctica o que desarrollan durante su formación inicial, es un *metaconocimiento* que puede influir decisivamente sobre su actuación como profesores de ciencias.

En el caso de un profesor de ciencias como el que pretendemos formar, además de implicar lo anterior, el metaconocimiento también tiene que ver con la reflexión sobre los contenidos científicos, para hacer una transposición didáctica adecuada (Sanmartí, 1995; Izquierdo et al, 1999; García Barros & Martínez Losada, 2001) y así, poder enseñárselos a sus alumnos.

Una vez realizado este breve recorrido por el campo de la psicología y de haber hecho algunas aclaraciones en torno a los términos que se asocian al estudio de la metacognición, creemos que desde la didáctica de las ciencias, términos como metacognición, metacomprensión, conocimiento condicional o estratégico y metaconocimiento, pueden considerarse como sinónimos (White, 1998).

En efecto, todos estos son términos que tienen varias cosas en común:

- a) Se refieren a procesos que pueden aprenderse y enseñarse (aunque aún no se entiendan muy bien cómo operan)¹.
- b) La posesión y uso de los procesos a los que se refieren estos términos, determinan las capacidades del estudiante para aprender y,
- c) Todos estos términos denominan procesos que incluyen la representación de un *objetivo* a alcanzar, el *control o monitoreo* de las estrategias para llegar al objetivo propuesto y la *autorregulación* o evaluación de los resultados.

Consideramos que el término *metacognición* es útil, porque abarca a todos los demás. Más aún, la revisión bibliográfica nos muestra que entre los componentes de la metacognición que parecen tener más importancia en las prácticas de enseñanza, se encuentran la *planificación* (Clark & Elmore, 1981; Clark & Yinger, 1979); el *monitoreo* y la *regulación* (Clark & Peterson, 1981; Fogarty et al, 1983) y la *evaluación* y *revisión* (Roos, 1989; Simmons et al, 1989). Compartimos también con Shavelson (1986) y con Artzt & Armour-Thomas (1998), que estos aspectos del pensamiento no son conceptualmente distintos, sino que más bien son componentes interconectados dentro de un proceso de desarrollo e implementación de un modelo de enseñanza.

Para C. MacGuinnes (1993), psicóloga irlandesa, el concepto de metacognición es el mismo que el de *autorregulación* y aclara que este último término es más usado en el ámbito europeo. Desde su punto de vista, la metacognición es la herramienta primaria para enseñar a los alumnos a pensar, independientemente de cual sea la orientación teórica de los planteamientos en los programas educativos. Para defender este argumento, se basa en que todos los métodos de enseñanza con tendencia constructivista, tratan de hacer más explícito el pensamiento de los alumnos. De ese modo, ellos son más capaces de reflexionar sobre su pensamiento y ganan autocontrol.

Dentro del paradigma del procesamiento de la información, la noción de ‘procesos ejecutivos’ tiene en cuenta la *autoreflexión* y el *monitoreo metacognitivo*. Sugiere también que para los teóricos de la corriente del pensamiento crítico, las herramientas metacognitivas son el diálogo, la argumentación y el modelamiento que el profesor hace de su propio pensamiento para que los alumnos lo puedan imitar. Así mismo, dice que el autocuestionamiento, la interrogación y las tareas que le exigen al alumno consistencia en sus ideas, son contextos metacognitivos idóneos para el aprendizaje.

Esta autora también plantea que en los contextos educativos, es mucho más valioso dar a los alumnos la oportunidad de hablar sobre su pensamiento, en un contexto social, que permitirles ser aprendices solitarios.

Teniendo en cuenta todas las razones que hemos venido exponiendo para argumentar que desde un punto de vista didáctico, es posible establecer una relación de sinonimia entre los términos asociados a la metacognición, en adelante asumiremos que *metacognición* es un concepto que abarca todos estos aspectos, pues tiene que ver con el conocimiento cognitivo y el control o regulación sobre ellos. En nuestro estudio,

¹ Al respecto, P. Adey (1997) dice que la metacognición, los procesos relacionados con ella y otras funciones generales de la mente, son ‘dragones educables’. ‘Dragones’ porque se trata de funciones mentales sobre las que todavía hay muchos ‘misterios’ por investigar y por resolver y ‘Educables’, porque estas funciones se pueden desarrollar desde la enseñanza de las ciencias o desde cualquier otra área del conocimiento.

consideramos que este control requiere, por parte del estudiante, la apropiación de los objetivos de aprendizaje, cuyo alcance se determina generalmente a través de acciones que debe ser capaz de realizar, cuando se enfrenta al diseño y aplicación de una actividad de enseñanza – aprendizaje - evaluación. Implica además, la capacidad para planificar y anticipar dichas acciones, es decir, saber qué debe hacer, qué conocimientos tendría que utilizar para hacerlo y cómo escoger la estrategia adecuada. En otras palabras, significa enseñar a los estudiantes a *autorregular sus propios aprendizajes* (Jorba & Sanmartí, 1996).

Pero nos parece necesario, hacer ciertas precisiones en torno a un concepto que está muy relacionado con la metacognición. Se trata de la reflexión. Para argumentar esta idea, es necesario hacer una revisión de las implicaciones de éste término y la influencia que ha tenido en las investigaciones sobre formación del profesorado.

2.2. El papel de la Reflexión

Peter Silcock (1994), profesor de la Facultad de Educación del Nene College en Estados Unidos, explica que el término ‘reflexión’ se ha trasladado desde los campos de la filosofía y la psicología, al de la educación. Desde su punto de vista, dice que los expertos suelen referirse a dos tipos de procesos reflexivos: Uno, es el que se pone en marcha ‘en la acción’ y se manifiesta durante la práctica en sí misma (p.ej. Schön, 1987; Carr & Kemmis, 1988), por eso, le llama ‘inteligencia práctica’. El otro proceso reflexivo es el que le permite a la persona darse cuenta de los detalles de su actuación –o de sus ideas- y le hace posible modificarlas, incluso más allá de las circunstancias inmediatas, es decir, hacer cambios para un futuro a mediano o largo plazo. A este tipo de reflexión, Silcock le llama ‘pensamiento reflexivo’ ó ‘inteligencia reflexiva’.

Este autor también explica que la reflexión es un proceso ubicuo, es decir, que está presente en todas las acciones y actuaciones de la vida humana y que aporta los medios para que la persona relacione el contexto social con el del conocimiento y traduzca dicha relación en una experiencia, ya sea académica o cotidiana. La ubicuidad del proceso como tal hace que no sea razonable comprometerse con un modelo simple de reflexión para el desarrollo profesional. En este sentido, afirma que si bien los programas de formación inicial o continuada del profesorado que intentan promover habilidades reflexivas, pueden tener cierto éxito, lo cierto es que muchos profesores no llegan a asumir las posturas reflexivas que se esperan de ellos.

Para Silcock (1994), la reflexión tiene la propiedad de servir de ‘puente’ y de ‘medio de transformación’. Esta propiedad, es la que mejor se aplica a los contextos educativos. La metáfora del puente, es útil para explicar cómo las personas nos movemos de un estado a otro, cuando pensamos sobre algo, mientras que la metáfora del ‘medio de transformación’ permite entender que en el fondo, la reflexión es la responsable de cualquier desarrollo cognitivo, incluyendo el del conocimiento y las habilidades de pensamiento.

De acuerdo con estas metáforas, este autor sugiere que hay tres componentes de la reflexión, que se pueden promover en los contextos educativos, para que eventualmente, el estudiante reflexione con autonomía:

- *El automanejo de la reflexión*: Consiste en que el estudiante entienda que somos los últimos responsables de nuestras propias acciones y de nuestras ideas. Es un componente muy importante porque se refiere al desarrollo de la responsabilidad y en circunstancias profesionales, obliga a un escrutinio crítico de las acciones que se realizan. Autores como Clark & Peterson, 1981; Zeichner (1987); Schön (1991) y Tabachnick & Zeichner (1999) –entre otros-, promueven la idea de que la toma de decisiones que hace un profesor, es una práctica reflexiva, un proceso guiado por consideraciones éticas, así como por requerimientos de habilidad para revisar las variables y elegir la mejor opción.
- *Las relaciones constructivas*: Desde el punto de vista piagetiano, la ‘abstracción reflexiva’, es la principal fuerza que guía el desarrollo cognitivo. Para Piaget, las personas se descentran de sus perspectivas para abstraer de la experiencia, aquello que es esencial para una nueva perspectiva, la cual entra a formar parte de sus esquemas conceptuales. En otras palabras, rehacemos nuestras experiencias cuando relacionamos nuevos significados con nuevos fines. En este sentido es que se habla de un constructivismo psicológico y de desarrollo en la teoría piagetiana, mientras que para Schön (1987), se trata de construccionismo.

La idea de las relaciones constructivas resulta muy útil, porque llegar a ser consciente de nuestras acciones y nuestros pensamientos, hace posible la revisión y reestructuración necesaria para el mejoramiento cognitivo, para componer un diálogo interno con uno mismo: ser capaz de interrogar nuestros propios pensamientos es una garantía de autoconsciencia y en consecuencia, de autocontrol. Tanto la toma de consciencia como la penetración en nuestros pensamientos (que sólo se hace posible a través del lenguaje –de acuerdo con Vygotski-), son esenciales para el acto reflexivo.

- *Combinar, transformar, contextualizar distintas perspectivas*: Una perspectiva, no es solamente un punto de vista. Permite ver una cosa, en términos de otra. Esto implica que reflexionar también sea algo más que escanear, escudriñar, acceder o explorar con detalle, nuestros pensamientos o nuestras acciones. Significa unir cognitiva, espacial y temporalmente, elementos que son dispares. Esto es muy importante para un profesor, ya que sus decisiones deben tener en cuenta a todos los agentes involucrados en la enseñanza, empezando por el alumno. En otras palabras, cuando un profesor reflexiona debe ver la situación de enseñanza – aprendizaje, desde la perspectiva de su alumno, del grupo en general, del currículo o de la institución.

A menudo, nos encontramos con profesores que fallan en uno o más de estos componentes. Hay profesores con experiencia que toman decisiones y realizan actividades, sin llegar a relacionarlas con una fundamentación teórica que les de sentido. Los profesores en formación inicial, suelen dar mucha importancia a las habilidades de comportamiento que manifiestan los profesores con experiencia, para manejar el grupo de alumnos. No obstante, puede tratarse de comportamientos que no son fruto de la reflexión sobre una experiencia, a partir de una base conceptual, o mejor, de un modelo didáctico. De ahí la importancia de que el profesor – tutor sea un modelo de reflexión metacognitiva para los futuros profesores.

De acuerdo con Silcock (1994), el hecho de que podamos ‘fracturar y reparar’ nuestros pensamientos para guiar nuestras acciones, en función de nuevas metas, es lo que da a la reflexión su carácter de adaptabilidad según las situaciones, su poder funcional. La reflexión, es la forma de convertir la experiencia disponible en nuevas acciones ya estructuradas, que hacen parte de la práctica profesional.

De todas maneras, hay que tener en cuenta que reflexionamos en diferentes formas y accedemos a experiencias distintas, porque tenemos razones diferentes para hacerlo. Además, la reflexión es un proceso de revisión, porque como ya se explicaba, ocurre dentro de una perspectiva que nos obliga a interpretar una experiencia o una idea en términos de otra perspectiva. Esto hace que el objeto de nuestra reflexión se transforme.

Los planteamientos de Silcock, constituyen un punto de partida interesante para presentar el papel que juega *la reflexión* en nuestra propuesta de formación inicial. De hecho, dadas las características del estado de desarrollo de términos como metacognición y aprendizaje autorregulado, en esta investigación consideramos que los procesos que llevan a cabo los futuros profesores al aprender a enseñar ciencias desde un modelo constructivista, se pueden describir a través de una *reflexión metacognitiva*.

Para poder diferenciar este tipo de reflexión, de otros muy conocidos, comenzaremos diciendo que desde nuestro punto de vista, siempre hemos visto la noción de *práctico – reflexivo* de Daniel Schön (1987, 1998), relacionada con procesos de investigación – acción, que como ya explicábamos desde los antecedentes, no es uno de los fundamentos teóricos que hemos usado en este estudio.

Todos conocemos la extraordinaria acogida que ha tenido la noción de *práctico – reflexivo*, en la formación de los profesores a todo nivel, así como la ya larga lista de estudios que dan cuenta de la productividad de este enfoque para avanzar sobre el desarrollo profesional del profesor de ciencias (Pérez García & Moral, 1996; Geddis, 1996; Linder et al, 1997; Milicic, Utges y San José, 2001; Queiroz & Franco, 2001; Araújo & Melo, 2001; Junyent, Medir y Geli, 2001), muchos de ellos asociados al cambio conceptual (Hewson et al, 1999a) y a la formación del profesor como investigador (Silva & Duarte, 2001).

Pero la revisión de esta amplia producción, nos ha permitido constatar que son muy pocos los estudios que siguen con fidelidad la propuesta teórica de Schön. La mayoría de ellos nos han dado argumentos para justificar por qué nos distanciamos de la noción de *práctico – reflexivo*. Según Jane Gilbert (1994) y John Halliday (1998), este concepto se originó en un discurso *crítico y liberador* sobre la educación. No obstante, ha sido apropiado y usado dentro de enfoques en los que se busca que los profesores implementen una innovación o algunos de los resultados de la investigación educativa. Cuando se les pide a los profesores que consideren *un* enfoque para la enseñanza y el aprendizaje en particular, en un contexto en el que la intención del programa de formación es favorecer que ellos adopten *ese* enfoque en particular como propio, entonces el tipo de reflexión que se les pide que pongan en juego (primero, al clarificar y evaluar sus propias ideas sobre la enseñanza y el aprendizaje y luego, al pedirles que las reconstruyan en formas particulares), *no va* en el sentido en el que Schön y sus seguidores originalmente la propusieron para la formación de profesores.

La clave de esta diferencia es fácil de identificar: Si la meta del programa de formación es permitir a los profesores la exploración, reflexión y mejoramiento de ***aspectos de su propia práctica, que ellos mismos han identificado como importantes***, entonces el uso de conceptos tales como ‘práctico – reflexivo’, ‘reflexión en’ y ‘sobre la acción’ y las metodologías de investigación – acción, sí son apropiadas. De lo contrario o en otras circunstancias, se trata de otro tipo de reflexión, no menos importante, pero sí de naturaleza muy diferente. Ese es el caso de nuestra investigación. Se trataba de facilitar a los futuros profesores de ciencias, la integración de un modelo de enseñanza en particular (de tendencia social – constructivista), con la intención de que lo incorporaran a sus prácticas de enseñanza. Valga la pena recordar, que en dicha implementación, la reflexión metacognitiva ocupaba un lugar privilegiado, de manera que no se trataba de un enfoque tecnicista (Mellado, 2001), para la formación de estos futuros profesores.

Otro de los argumentos para distanciarnos de la noción de práctico reflexivo, lo hemos encontrado en Eraut (1995), un investigador de origen finlandés, quien ha venido estudiando el conocimiento profesional en la formación del profesor en general. Pues bien, hemos coincidido con este autor, en que es muy difícil llevar a cabo en un aula de ciencias, lo que Schön llama *reflexión-en-la acción*. Este autor plantea que en el aula, hay que distinguir entre las situaciones que son inmediatas y a veces inesperadas, ante las cuales la decisión y la acción tienen que ser rápidas, de otras que tienen lugar, cuando los alumnos están trabajando tranquilamente y el profesor tiene tiempo de decidir cómo va a intervenir. Ya sabemos que estas últimas, son situaciones más bien raras (Gunstone, 2000), porque aunque los alumnos trabajen con cierta autonomía, el profesor los debe estar acompañando constantemente o en otros casos, tiene que aprovechar ese tiempo para resolver otros problemas.

Pues bien, Eraut (1995) dice que: “*cuanto más crítica sea la reflexión del profesor, menos apropiado resulta describirla como “en-la acción”*” (pg. 14). Estamos de acuerdo con esto, porque creemos que la postura de Schön a pesar de ser muy interesante, no está tomando en cuenta las condiciones de trabajo de un profesor. Como ya lo explicábamos en los antecedentes, cuando presentábamos la propuesta del grupo australiano (Gunstone et al, 1993; Gunstone, 2000a), la *reflexión-en-la acción* para los profesores se da en el aula, un espacio con unas condiciones sumamente distintas de las de otros profesionales que pueden “pararse a pensar”, en medio de su actuación.

Esto no significa entonces que el profesor no reflexione. Por supuesto que lo hace, pero dadas las circunstancias, lo hace ‘*sobre-la acción*’, generalmente después de la clase, en el aula del seminario o en casa y desafortunadamente a solas, porque son raras las veces en que puede hablar con alguno de sus colegas, como ya lo decía también Gunstone (2000a)

Otra de las críticas que hemos encontrado y que nos aportan otro argumento, está en un trabajo de Van Manen (1995). Se trata del modo más bien intuitivo e inmediato, con el cual se suelen comportar los profesores con experiencia. El aula de ciencias, así como todas las demás, es un mundo en constante movimiento, complejo y de rápidos cambios, ante los cuales, el profesor va aprendiendo a adaptarse para solucionar los problemas que van apareciendo. Somos testigos de lo difícil que es para un profesor en prácticas, enfrentarse por primera vez a estas situaciones, tratando de resolverlas lo mejor posible usando su intuición. ¿Cómo pedirle entonces que *reflexione-en-la práctica*?

Lo cierto es que los futuros profesores aprenden con rapidez a ‘sobrevivir’ con mayor o menor éxito a estas situaciones y van mejorando sus respuestas. Atkinson (2000) enfatiza la necesidad de que los tutores promuevan el desarrollo de las habilidades intuitivas en los profesores en formación inicial, como si fuera un ‘auto-monitoreo’. Para ello, sugiere que la *reflexión-sobre-la acción* es importante para evaluar la práctica intuitiva, de modo que el estudiante pueda pasar de actuar por intuición a saber por qué actúa así. Es posible que después de algunos años de experiencia, el profesor sea capaz de reflexionar en la acción, en relación con su modelo de enseñanza.

De todas maneras, reconocemos que a veces es posible que dentro de la clase, el profesor haga una pausa, para considerar más deliberadamente, qué curso de acción seguir. Normalmente, el profesor la lleva a cabo en solitario, coincidiendo con un instante preciso o una rápida toma de decisiones. En las situaciones de enseñanza en equipo, como era el caso de nuestras estudiantes organizadas por parejas durante las prácticas, hay muchos momentos de reflexión conjunta y toma de decisiones que describe un proceso colectivo.

Griffiths (2000), dice que la *reflexión después de la acción* es quizá la forma más común de reflexión, durante los cursos de formación inicial. Los futuros profesores revisan sus clases, las evalúan y toman sentido de la experiencia que acaban de pasar. Este tipo de reflexión tuvo lugar especialmente durante las entrevistas que les hacíamos a las estudiantes después de sus clases, a veces, acompañadas de sus tutoras y las hemos encontrado también en sus memorias de fin de curso. Muchas de las consecuencias de estas entrevistas, tienen que ver con decisiones que se tomaban sobre las acciones hacia el futuro: la siguiente clase, la evaluación final, etc. En este sentido, podríamos hablar de una *reflexión para el futuro*, que a nuestro modo de ver, también era transformativa porque contribuía al mejoramiento de las actividades que la estudiante estaba diseñando y a su propia actuación.

Muchas veces, se identifica la metacognición con la reflexión y se dice que si una persona es reflexiva, es también metacognitiva. Los resultados que mostraremos en esta investigación dan cuenta de que no siempre es así. Un estudiante puede reflexionar sobre sus concepciones o sobre su modelo de enseñanza en general, sin cuestionar las relaciones entre dichas concepciones, para establecer por qué su modelo es diferente al que se le presenta. Admitimos también la gran dificultad de que este tipo de reflexión no siempre es fácil de rastrear.

Pero en todo caso, pensamos que sólo cuando la estudiante hace este tipo de crítica, tanto a su propio modelo, como al de los demás, cuando es capaz de contrastar sus propios puntos de vista con otros nuevos que se le presentan, de prever resultados a partir de cada uno de ellos, de planificar estrategias haciendo las distinciones correspondientes, es que asume una postura metacognitiva y puede decidirse por un modelo de enseñanza complejo y demandante, pero que le ayuda a entender las dificultades por las que pasan sus alumnos para aprender ciencias. Así es como entendemos la reflexión en este estudio y por eso, la llamamos *reflexión metacognitiva*. Para explicarlo mejor, vamos a empezar analizando cómo tuvo lugar la reflexión durante el periodo de prácticas.

En nuestro estudio, hubo una progresión típica de la reflexión, en el sentido de que era muy parecida a la que siguen muchos otros cursos de formación inicial. Primero, se les

pedía a los estudiantes que pensaran acerca de lo que querían enseñar sobre el tema de su unidad didáctica y por qué, que planificaran sus actividades siguiendo el ciclo de aprendizaje propuesto y anticiparan los problemas que pudiesen surgir o los resultados que podían obtener. Se intentaba que las tutoras les ayudaran, indicándoles en qué debían fijarse respecto a qué contenidos seleccionar, cómo secuenciarlos o cómo pensar una actividad, qué aspectos habría que mantener más o menos controlados durante la clase y en qué había que adaptar la planificación para atender a las necesidades de los alumnos. Después de las clases, se pedía a las estudiantes y/o a sus tutoras, que evaluaran cómo habían estado las actividades, teniendo presente qué podían haber aprendido los alumnos y además como profesoras, qué hubiesen podido hacer mejor y considerar cómo aprender de su experiencia con el objetivo de mejorar sus actividades para una próxima vez, teniendo en cuenta que detrás de su actuación o de sus verbalizaciones, hay una fundamentación teórica, un modelo didáctico.

En resumen, estamos diciendo que el análisis de este tipo de reflexión nos quedaría incompleto si no tuviéramos en cuenta que:

- a) la reflexión sobre las prácticas está condicionada por las visiones que los estudiantes han desarrollado sobre la ciencia, la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación, antes de llegar al curso de didáctica, y,
- b) que estas visiones, así como las que se pretendía que aprendieran, debían ser sometidas a la crítica, dentro de marcos teóricos de referencia que les dieran significado. Estamos hablando de los modelos de enseñanza de las ciencias.

En diferentes momentos del curso de didáctica de las ciencias y con situaciones de enseñanza distintas, pedíamos a los estudiantes que reflexionaran sobre qué enseñar y cómo hacerlo. En biología, hay una gran cantidad de situaciones que ilustran las inconsistencias entre los contenidos que enseñamos los profesores y las finalidades de una educación científica. Por ejemplo, está el tema de los seres vivos. En los libros de texto aparecen los *cnidarios*, los *artrópodos*, los *musgos*, etc. Pensemos qué tan importante es que los alumnos sepan las diferencias taxonómicas entre estos grupos. Esta es una información que olvidará seguramente con el tiempo. Lo que les será más importante a cualquiera de ellos, es saber por qué seres tan diferentes como un pólipo de coral, un escarabajo o un musgo se pueden caracterizar como seres vivos.

El problema, es que este tipo de conocimientos es el que los futuros profesores reciben en la facultad y seguramente, a lo largo de su vida como alumnos, por lo cual ellos asumen que siendo profesores de ciencias, es ese tipo de conocimiento el que van a enseñar a los alumnos. Para que los futuros profesores tomen consciencia de una situación como esta, se necesita ponerlos en situación de reflexionar, para que aprendan a criticar lo que hasta ahora ha sido parte ‘normal’ de su modelo de enseñanza.

Para promover esta reflexión metacognitiva, las actividades estaban diseñadas de modo que el estudiante pudiese explicitar sus puntos de vista sobre la enseñanza. Algunos ejemplos de estas actividades, son el texto sobre ‘El Profesor de Ciencias Ideal’, donde les pedimos a los estudiantes que escribieran en una página como imaginaban a ese profesor/a y, los ‘Diarios’, que a través de preguntas sobre el propio aprendizaje del estudiante, hacían posible su autoevaluación y nos informaban sobre el desarrollo del proceso (Estos instrumentos se explicarán en detalle en el capítulo de Metodología).

La reflexión individual a través de instrumentos como estos, nos permitió confirmar que en efecto, las visiones de los estudiantes estaban fuertemente influenciadas por sus experiencias como alumnos y en algunos casos, por los profesores que habían sido significativos para ellos. Pero también nos dimos cuenta de que la reflexión metacognitiva de los futuros profesores se puede favorecer con la interacción social y de ahí, el trabajo en grupos colaborativos, las charlas con la profesora-formadora y con la tutora o con el/la compañero/a de prácticas.

En general, el futuro profesor de ciencias hace una reflexión metacognitiva cuando:

- Es capaz de reconocer los puntos débiles y los puntos fuertes de su actividad;
- Adopta una actitud de cuestionamiento, cuando evalúa sus experiencias, verbalizando qué pasó y por qué;
- Sabe qué es lo que está aprendiendo del nuevo modelo de enseñanza que se le propone y por qué;
- Contrasta el enfoque que le ha dado a su actividad, con los modelos de enseñanza para identificar el origen de sus aciertos, dudas o contradicciones,
- Comienza a manifestar seguridad personal y autoeficacia, al aplicar el nuevo modelo de enseñanza.

Pensamos que cuando el estudiante llega a verbalizar o a manifestar de algún modo estas características, es porque ha hecho una reflexión metacognitiva sobre lo que está aprendiendo de la enseñanza de las ciencias y/o sobre sus propios aprendizajes incluida su práctica, que se pone de manifiesto a través de las entrevistas, sus producciones durante las clases del curso de didáctica o su memoria de fin de curso. Con esto también queremos decir, que no somos ajenos a la crítica que se hace sobre la carencia de evidencias claras en torno a las relaciones entre reflexión y acción. Korthagen (1993), comenta que lo que aparece en estudios como los de Zeichner (1987), son más bien beneficios personales que la reflexión le ha aportado al profesor, antes que beneficios profesionales.

Pensamos que una de las causas de esta carencia de evidencias, es que desde el punto de vista metodológico, es bastante difícil recoger ese tipo de resultados. En primer lugar, porque la reflexión metacognitiva es un proceso complejo, muy personal, al cual es difícil acceder y en segundo lugar, porque la reflexión no necesariamente lleva consigo cambios en la práctica (Eraut, 1999). Aunque el futuro profesor sea consciente de que sus concepciones están sumamente arraigadas en un modelo tradicional, romper con ellas le supone un enorme esfuerzo cognitivo (Pozo & Gómez Crespo, 1998), que se traduce en construir nuevos significados y nuevas relaciones entre tales significados. Afectivamente, tampoco se atreve a correr el riesgo, porque siente que al hacerlo, se queda sin el soporte que le ha servido como base de su modo de entender la enseñanza de las ciencias, durante tantos años (Rodríguez, 1998). Por esa razón, los efectos inmediatos de la reflexión metacognitiva suelen ser mínimos, pero los efectos del cuestionamiento y la crítica tienden a permanecer en los aprendizajes de los futuros profesores y en ocasiones, surgen tiempo después (ver el caso de Marta).

2.3. Las Características de un Profesor de Ciencias Metacognitivo

Desde nuestro punto de vista, un profesor de ciencias que se comporta metacognitivamente sabe entre otras cosas:

- Reconocer sus propias concepciones sobre la ciencia, la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación,
- Asumir un punto de vista crítico sobre su propio pensamiento y actuación, de manera que al contrastar sus concepciones con las de otros, pueda distinguir los principios que orientan su ‘saber –hacer’ y los modifique o construya unos nuevos, en función del aprendizaje de sus alumnos,
- Planificar las actividades de enseñanza en función de los objetivos propuestos y anticiparse a los resultados que puede obtener,
- Contrastar las decisiones tomadas o los resultados obtenidos, con los objetivos a los que se intenta llegar, de modo que se pueda mantener un control constante de la actividad de enseñanza,
- Adquirir las habilidades pertinentes para seleccionar y secuenciar los contenidos a enseñar y para el diseño y aplicación de las diferentes actividades de enseñanza-aprendizaje-evaluación.

No obstante, alcanzar estas metas depende de que los futuros profesores aprendan que hay muchas formas de enseñar y que la clave de todas ellas comienza por reconocer cual es la concepción sobre la ciencia, su enseñanza, aprendizaje y evaluación, que hay detrás de ellas. *Sobre las relaciones explícitas entre estos componentes*, el profesor plantea unos objetivos de aprendizaje para sus alumnos, anticipa y planifica las estrategias para alcanzarlos, evalúa los resultados e introduce las modificaciones necesarias. Esto lo puede hacer un profesor al que podríamos considerar como ‘*metacognitivo*’, porque se trata de un profesor que es capaz de identificar las exigencias de cada tarea de enseñanza (representación); de planificar la estrategia a seguir; de prever los resultados y de controlar (monitorear) los diversos elementos y variables que intervienen en la ejecución de las mismas. Aquí es precisamente donde establecemos la relación con la Teoría de la Actividad, que explicaremos en el siguiente capítulo.

El modelo experto – novato resulta de gran ayuda para explicar con otras palabras lo que en este estudio se entiende como *un profesor que se comporta metacognitivamente*: diríamos que se trata de un profesor de ciencias experto, porque sabe cuales son los conocimientos que debe poner en juego, cuando va a diseñar una actividad de enseñanza. Dichos conocimientos son de dos órdenes: respecto al conocimiento a enseñar (específico o disciplinar) y respecto al conocimiento didáctico (enseñar, aprender y evaluar en función de cierto modelo de enseñanza). Este profesor, va actualizando y modificando ambos tipos de conocimiento, a medida que aprende a enseñar. De ese modo, también mantiene un control constante sobre su propio conocimiento.

Los profesores novatos en cambio, no saben si entienden o no, porque les falta este control. De hecho, muchos de ellos están convencidos de que lo que saben sobre la enseñanza de las ciencias, es más que suficiente. En todo caso, nuestro problema no estriba en conseguir que los futuros profesores nos pregunten sobre lo que no saben y en que les demos las respuestas, sino en hacerles posible la toma de consciencia sobre las diferencias entre lo que saben y lo que no saben sobre la enseñanza; entre una forma de enseñar y otra, teniendo en cuenta que el modelo que se les presenta, está respaldado por la comunidad de investigadores.

3. ¿Por qué Formar un Profesor de Ciencias Metacognitivo?

Una de las principales razones que justifican la emergencia de propuestas de formación de profesores de ciencias metacognitivos, es la de que las últimas reformas educativas han venido dejando en manos de los profesores, la toma de decisiones que antes eran responsabilidad de las instancias administrativas. No es fácil tomar las decisiones más adecuadas sobre la enseñanza de las ciencias. Creemos que es una capacidad a desarrollar en el profesor y el momento idóneo para comenzar, sería precisamente el de la formación inicial. Hablamos sólo de un ‘comienzo’, porque como ya hemos comentado, se trata de un periodo que tiene unas condiciones que sólo nos permiten potenciar la metacognición.

Hay otras razones que vale la pena mencionar, porque nos ayudan a argumentar los motivos de buscar otros caminos para la formación inicial del profesorado de ciencias y específicamente, escoger el de potenciar la metacognición:

- Dado el rápido crecimiento del conocimiento científico, que incluye el constante reemplazo del conocimiento anterior por el nuevo, ninguna institución educativa puede ofrecer a sus alumnos la información que necesitarán durante el resto de su vida (Corno, 1994). Esto incluye también a los profesores de ciencias. Los conocimientos científicos que aprenden, así como las visiones epistemológicas sobre la ciencia y el modo en que se entiende su enseñanza, tienen un carácter dinámico. En consecuencia, promover el aprendizaje autorregulado se convierte en una meta necesaria a lo largo de su vida profesional.
- La autonomía del profesor y su responsabilidad – dos elementos de cualquier profesión – se pueden poner en práctica, solamente cuando el profesor es capaz de regular sus propios aprendizajes. Como dicen Kremer-Hayon & Tillema (1999), el aprendizaje autorregulado es intrínsecamente inherente a la autonomía. Es difícil ser autónomo o responsable del propio aprendizaje, si el proceso lo planean y organizan otras personas. De ahí la importancia de pasar de la regulación ejercida por el profesor o por los compañeros, a la autorregulación.
- Los enfoques de racionalidad técnica (Mellado, 2001) que todavía orientan muchos programas de formación del profesorado, han venido siendo reemplazados por enfoques en los que la reflexión juega un papel esencial, porque ya no se trata de transmitir información, sino de involucrar a los profesores en una relación dialógica (Collins, 1996; Copello & Sanmartí, 2001) con sus alumnos. Esto implica modificaciones importantes en sus puntos de vista sobre la enseñanza, que están mediadas por la metacognición.
- Finalmente y como consecuencia de lo anterior, el rol del profesor cambia. Ya no es quien monopoliza el conocimiento y lo distribuye. Ahora es quien ayuda a sus estudiantes a regular sus propios aprendizajes sobre la ciencia y para hacerlo adecuadamente, tiene que ver la ciencia, su enseñanza, aprendizaje y evaluación, a una distancia suficiente que le permita reconocer la naturaleza de las relaciones que establece entre estas concepciones y lo que cada una de ellas le significa. Esto solamente lo puede hacer si se comporta metacognitivamente.

A nivel social y profesional, se le exige cada día más a los programas de formación del profesorado en ciencias, que se renueven para que puedan promover un aprendizaje significativo para el profesor. Esto implica, considerar otras ‘rutas de aprendizaje’, teniendo en cuenta que nos encontramos en una sociedad basada en el conocimiento y en el flujo acelerado de la información (Gilroy, 1993; Pintó & Surinach, 2001; Psillos et al., 2001).

El *aprendizaje autorregulado*, se puede entender como un medio y una meta para preparar a los futuros profesores de ciencias. Esto significa que se trata de un vehículo de aprendizaje para ellos, en el contexto de su formación. Pero se necesita más investigación, para entender cuales son las acciones de los profesores – formadores, que promueven o inhiben la metacognición de los futuros profesores. Aunque este no sea el objetivo central de nuestro estudio, lo que sí intentaremos argumentar, es que un profesor que se autorregula, puede formarse desde un modelo de enseñanza constructivista. De esto nos ocuparemos en el capítulo tres.

Capítulo 3.

El Futuro Profesor de Ciencias Metacognitivo se Forma desde un Modelo de Enseñanza Constructivista

Como ya lo hemos venido expresando, en esta propuesta de formación inicial, intentamos que el futuro profesor potencie sus capacidades metacognitivas, para que pueda tomar decisiones sobre qué enseñar y cómo hacerlo, con base en un modelo constructivista de la enseñanza de las ciencias. Esta meta es muy importante porque permite que el futuro profesor tome consciencia de que hay formas diferentes de entender la enseñanza de las ciencias (modelos de enseñanza) que están en la base de las decisiones que toma. Además, porque dichas capacidades actúan como si fueran dispositivos previos, que van a ayudarlo a enfrentarse al diseño de las actividades de enseñanza.

El camino que nos lleva a conseguir la meta de potenciar la metacognición de los futuros profesores, implica que como profesoras – formadoras tengamos en cuenta varias cosas. La primera, es que al igual que pasa con ciertos aprendizajes en muchas otras áreas del conocimiento (Nisbet & Schucksmith, 1987; Pozo & Monereo, 1999; De la Fuente, 1999), *aprender a enseñar ciencias* es una meta que debe desarrollarse simultáneamente con el aprendizaje de los contenidos disciplinares. Esto significa que no podemos desligar la formación de un profesor de ciencias competente, de los aprendizajes de los contenidos didácticos necesarios para que enfrente la enseñanza.

El segundo aspecto a tener en cuenta, es que resulta difícil para los futuros profesores entender que enseñar ciencias, es un problema que puede enfocarse desde diferentes ángulos y que existen teorías distintas sobre cuál es la mejor manera de hacerlo, fruto de las investigaciones en dicha área.

Un tercer aspecto de importancia, es que aprender es en gran parte responsabilidad de quien aprende (Baird & Northfield, 1992; Sanmartí, 2000) y asumirlo así, le ayuda al futuro profesor a convertirse en una persona autónoma, capaz de enfrentarse a una tarea con cierta seguridad de éxito, como la haría un experto.

No obstante, es muy difícil para el futuro profesor (así como para los alumnos en general), alcanzar dicha autonomía por sí solo, pues implica la adquisición y el dominio de lo que los psicólogos llaman *funciones mentales superiores* (Wertsch, 1993), tales como la atención voluntaria, la memoria, la comprensión, etc., o *formas de pensamiento superior o de alto orden* (Weinberger & Zohar, 2000), como la planificación y la anticipación, que corresponden con las capacidades descritas por la Teoría de la Actividad. En este sentido, uno de los aspectos que los programas de formación inicial deberían atender, es precisamente el de crear los mecanismos que permitan al futuro profesor, poner en marcha estas capacidades.

Como decíamos unos párrafos atrás, formar a un profesor metacognitivo, no puede independizarse del conocimiento didáctico. ¿Cómo hacer entonces, para potenciar esas

capacidades metacognitivas en un profesor que las necesita para aprender a enseñar ciencias con un nuevo modelo de enseñanza?. Parte de la respuesta está en colocar al profesor en situación de reflexionar sobre su propio modelo de enseñanza y sobre el nuevo que se le presenta (Gunstone et al, 1993; Gunstone, 2000b). Las *actividades de regulación*, le permiten analizar las relaciones entre imagen de ciencia, concepción de enseñanza, de aprendizaje y de evaluación, teniendo en cuenta que dichas concepciones se relacionan entre sí de modos diferentes, configurando modelos distintos.

Otra parte de la respuesta, muy relacionada con la anterior, está en comprender que este pensamiento metacognitivo, manifiesto a través de las capacidades para anticiparse, para planificar, para detectar aciertos y errores e introducir cambios, se pueden potenciar. Por esa razón, la Teoría de la Actividad resulta un modelo teórico útil para comprender cómo puede aprender a enseñar el futuro profesor.

1. El Futuro Profesor Aprende a Enseñar Orientando, Ejecutando y Regulando la Acción. La Teoría de la Actividad

El modelo teórico que hemos elegido para responder a lo que significa potenciar la metacognición de un profesor de ciencias, así como para entender cómo se puede aprender a enseñar ciencias, es el de la Teoría de la Actividad (sobre la formación de una acción mental). Los avances sobre esta teoría y sobre la Regulación de los aprendizajes (Nunziati, 1990; Jorba & Sanmartí, 1996), se convirtieron en uno de los fundamentos sobre los cuales se diseñó el curso de ‘Didáctica de las Ciencias’, para que el futuro profesor aprendiera:

- a representarse la acción que va a realizar;
- a anticipar las estrategias para llevarla a cabo, así como los posibles resultados;
- a planificar esta acción y
- a regularla constantemente.

Estas capacidades describen lo que sabe hacer un profesor de ciencias *metacognitivo o que regula sus propios aprendizajes*. Esto significa que para nuestra investigación, la Teoría de la Actividad (TA) no sólo es un marco teórico, sino también un marco metodológico.

Aunque no es nuestra intención hacer un análisis pormenorizado de la teoría (al respecto ver Wertsch, 1981; Talizina, 1988; Leontiev, 1989 ó Beltrán & González, 1997), nos parece importante saber a qué se refiere la Teoría de la Actividad.

Tal y como lo explica M. Cubero (1994), la Teoría de la Actividad (TA) es una de las mayores contribuciones que los discípulos y seguidores de Vygotski, le hicieron a la psicología. Aunque la teoría fue desarrollada fundamentalmente por A. N. Leontiev, según figura en las publicaciones que hizo entre 1959 y 1978, no todos los postulados e implicaciones teóricas y metodológicas de la misma, son suyos. No obstante, hay que reconocer que él fue quien la estructuró y se esforzó más por difundirla.

El carácter dialógico, social, histórico y mediado, de las funciones mentales que explica la TA, así como la concepción de un sujeto activo que aprende en un entorno social, son algunos de los puntos en los que más se nota la influencia de la filosofía de Marx y Engels, y los trabajos previos de Vygotski. Esto trajo como consecuencia una fuerte

actividad científica en la Psicología Soviética, que se puede ver en los trabajos de Zinchenko, Galperin y Talízina y en la Psicología occidental, por ejemplo con Wertsch, entre otros.

La unidad de análisis de mayor grado de abstracción o de generalización, es precisamente *la actividad*. Entre los estudiosos del tema, ha habido grandes desacuerdos respecto a lo que se concibe por actividad. Para algunos se trata de un modelo general, para otros, es una unidad de análisis en concreto y para el mismo Leontiev, es las dos cosas. Esto planteaba serios problemas epistemológicos, de modo que para resolverlos Zinchenko (1985) propuso hablar de *la acción mediada por instrumentos* y en esta misma línea P. Y. Galperin (1986), presentó *la formación por etapas de las acciones mentales*.

Estamos de acuerdo con estos autores en que *la actividad* se puede considerar como un término equivalente al de ‘acción’, aunque reconocemos que existen diferencias entre ellos. Siguiendo las ideas de Beltrán & González (1997), cuando un profesor – formador planifica el sistema de acciones que debe realizar el estudiante, también está planificando las condiciones adecuadas para que tenga lugar la actividad. Así entonces, en vez de dos problemas – formar los conocimientos y desarrollar las habilidades de su aplicación -, el profesor - formador resuelve solamente uno: planificar los tipos de actividad que incluyan los conocimientos a aprender (p.ej., un nuevo modelo de enseñanza de las ciencias) y la forma de aprenderlos (p.ej. a través de un ciclo de aprendizaje), de acuerdo con los objetivos que se pretenden alcanzar (p.ej. aprender a enseñar con ese nuevo modelo).

Las distinciones teóricas entre ‘acción mental’ y ‘actividad’, corresponden con intereses muy diferentes a los de este estudio. Por esa razón, dejaremos aquí este análisis y nos centraremos en abordar desde la TA y en las propuestas didácticas que la han utilizado, aquellos elementos que nos permiten comprender cómo es que nuestro futuro profesor puede aprender a enseñar ciencias, teniendo en cuenta la importancia de que sepa qué, cómo y por qué enseña.

Tal y como se ha venido observando en los trabajos con alumnos (Nunziati, 1990; Jorba & Sanmartí, 1996), se entiende que el desarrollo exitoso de una tarea, es una acción mental que tiene diferentes partes (orientadora, ejecutora y reguladora), relacionadas con la representación que el aprendiz (ya sea el alumno o en nuestro caso, del futuro profesor de ciencias) se hace de las demandas de la tarea, del objetivo de realizarla y de los conocimientos que necesita, así como de la anticipación de los resultados que puede obtener si opta por una u otra estrategia de resolución.

Realizar adecuadamente una tarea, es un acto que tiene mucho que ver con el aprendizaje y con la metacognición. De hecho, si el futuro profesor es capaz de planificar una actividad para sus alumnos, de saber cómo y por qué la hizo y de encontrar las fallas y corregirlas, en función de un modelo de enseñanza que también somete a la crítica, podemos decir que está aprendiendo a enseñar. Desde nuestro punto de vista, un profesor de ciencias que aprende a enseñar como lo hemos descrito, es metacognitivo porque sabe cómo regular sus propios aprendizajes. La Teoría de la Actividad resulta útil para explicar cómo podemos potenciar su metacognición desde el curso de didáctica de las ciencias: Hay que enseñarle a orientar su acción y a que la regule mientras la orienta, mientras la ejecuta y mientras la evalúa.

Cuando el estudiante reflexiona (por ejemplo), sobre las características del instrumento que va a utilizar y los requerimientos que debe reunir para que su aplicación arroje la información que se busca (atienda al objetivo), se comporta con un pensamiento estratégico (Pozo & Monereo, 1999) o tiene un conocimiento condicional o situacional (Martí, entrevista Angulo et al, 2000) porque está orientando su acción.

Varios estudios, incluyendo áreas diferentes a las ciencias (Antonijevic & Chadwick, 1982; Nisbet & Schucksmith, 1987; Artz & Armour – Thomas, 1998; De la Fuente, 1999) han mostrado que las características metacognitivas -que refiere la TA-, no son espontáneas ni se intuyen fácilmente, sino que hay que enseñarlas y aprenderlas. No obstante, los currículos en general no han tenido en cuenta su enorme importancia, muy seguramente porque no se ha entendido que estos procesos metacognitivos son fundamentales para enfrentarse a un mundo cargado de información, en el que hay que saber escoger qué se lee, qué se oye, qué se dice, qué se escribe (Pozo & Monereo, 1999) y por supuesto, qué se enseña y cómo. Esta es la razón por la cual, vemos muy pocas personas que manifiesten estos comportamientos metacognitivos, pero –en general- cualquier persona puede desarrollarlas a través de actividades de enseñanza que promuevan la autorregulación de los aprendizajes.

La Teoría de la Actividad explica que los conocimientos, considerados como representaciones de los objetos, formas, etc. del mundo material no pueden existir en la mente de la persona, estando desligados de alguna acción (Wertsch, 1981; Talizina, 1988; Beltrán & González, 1997). En otras palabras, que los conocimientos, incluyendo los relacionados con el aprender a enseñar ciencias, entran a formar parte de los saberes del futuro profesor, en cuanto éste *interaccione* con ellos. La *acción* sería la unidad básica de la actividad humana (Leontiev, 1989): leer un artículo del dossier; participar del trabajo en grupo o diseñar una actividad, son ejemplos de *acciones* de nuestros estudiantes. Algunas de ellas son más automáticas, más complejas o más implícitas que otras (Talizina, 1988; Beltrán & González, 1997): Puede ser que para el estudiante sea más difícil explicitar el proceso que tuvo en cuenta para emitir una opinión durante el trabajo en grupo, que para explicarnos cómo piensa hacer la actividad de exploración para sus alumnos.

En general, quienes han trabajado con la TA, recomiendan que el *control externo* sea substituido progresivamente por el *control interno*, es decir, que en términos de la regulación continua de los aprendizajes, la regulación pase de ser responsabilidad exclusiva del profesor, a estar en manos del propio alumno (Nunziati, 1990; Baird & Northfield, 1992; Jorba & Sanmartí, 1996; Sanmartí, 2000). De igual manera, se explica que controlar las operaciones es mucho más eficaz que controlar el producto final. En principio, no hay diferencias en la calidad de la acción si la regulación la realiza el profesor o el estudiante, sin embargo para llegar a ser metacognitivo, es muy importante que sea el mismo estudiante quien haga la regulación y parece que la coevaluación, la evaluación mutua y la autoevaluación favorecen ese proceso.

El curso de ‘Didáctica de las Ciencias’ es un curso de profesionalización. En este sentido, el futuro profesor debe entender que para ser un profesional, es muy importante que aprenda a tomar decisiones y que llegue a tomar posesión de ese control interno, ya que en última instancia, esto es lo que define su autonomía.

Las investigaciones sobre formación inicial y continuada de profesores de ciencias en todo el mundo, coinciden en afirmar la necesidad de estudiar en profundidad las relaciones entre la teoría y la práctica, entre el conocimiento disciplinar del profesor, la didáctica, sus creencias, sus concepciones y todos aquellos aspectos involucrados en su formación y en cómo todo esto se traslada a su práctica de enseñanza (Mellado, 1996; Gess-Newsome & Lederman, 1993; Southerland & Gess-Newsome, 1999; Zimmermann, 2000, entre otros).

Todo parece indicar, que el área más significativa para entender estas relaciones, es precisamente, la cognición del profesor (Finley et al, 1992), es decir, el conjunto de operaciones mentales que se relacionan con la actividad intelectual de enseñar (p.ej. *representarse / comprender* el conocimiento a enseñar; *anticipar* diferentes estrategias de enseñanza; *planificar* las estrategias...). El dominio de estas operaciones mentales es en términos psicológicos, la meta principal de la metacognición. Esta es una de las principales razones por las cuales, durante el ‘curso de Didáctica’ se buscó potenciar la metacognición del futuro profesor de ciencias.

Con el fin de favorecer la metacognición, nos planteamos una metodología determinada fundamentada en la Teoría de la Actividad, para que el estudiante aprendiera a orientar su acción, a anticiparse, a planificarla y a regularse.

Cuando les presentábamos a los estudiantes una actividad de enseñanza – aprendizaje durante el curso de didáctica de las ciencias, en primer lugar, intentábamos que se hicieran una **representación** del tipo de actividad que iban a realizar, del objetivo que tenía, así como de los conocimientos y/o procedimientos didácticos necesarios para llevarla a cabo. De ahí, que la idea que la profesora – formadora tenía sobre lo que esperaba de sus estudiantes, se la *comunicara* a ellos (*comunicación de objetivos*) para que a su vez, pudiesen guiarse en las fases de anticipación y planificación, ya que de la proximidad entre ambas *representaciones*, dependía gran parte del éxito del aprendizaje del estudiante.

También pedíamos a los estudiantes que **anticiparan** los resultados que podían obtener, o las posibles formas de realizar la actividad. La anticipación es una parte de los automatismos del experto, pero es difícil de realizar para el novato (Brown, 1987, 1989; Nisbet & Schucksmith, 1987). Un ejemplo de ello es cuando el estudiante empieza a hacer una actividad sin representarse adecuadamente la acción o sin haberse regulado sobre los objetivos a alcanzar. Esto era bastante común entre nuestros estudiantes, especialmente con las primeras actividades.

En consonancia con la anticipación, la actividad propuesta colocaba al estudiante en situación de **planificar**, es decir, de escoger un orden de realización, un plan de trabajo individual o con sus compañeros de grupo. Durante la planificación, se revelaba la consciencia de los procedimientos posibles para llegar al objetivo fijado; así como también podíamos saber si estaban al tanto de los efectos producidos por cada una de las estrategias escogidas. Planificar supone relacionar la representación del objetivo, los procedimientos o pasos que el estudiante seguiría al realizar una actividad del estilo propuesto y los datos esenciales de la tarea puntual, de manera que se trata de combinar tres elementos: el objetivo fijado, las estrategias y las condiciones internas de realización.

Estas tres primeras operaciones constituyen lo que en la TA se denomina **Orientación de la Acción** y de ellas depende el éxito o el fracaso en la realización de la actividad por parte del estudiante. Las dos últimas fases son: la **ejecución** propiamente dicha o realización de la actividad propuesta, y el **control**, que se representa como un elemento constitutivo de la acción y consiste en que el estudiante observa el desarrollo de las cuatro fases de la acción: va comparando el objetivo propuesto con la planificación, con lo que está haciendo y con los resultados que obtiene. Corresponde con lo que muchos psicólogos llaman el ‘monitoreo’ y que en esta investigación entendemos como **regulación**. Durante esta fase, la evaluación es muy importante porque aporta información sobre cómo va la actividad.

Resumiendo, en la Teoría de la Actividad, la parte orientadora de la acción se plasma en la parte ejecutora y ambas van acompañadas por la regulación donde se observa el proceso y se comparan los resultados con lo previsto en la planificación. Los estudiantes que en general no saben aprender, no tienen muy claros la razón ni el objetivo de realizar una tarea, tampoco se plantean los pasos a seguir para desarrollarla y dado que no han explicitado los criterios para evaluarla en cada etapa, difícilmente regulan el aprendizaje (Brown, 1987, 1989; Nisbet & Schucksmith, 1987). En el curso de didáctica de las ciencias, teníamos esto muy presente y por eso, intentamos que las actividades propuestas ayudaran a los estudiantes a aprender. En el cuadro # 5, se describen las relaciones entre los diferentes componentes de una acción, así como los comportamientos que nos dan indicios acerca de la capacidad metacognitiva de nuestros estudiantes:



Cuadro # 5. La Teoría de la Actividad, en la comprensión de cómo aprende el futuro profesor las nuevas relaciones entre las concepciones de ciencia, enseñanza, aprendizaje y evaluación desde una perspectiva constructivista.

Si tomamos como referente las capacidades metacognitivas descritas en el cuadro anterior, se justifica por qué en este estudio pensamos que una orientación adecuada de la acción del futuro profesor, requiere de un pensamiento estratégico (Pozo & Monereo, 1999).

A su vez, si se tienen presentes estas fases, es más fácil comprender por qué una persona que está aprendiendo a enseñar, necesita representarse de manera desplegada (*des-automatizada*) la acción mental que debe poner en juego para familiarizarse con un nuevo modelo de enseñanza.

Siguiendo a Nunziati (1990) y a Jorba & Sanmartí (1996), en este punto puede llegar a establecerse la relación existente entre la metacognición y la evaluación formadora, ya que esta última parte de dos hipótesis fundamentales:

- la apropiación por parte del alumnado de las herramientas de evaluación de los profesores y,
- el dominio por parte del aprendiz, de las operaciones de anticipación y planificación, son los dos objetivos pedagógicos prioritarios de la evaluación que intenta ser formadora, es decir de un tipo de regulación conducido por quien aprende (Nunziatti, 1990). Si nos trasladamos al terreno de la metacognición en la formación del profesorado, que se defiende en este estudio, estaríamos hablando de un estudiante consciente de qué y cómo aprende a enseñar ciencias y capaz de controlar (regular) por sí mismo ese proceso.

Para conseguir una autorregulación de orden metacognitivo es necesario enseñarle al futuro profesor los saberes metacognitivos necesarios (anticipación y planificación, que son operaciones muy poco desarrolladas en la mayoría de los alumnos), relacionados con lo que está aprendiendo, en nuestro caso, con la fundamentación teórica de un nuevo modelo de enseñanza de las ciencias. Al respecto, se procuraba que las actividades que se les presentaban y las preguntas que se les hacía a través de los diarios y las entrevistas, les sirvieran para anticipar y planificar, ya que se supone que si el futuro profesor hace esto, es porque puede representarse mentalmente las acciones que debe hacer para tener éxito en el diseño de la actividad o en la aplicación de conceptos y procedimientos relacionados con la enseñanza.

Insistíamos en ello porque se sabe que los expertos emplean más tiempo en pensar la acción (anticipar y planificar) que en ejecutarla, en cambio los novatos suelen sumergirse directamente en la parte ejecutora de la acción, actuando sin dirección, lo que hace que pocas veces tengan éxito (Schonfeld, 1987; Nisbet & Schucksmith, 1987). Siguiendo a Nisbet & Schucksmith (1987) y a Jorba & Sanmartí (1996), los alumnos que aprenden significativamente tienen un comportamiento similar al de los expertos, pero los profesores al ser expertos en una materia, suelen olvidar las dificultades que tienen los alumnos al aprender y es cuando los impulsan a ejecutar la acción sin haberlos ayudado a construirse una orientación eficaz de dirección de la acción. En otras palabras, muchas veces el profesor supone que los alumnos manejan su misma lógica o la de la disciplina y a pesar de no tener éxito en el aprendizaje, insiste en continuar enseñando de la misma forma, porque no reflexiona sobre las dificultades del aprendiz. De ahí la importancia que tiene en esta investigación, el objetivo de potenciar la reflexión metacognitiva en el profesor de ciencias durante su formación inicial, sumado a que él o ella serán modelos de autonomía intelectual para los alumnos que tengan a su

cargo. Nuestra propuesta de formación inicial se originó con esta idea e intenta cumplir con esa meta.

En consecuencia, volvemos sobre una de las ideas del grupo australiano: el desarrollo metacognitivo (la autorregulación) del profesor, debe preceder al de sus alumnos para que pueda guiarlos en ese proceso y para que continuamente reflexione sobre la efectividad de las estrategias que está empleando para que aprendan (Gunstone et al, 1993).

En este sentido, las estrategias didácticas de la evaluación formadora (la evaluación mutua; la coevaluación y la autoevaluación), son útiles para que el futuro profesor de ciencias oriente la acción, porque permiten llegar a una representación más adecuada del objetivo y en consecuencia mejoran la anticipación y la planificación. De ahí la importancia de diseñar situaciones didácticas que promuevan la reflexión de los estudiantes sobre lo que están aprendiendo, cómo lo están aprendiendo, qué dificultades encuentran en su aprendizaje, etc. o aquellas que propicien el contraste y la confrontación de opiniones y puntos de vista sobre la manera de anticipar la acción y planificar el trabajo.

2. El Futuro Profesor Aprende a Enseñar con un Curso de ‘Didáctica de las Ciencias’ que incorpore la Función Reguladora de la Evaluación.

Desde el punto de vista sobre *aprender a enseñar ciencias* que se defiende en esta investigación, pensamos que si el conocimiento didáctico es enseñado fuera de contexto, no es probable que sea aplicado en la práctica (De la Fuente, 1999). Con esto queremos decir, que durante el curso de didáctica se intentaba que los contenidos relacionados con el modo de ver la ciencia, con su enseñanza, con su aprendizaje y con su evaluación (vista esta última como el dispositivo pedagógico que las integra y regula), fueran llevados desde el contexto en el que fueron aprendidos (el curso de didáctica), a uno nuevo (la práctica de aula), de un modo reflexivo y crítico por parte del futuro profesor.

Esta propuesta implica que el curso de didáctica no se orientara hacia una asimilación del conocimiento (Kremer-Hayon & Tillema, 1999) sobre la enseñanza de las ciencias por parte de los estudiantes, sino hacia una construcción social de este conocimiento. Esta idea presupone la creación de ambientes de aprendizaje activos y *significativos* para ellos, en los que pudieran tomar el control sobre el aprendizaje del modelo de enseñanza que se les presentaba.

2.1. ¿Qué Características tienen las Actividades de Enseñanza – Aprendizaje – Evaluación?

Cuando los futuros profesores se enfrentan por primera vez a una nueva forma de enseñar ciencias, intentan traducirla al modelo que ya traen por su experiencia como alumnos y que generalmente, es tradicional (Aguirre et al, 1990; Briscoe, 1993; Cronin-Jones, 1991; Lederman et al, 1994; Fernández & Elórtégui, 1996; Rodríguez, 1998;

Hewson et al, 1999a; Lemberger et al, 1999; Southerland & Gess-Newsome, 1999; Zimmermann, 2000). Según parece, en los primeros momentos, el nuevo modelo *no les dice nada*, porque está cargado de una gran cantidad de nuevos significados que no tienen referente en aquel que ellos conocen. Nuestro reto estaba en presentar ese nuevo modelo, de manera que conectase con sus significados, pero que a su vez les ayudara a ver la naturaleza de las relaciones entre sus concepciones de ciencia, enseñanza, aprendizaje y evaluación y las de la nueva perspectiva y los preparara para aprender a enseñar ciencias.

Las actividades de enseñanza – aprendizaje – evaluación, que diseñamos para poner a los estudiantes en situación de llevar a cabo esta *modelización*, reunían las siguientes características:

- a) ***Cada actividad del curso era una oportunidad para aprender a enseñar ciencias:*** Como todas las propuestas de formación inicial, la nuestra también tiene el problema de la brevedad de su duración. Sin embargo, creemos que si esto le pasa a todas las propuestas de este estilo, el tiempo corto deja de ser un problema, para convertirse en una característica del contexto de la formación inicial y en ese sentido, lo que debíamos hacer era sacarle el mejor provecho a lo que teníamos, de manera que con cada actividad, el estudiante pudiera poner en marcha el uso de alguna estrategia metacognitiva (anticipar, planificar, regular...), a la vez que aprendía sobre el conocimiento didáctico. Por ejemplo, en la actividad sobre ‘los fósiles’ (ver el capítulo de resultados, sobre el análisis de algunas estrategias que promueven la metacognición), los estudiantes aprendieron que una misma actividad, puede tener diferentes objetivos didácticos, según el momento del ciclo de aprendizaje en que se aplique (esto es *conocimiento didáctico*), pero también aprendieron sobre la planificación (esto es *conocimiento metacognitivo*) porque debían planear una actividad para sus alumnos, usando como recurso un fósil.
- b) Los contenidos del curso estaban organizados por unidades didácticas que correspondían a secuencias de aprendizaje. ***Cada una de estas secuencias tenía una serie de actividades ajustadas a un ciclo de aprendizaje*** (ver apartado 2.4. del capítulo 1 y apartado 2.2 de este capítulo), que como ya lo explicamos en el primer capítulo, comprendía las siguientes fases: exploración, introducción de nuevos conocimientos, estructuración y aplicación. Las actividades de la fase de exploración, tienen por objetivo la explicitación de las ideas de los estudiantes y se inicia con la comunicación de los objetivos de aprendizaje; las de la fase de introducción han de servir para que ellos conozcan los nuevos puntos de vista que se proponen sobre la enseñanza, desde la didáctica de las ciencias; en la fase de estructuración, las actividades están orientadas a que el estudiante realice una síntesis y una elaboración personal de las nuevas ideas, contrastándolas con su propio punto de partida y finalmente, en la fase de aplicación, se realizan actividades que permitan llevar las nuevas ideas a situaciones distintas o a la práctica.

Como explicábamos en páginas anteriores, se intentaba que los estudiantes vieran el curso de didáctica como una experiencia educativa valiosa tanto en lo que respecta a su propia cognición, como desde un punto de vista pedagógico. Así entonces, en cada fase del ciclo, se utilizaban situaciones de aula, próximas a la realidad, no sólo para facilitar la transferencia de este conocimiento, sino la construcción de los significados que le

daban sentido a las nuevas relaciones que se les pedía a los estudiantes que establecieran, entre sus concepciones de ciencia, enseñanza, aprendizaje y evaluación. En la secuencia de aprendizaje sobre ‘Las Actividades de Aprendizaje’, se puede apreciar la relación entre el ciclo de aprendizaje, los objetivos y las actividades, de acuerdo con las fases de la Teoría de la Actividad. Esta teoría nos permitía entender cómo podían aprender a enseñar nuestros estudiantes.

- c) ***Averiguar lo que los estudiantes conocen sobre la enseñanza de las ciencias***, era siempre nuestra primera actividad a realizar, cuando comenzábamos las unidades didácticas más relevantes. Esta es una característica de los modelos de enseñanza de tendencia constructivista. Intentamos propiciar oportunidades para que los futuros profesores expliciten sus ideas y las puedan criticar, en el marco de los conocimientos producidos por la investigación en didáctica de las ciencias. Consideramos que en la formación inicial es de suma importancia para el futuro profesor y para el profesor-formador, conocer las ideas que el primero maneja y usar esa información para diseñar actividades que le permitan construir nuevos significados y/o reestructurarlos, de acuerdo con el modelo de enseñanza que se pretende que aprenda.
- d) La actividad está diseñada para que el estudiante ***aprenda a identificar elementos esenciales para el aprendizaje, que desde un modelo tradicional no son tenidos en cuenta***. Estos elementos esenciales son por ejemplo, las fases del ciclo de aprendizaje, la presencia de la evaluación a lo largo del ciclo o la exploración de las ideas alternativas de los alumnos para usarlas como punto de partida en la enseñanza. El reconocimiento de este tipo de elementos, asociado al papel que juega en el aprendizaje de los alumnos, le ayudaba al profesor a diferenciar el modelo de enseñanza que se le presentaba, de aquellos que él/ella ya conocía. Creemos que este proceso de diferenciación era el punto de apoyo sobre el cual el estudiante construía las nuevas relaciones entre ciencia, enseñanza, aprendizaje y evaluación.
- e) Muy en relación con la característica anterior, está la de que el desarrollo de la actividad implicaba que el estudiante ***usara el nuevo conocimiento didáctico que estaba aprendiendo sobre modelos de enseñanza y lo relacionara con otros contenidos*** como la imagen de ciencia y la evaluación. De este modo, el nuevo modelo empezaba a tener sentido y referentes propios dentro de los esquemas de pensamiento del estudiante.
- f) ***Con las actividades, se buscaba una reflexión metacognitiva***: El gran problema de nuestra propuesta, era el de conseguir que los estudiantes pasaran de utilizar los nuevos conocimientos didácticos, sólo por sugerencia o enseñanza de su profesora – formadora / tutora, a utilizarlos de manera espontánea y con autonomía frente a una situación de enseñanza, representándose las condiciones de su acción y el objetivo; eligiendo entre un repertorio de estrategias a seguir, planificando su actuación y controlando constantemente sus resultados y los que esperaban. También teníamos que ayudarles a asumir la responsabilidad de su propio aprendizaje (Gunstone et al, 1993; Jorba & Sanmartí, 1996; White, 1999; Sanmartí, 2000; Gunstone, 2000a), pasando progresivamente la regulación de manos de la profesora – formadora, a la autorregulación, apoyada por el grupo de trabajo, tanto durante las clases en la universidad, como durante las prácticas en el instituto. La clave de la resolución de este problema, estaba en la reflexión de orden metacognitivo (Perrenoud, 1991;

Burón, 1997). Se pedía a los estudiantes que reflexionaran sobre alguno de los aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación, en vez de imitar o repetir el buen-hacer de sus profesoras. Pero esto requería enseñarles a discutir y a analizar con ellas:

- Los objetivos de la actividad de enseñanza, tanto los relacionados con su propia formación, como los de aprendizaje para los alumnos,
- Los conocimientos necesarios para llevar a cabo el tipo de actividad que se les pedía (*representación*);
- Los medios para alcanzar esos objetivos y la estrategia más oportuna (todo lo que incluye la *planificación*);
- Los resultados que se podían obtener (*anticipación*) y,
- La calidad de la actividad diseñada en función de lo que los alumnos han aprendido y de los aspectos sobre los que hay que incidir para mejorarla (*regulación/control/monitoreo*).

Pero esto no significa que hayamos solucionado el problema de una propuesta como la nuestra: no podemos suponer ni menos asumir, que durante la formación inicial, el estudiante adquiera de una vez por todas, las capacidades metacognitivas necesarias para aprender a enseñar ciencias. Consideramos que la posesión de estas capacidades es un objetivo a largo plazo, que abarca la vida profesional del profesor de ciencias. Lo que sí se puede hacer durante la formación inicial, es *potenciarlas*, a través de las estrategias de la evaluación formadora (evaluación mutua, coevaluación y autoevaluación) que implican a la interacción social, y de la evaluación, vista como un dispositivo de regulación de los aprendizajes.

- g) ***Se intentaba comunicar a los estudiantes el objetivo que se buscaba con cada una de las actividades:*** De este modo, el estudiante se hacía una primera representación de lo que se esperaba de él/ella y de la finalidad de llevar a cabo la actividad. Por lo general, la profesora – formadora les comentaba a los estudiantes de qué se trataba, pero sabíamos que este comentario pocas veces era suficiente para que ellos se hicieran una buena representación de los objetivos, de manera que se llevaron a cabo algunas actividades de *comunicación de objetivos* (para la realización de la memoria de fin de curso; sobre los modelos de enseñanza de las ciencias,...). Esta primera representación iba cambiando a medida que el estudiante avanzaba sobre la actividad y a lo largo del curso, cuando se hacía alusión a ello. Los autores franceses (Paquay et al, 1990; Nunziati, 1990; Allal, 1991), dicen que gran parte del éxito en el aprendizaje del estudiante, radica en la proximidad de sus objetivos a los del profesor. De ahí que en esta propuesta, fuese tan importante lo que al respecto, Nunziati (1990) llama ‘trabajar en la transparencia’. También lo era tener presente que la regulación (ya sea externa por parte de los compañeros, por la profesora – formadora o por el instrumento que mediatiza la actividad), no puede faltar, porque va ligada a la generación de una postura metacognitiva por parte del futuro profesor (autorregulación) (Hagen & Weinstein, 1995; Sanmartí, 2001).
- h) A su vez, ***el lenguaje que se usaba para redactar los enunciados de la actividad, tenía que facilitar al estudiante el reconocimiento de las demandas que se le hacían:*** Además de que la actividad estuviese contextualizada en situaciones próximas al futuro profesor y/o a aquellas que seguramente enfrentará en su vida profesional, era necesario presentarlas en un lenguaje oral y escrito, con la precisión

suficiente para que los estudiantes supiesen *qué* se les estaba pidiendo hacer. En varias oportunidades, después de que la profesora – formadora explicaba la actividad, los estudiantes se reunían en grupo y el primer comentario que surgía, tal y como quedó registrado en las grabaciones en vídeo era: ‘*¿Qué es lo que tenemos que hacer?*’. La redacción de la actividad parecía adecuada para solucionar este problema. En este caso, las carencias explicativas que pudiera tener el discurso de la profesora, se podían suplir a través de la presentación escrita de la actividad y de la interacción que tenía lugar en la coevaluación y en la evaluación mutua.

- i) Con respecto al lenguaje y a la comunicación entre profesora – formadora y estudiante, la actividad se comentaba y se redactaba de modo que las ideas allí expuestas, persuadieran al estudiante de que ***el nuevo modelo de enseñanza que se le presentaba era convincente***. De este modo, había un esfuerzo por llevar a la práctica el poder de la argumentación (Sanmartí, 1996; Mauri & Sanmartí, 1998; Izquierdo & Sanmartí, 1998; Márquez, et al, 2001; Tamayo & Sanmartí, 2001).
- j) La actividad debía en lo posible, ***propiciar oportunidades para la modelización***. Por un lado, era muy importante que la actividad permitiera al estudiante, la apropiación significativa del modelo didáctico presentado y por otro, que le ayudara a explicitar su representación del modelo de enseñanza de las ciencias que conocía y la contrastación de sus formas de pensar y actuar. Las actividades estaban diseñadas de manera que el futuro profesor expresara sus puntos de vista sobre la enseñanza y no, respuestas que podían ser la evocación de los contenidos que se habían abordado durante la clase. Así, podía contrastarlos con los de sus compañeros y con los que la profesora – formadora le presentaba, darse cuenta de las diferencias y tener una base para elaborar las nuevas relaciones entre los significados que hacen parte del nuevo modelo de enseñanza.
- k) Por otra parte, ***la actividad tenía que aportar elementos para la reflexión, desde el conocimiento específico en ciencias y desde el conocimiento didáctico***. Esta característica es muy importante, porque tiene que ver directamente con el aprender a transponer el conocimiento científico y con el papel de la ciencia en la escuela (Izquierdo et al, 1999). Esta reflexión implicaba las finalidades de enseñar ciencias en la secundaria, la formulación de los objetivos, el papel de los currículos CTS, la toma de consciencia sobre el dominio de ciertos conocimientos científicos e incluso, sobre cómo ha cambiado la imagen de la ciencia. La actividad de ‘los fósiles’ (Angulo & García, 2001a,b), que se explica en los resultados es un buen ejemplo de una actividad en la que el grupo de estudiantes pasa alternadamente de hablar sobre el conocimiento científico a hablar sobre didáctica de las ciencias y pone en juego los aspectos que acabamos de mencionar.
- l) ***Las estrategias de evaluación formadora favorecían la metacognición***: La evaluación mutua, la coevaluación y la autoevaluación, se convirtieron en los modos fundamentales de gestionar las actividades para que los estudiantes aprendieran a hacer una reflexión metacognitiva. La metodología del curso tenía una fundamentación teórica que como ya hemos explicado, procede de las ideas de Vygotski y sus seguidores: planificamos las clases teniendo en cuenta el papel mediatizador del lenguaje, a través de la interacción social y del diseño mismo de la actividad. Nuestra intención era la de *favorecer o potenciar* la metacognición a través de la interacción social, pero no más allá, porque sabíamos que a pesar de que

ésta interacción tuviera lugar, esto no nos garantizaba que los estudiantes aprendieran, pues muchos de ellos no llegan a *internalizar* los significados que se van construyendo.

De acuerdo con G. Emery (1996), ciertas situaciones de diálogo, aportan un gran potencial para la reflexión del profesor sobre su aprendizaje, particularmente cuando habla de situaciones de enseñanza en las que está comprometido. Dice que este diálogo (que preferimos llamar *interacción social*), tiene varias ventajas como las siguientes:

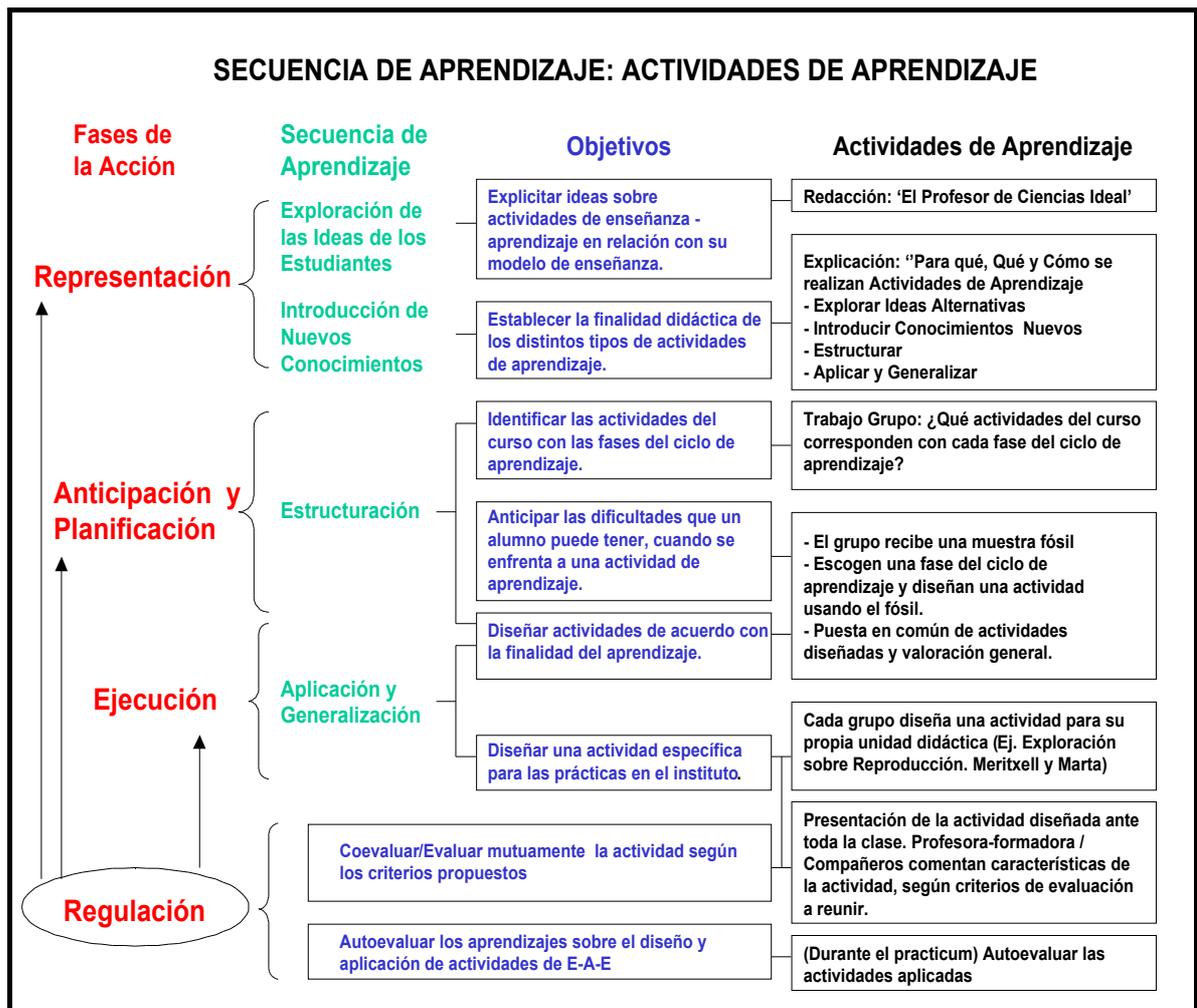
- Puede promover la exploración por parte del profesor, de su propio conocimiento sobre la enseñanza y de la confianza en sí mismo,
- Los profesores que no tienen tiempo (o no les gusta) escribir diarios, prefieren hablar con sus colegas,
- La crítica entre un grupo de pares (compañeros), puede ser mucho más eficaz para provocar la reflexión, que aquella donde interviene el profesor universitario, pero ambas son ventajosas.

La *interacción social* fue fundamental en esta propuesta de formación y sobre ella se hablará con más detalle en el siguiente apartado. Por ahora, continuaremos con la descripción de una secuencia de aprendizaje, relacionada con las actividades de enseñanza – aprendizaje – evaluación, presentadas a los estudiantes.

2.2. Ejemplo de una Secuencia y del Ciclo de Aprendizaje sobre ‘Actividades de Aprendizaje’

Siguiendo las ideas de Coll (1986), cuando se ha decidido sobre qué enseñar (en este caso de didáctica de las ciencias a los futuros profesores), sigue de inmediato la decisión sobre cuando y en qué orden. Este conjunto de decisiones se concreta en una *secuencia de aprendizaje*.

En el cuadro # 6, aparece la estructura de la secuencia de aprendizaje de la unidad didáctica relacionada con ‘las actividades de aprendizaje’. Hemos escogido esta unidad didáctica de las ocho que se desarrollaron durante el curso (ver anexo # 1), porque tiene que ver con la mayor parte de los contenidos didácticos abordados durante el curso (Los Modelos de Enseñanza de las Ciencias; La evaluación: Una pieza clave del dispositivo pedagógico; La Evaluación Inicial y las Concepciones Alternativas; Los Contenidos y Las Actividades e Instrumentos de Aprendizaje), lo cual nos permite presentar en un panorama general, qué queríamos que aprendieran los estudiantes y de qué modo.



Cuadro # 6. La Secuencia de Aprendizaje sobre 'Actividades de Aprendizaje', sintetiza algunos de los principales contenidos del curso de 'Didáctica de las Ciencias'

En la anterior secuencia de aprendizaje, se puede observar que a los futuros profesores se les pidió que analizaran respuestas de los alumnos, que diseñaran actividades para ellos, que hicieran una evaluación mutua de dichas actividades, etc., pero siempre se tenía cuidado de explicarles qué se esperaba de ellos al realizar su tarea. De este modo, la comunicación de objetivos y la negociación de los criterios de evaluación era constante.

Se ha dicho muchas veces que en el proceso de aprendizaje, es más importante el proceso que el producto. Creemos que aprender a enseñar ciencias requiere darle la misma importancia a las dos cosas. En nuestra propuesta, el producto corresponde a la elaboración y aplicación de actividades que permitan al futuro profesor, presentar un nuevo conocimiento a sus alumnos teniendo como referente: las ideas que ellos tienen, saber qué están entendiendo y cómo va su aprendizaje. El proceso implica el desarrollo de las capacidades de representación, anticipación, planificación y regulación, que el futuro profesor debe poner en juego para elaborar una actividad eficaz para el aprendizaje de sus alumnos y que a él/ella le sirva para tomar las decisiones más adecuadas dentro del marco del modelo que estaba aprendiendo.

Como sugieren varios investigadores que trabajan con la metacognición o con la regulación de los aprendizajes (Nisbet & Schucksmith, 1987; De la Fuente, 1999), el problema no es tanto hacer nuevos programas basados en las habilidades intelectuales o en la resolución de problemas para aplicar las estrategias metacognitivas. Consideramos que vincular la metacognición a la formación inicial de nuestros estudiantes, supone introducir nuevos enfoques didácticos, nuevos puntos de vista desde los cuales ver la formación del profesorado. Uno de estos enfoques, que es el que suscribimos en este estudio, consiste en incorporar a lo largo del curso de ‘Didáctica de las Ciencias’, la enseñanza de estrategias (Monereo, 1999) para aprender a enseñar, a través de las actividades de enseñanza – aprendizaje – evaluación, que actúan de acuerdo con el ciclo de aprendizaje, tal y como se muestra en esta secuencia de aprendizaje, para que el estudiante entre en un proceso de modelización.

Algunos autores y muchos profesores han llegado a afirmar (seguramente desde una visión de la enseñanza por descubrimiento), que lo ideal es enseñar a adquirir conocimientos, más que a aprenderlos, porque en el mundo de hoy, éstos terminan siendo anticuados muy rápidamente. Consideramos que en la formación inicial del profesorado de ciencias, este argumento tiene poco peso. Aprender a Enseñar Ciencias, implica el dominio de unos conocimientos fundamentales sobre la didáctica específica, que al igual que ocurre con muchos otros conocimientos disciplinares, pueden ser difíciles de transferir a la práctica, tal y como lo veremos en los casos de Alicia y Meritxell. Sin embargo, el caso de Marta nos muestra que estimulando la toma de consciencia sobre lo que el futuro profesor sabe y está aprendiendo, sobre las demandas que se le hacen en torno a una actividad de enseñanza y sobre las diferencias entre realizarla de un modo u otro, es posible que el conocimiento didáctico pueda ser aprendido y la autorregulación le ayude al futuro profesor a modificar ese conocimiento a lo largo de su vida profesional.

Como toda propuesta de formación inicial, la nuestra tampoco escapa a problemas y limitaciones. Hasta los profesores – formadores y los tutores más convencidos de las bondades de la reflexión metacognitiva, se ven obligados por la presión del tiempo y la cantidad de contenidos a abarcar, a no realizar actividades que pueden ser muy importantes para potenciar la autorregulación del estudiante. Muchos otros pueden carecer de la disponibilidad para implicar al estudiante en una coevaluación o en una autoevaluación en el momento oportuno. De hecho en la secuencia de aprendizaje que presentamos, hay actividades de evaluación mutua y de coevaluación que se quedaron ‘a medias’, porque la sesión de clase no daba tiempo para terminarlas. Este es un problema serio al que tenemos que buscarle una solución.

También vale la pena aclarar, que no estamos ofreciendo una receta para formar profesores de ciencias. El profesor – formador que este interesado en una propuesta como la nuestra, tendrá que examinarla y diseñar sus propias actividades de acuerdo con las finalidades que busca, con las condiciones de su curso de didáctica, de sus estudiantes, de los tutores que colaboren con él/ella, del programa de formación, etc.

3. El Futuro Profesor Aprende a Enseñar Ciencias, si el Curso favorece la Interacción Social

En esta investigación, aprender a enseñar ciencias implica actividades en las que el futuro profesor comparte con un colectivo, las concepciones, ideas, creencias, dudas... que se plantea respecto a la ciencia, la enseñanza, el aprendizaje (Gunstone et al, 1993) y la evaluación. Con base en los puntos de vista de Vygotski, pensamos que al compartir sus ideas, el futuro profesor *cuestiona y le da sentido*, tanto al conocimiento sobre la enseñanza que trae por su propia experiencia como alumno, así como también al conocimiento implicado en esa nueva manera de enseñar ciencias, que se le propone.

A nuestro modo de ver, esta toma de sentido no es otra cosa que la *internalización* de la carga de significados que lleva el lenguaje (Werstch, 1981). De acuerdo con Vygotski y sus seguidores, pensamos que contextos como el de la enseñanza, constituyen las formas más sistematizadas de desarrollo del pensamiento superior (Leontiev, 1989), porque afectan directamente este proceso de *internalización*. En nuestra investigación, dicho proceso corresponde con aprender los significados de la ciencia, la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación, vistos desde una orientación socio - constructivista. Aunque en los contextos de enseñanza a los que se refería Vygotski en sus obras, tienen que ver con una relación uno – a – uno, entre un niño y un adulto (Forman & Cazden, 1995), la investigación producida con base en sus ideas ha ido ampliando este criterio y ahora, la importancia de la organización social del aula [las conversaciones entre compañeros (*peer interaction*)], como un punto de apoyo para el aprendizaje del alumno, es una idea ampliamente difundida entre los profesores, a todo nivel.

Forman & Cazden (1995) plantean que al menos en Estados Unidos, la interacción social entre compañeros, se ha valorado en cuanto contribuye con el desarrollo del comportamiento y la personalidad, pero no se ha reconocido lo suficiente por su valor para el desarrollo de la cognición y el aprendizaje. En este estudio, rescatamos este valor, a través de la evaluación mutua y la coevaluación.

3.1. La Evaluación Mutua: El Grupo de Trabajo Colaborativo

Autores como Forman & Cazden (1995); Tobin (1997), coinciden en afirmar que aunque ya se reconoce entre los profesores de todas las áreas, el valor de la interacción entre los alumnos, lo cierto es que todavía hay quienes prefieren mantenerse al margen de usarla en sus clases, tal vez porque todavía se encuentran bajo perspectivas tradicionales sobre la organización del aula. En otros casos -dicen estos autores-, que las tareas en grupo se limitan a llenar libros de trabajo, a analizar un texto, etc., pero sin ayudarles a los alumnos a entender lo que significa *colaborar*.

Trabajar en grupo requiere un esfuerzo mutuo, en el que los compañeros trabajan juntos para producir algo que no habrían podido hacer solos (Forman & Cazden, 1995). Muchas investigaciones sobre resolución de problemas, como por ejemplo Good et al, 1992; Artzt & Armour-Thomas, 1998; García, J., 1998, reafirman que hay una asociación entre niveles altos de coordinación social y el uso/desarrollo de estrategias de pensamiento de orden metacognitivo.

Una de las bondades mejor conocidas de la interacción social, es la de contribuir a la aparición del *conflicto cognitivo* (Perret-Clermont, 1980). La idea de esta autora, procede de los planteamientos de la teoría piagetiana, concernientes con el papel que juegan los factores sociales en el desarrollo. Gran parte de la investigación sobre el tópico de la interacción social, se ha basado en las ideas de Piaget, porque este autor, le da más importancia a la interacción entre los niños, que a la interacción entre adulto y niño, lo cual resulta muy atractivo en la enseñanza.

Para entender las limitaciones y las fortalezas de la interacción social, desde esta perspectiva, veamos cual era la propuesta: Piaget (1970) identificó cuatro factores que él creía necesarios para una teoría del desarrollo cognitivo: maduración, experiencia con el ambiente físico, experiencias sociales y equilibración o autorregulación. De los cuatro, el más importante es la equilibración. La interacción entre compañeros y las experiencias sociales en general, derivan su importancia de la influencia que ejercen sobre la equilibración a través de la introducción del conflicto cognitivo. Para él, no es importante describir o explicar el proceso de interacción social como un todo.

La teoría de Piaget es muy útil para explicar aquellas situaciones en las que el conflicto se pone en evidencia abiertamente, a través de comportamientos sociales externos, como por ejemplo, en la argumentación. Sin embargo, en las situaciones en las que el conflicto no es tan aparente y donde la guía y el apoyo son evidentes, su teoría aporta pocas pistas sobre el papel que los factores sociales juegan en el desarrollo (Forman & Cazden, 1995).

Sin embargo, la obra de Vygotski sobre la interacción adulto-niño, ofrece ideas sobre el valor intelectual de la interacción social. Una de las más importantes, es que los niños pueden resolver problemas, con la ayuda de un adulto o de un compañero más capaz. Esta observación aparentemente obvia, sirvió para dar origen a varias conclusiones muy originales. Por ejemplo, que la zona de desarrollo próximo (Vygotski, 1978), se podría usar para identificar aquellas habilidades más favorables para ser desarrolladas durante la enseñanza. Otra, que el aprendizaje consiste de la internalización de los procesos de interacción social, porque se pasa de una regulación interpsicológica (entre dos o más personas) a una regulación intrapsicológica (ó autorregulación).

Pero ya desde la década de los ochenta, aparecen investigaciones en las que se afirma que estas regulaciones pueden tener lugar en contextos colaborativos, en los que ningún compañero de grupo puede ser considerado como ‘más capaz’, sino que todos ellos asumen roles sociales independientes, pero complementarios entre sí (Lacasa et al, 1995; Goby & Appleby, 1995; Gómez Alemany, 1998).

La perspectiva Vygotskiana nos permite observar que las tareas colaborativas que requieren generar datos, planificar y regular, aportan experiencias valiosas para los estudiantes (Forman & Cazden, 1995; McNergney et al, 1994), porque al realizarlas, van construyendo un conjunto de puntos de vista, de concepciones y de procedimientos que son esenciales para aprender a enseñar ciencias. De acuerdo con las ideas de Vygotski, pensamos que el estudiante usa la conversación para guiar las acciones de su(s) compañero(s) y a su vez, para ser guiado por la conversación de ellos. Exponerlos a esta forma de regulación social, les ayuda a dominar las posibles situaciones de enseñanza que enfrentarán, mucho mejor de lo que lo podrían hacer estando solos y además les ayuda a construir las herramientas intelectuales que necesitan para tomar

decisiones sobre la enseñanza, herramientas relacionadas con la selección –informada desde un modelo didáctico- de las estrategias que serían más efectivas para el aprendizaje de los alumnos.

En síntesis, cuando el estudiante es capaz de aplicar esta comprensión social a sí mismo, también es capaz de resolver de manera autónoma, aquellos problemas de la enseñanza o tomar las decisiones más oportunas, que antes no hubiera podido resolver o tomar, sin ayuda.

Esto justifica nuestro interés por organizar a los estudiantes del curso de didáctica de las ciencias, en pequeños grupos de trabajo y muchos de ellos en parejas para realizar las prácticas en los institutos. Como resultado, esperamos que él/ella llegue a manejar un discurso (una forma de hablar y entender la enseñanza de las ciencias), en la pequeña comunidad que constituye el grupo de trabajo del que hace parte; un discurso que con el tiempo, fuese cada vez más cercano al del modelo didáctico que deseábamos que aprendiera.

En este sentido, también era necesario que los estudiantes adaptaran tanto las ideas y concepciones que *verbalizan*, como su *actuación* durante las prácticas, dentro de un contexto en el cual otros que saben cómo enseñar ciencias con ese nuevo modelo (profesora – formadora y profesora – tutora) los acompañen y se comprometan a través de actividades en las que ellos *cooperen* (co-operen. Tobin, 1997).

Siguiendo a Tobin (1997) y a Jorba (1998), esta cooperación implica la presencia de un lenguaje compartido, que puede ser usado por todos los participantes, para comunicarse con otros de modo que tenga lugar el *aprendizaje significativo*. Pero tengamos en cuenta que estamos refiriéndonos a que dicho lenguaje, se concreta en puntos de vista sobre las relaciones entre la ciencia, su aprendizaje, su enseñanza y su evaluación, que adquieren uno u otro sentido, dependiendo del modelo desde el cual se esté hablando. Por esta razón, consideramos que la coparticipación, es un elemento fundamental de la interacción social porque ayuda a construir y a diferenciar esos significados.

Estamos de acuerdo con estos autores, en que para que dicha construcción tenga lugar, el lenguaje tiene que ser negociado. En un primer intento, la profesora – formadora presenta a los estudiantes un conjunto de visiones sobre la enseñanza de las ciencias, desde las cuales, enseñar, aprender, evaluar tienen cierto significado de acuerdo con el tipo de relaciones que establezcan entre sí y con la ciencia. La afortunada heterogeneidad de puntos de vista entre los estudiantes, hace posible que al menos, algunos de ellos, no solamente se identifiquen con una de esas visiones (la tradicional), sino que empiecen a establecer diferencias entre ésta visión y la nueva (la social – constructivista). Consideramos que en ese momento se crea una necesidad implícita entre profesora – formadora y estudiantes, y entre los mismos estudiantes, de negociar lo que se está entendiendo por ciencia, enseñanza, aprendizaje y evaluación.

En un contexto en el cual está ocurriendo la coparticipación, los estudiantes deben tener la autonomía para preguntar cuando no entiendan y el foco debería estar siempre sobre lo que los estudiantes saben sobre la enseñanza de las ciencias y cómo pueden *re – presentarse* eso que saben.

Una forma de pensar los roles de estudiantes y profesor – formador, en un ambiente de colaboración, es que tengan la oportunidad de practicar y observar la práctica de otros, de modo que se facilite el aprendizaje, por eso, la relación con la tutora y con el compañero/a de practicum es un elemento fundamental de este contexto de aprendizaje.

Lo ideal es que el estudiante sepa qué se espera que aprenda y que ese conocimiento sobre la enseñanza que está siendo aprendido, coincida con el que es aceptado por la comunidad de didactas de la ciencia. Por eso es tan importante, la comunicación de objetivos. Pero también dentro de esa comunidad de conocimiento que va evolucionando, cada miembro debe tener la oportunidad de saber qué y cómo está aprendiendo y cómo se puede representar lo que sabe. De ahí que se haya tomado tanto cuidado a lo largo de estos años de trabajo, en el diseño de actividades que favorezcan la reflexión metacognitiva.

El papel de la profesora – formadora es crucial. Es una mediadora. No solamente se centra en lo que los estudiantes saben y en cómo pueden representarse lo que saben, sino en la identificación y diseño de actividades que permiten continuar el camino de la evolución de la comunidad a la que pertenece el estudiante, hacia el logro de las metas comunicadas y compartidas (Tobin, 1997).

Si la forma de facilitar el aprendizaje de los futuros profesores, es a través de la colaboración, tiene sentido organizarlos de modo que puedan interactuar con otros y usar el lenguaje construido y compartido. Good et al, (1992), identificaron muchas dificultades con los pequeños grupos de trabajo, que pueden surgir cuando no se han creado o no se mantienen las condiciones para el aprendizaje colaborativo. Entre ellas, está el hecho de que cuando los miembros del grupo no comparten responsabilidades, el trabajo se centra en uno de ellos, por eso muchos estudiantes responsables, prefieren trabajar solos.

El aprendizaje en grupo comprende formas bastante diferentes de actividades y todas ellas tienen en común asumir que el aprendizaje requiere discusión entre los miembros del grupo, antes de completar la tarea. Linn & Burbules (1993), distinguen tres tipos de aprendizaje en grupo:

- ***Aprendizaje Cooperativo***, donde una tarea es dividida en partes y cada miembro del grupo se responsabiliza de una de ellas. Luego se juntan todas las partes de acuerdo con un orden establecido por el grupo o por las demandas de la tarea. Es la forma de trabajo en grupo que más conocen los estudiantes y tiene la dificultad de que cuando no hay acuerdo y responsabilidad entre los estudiantes, uno de ellos es quien termina haciendo solo todo el trabajo.
- ***Aprendizaje Colaborativo***, donde dos o más estudiantes trabajan juntos para llegar a un acuerdo o solución consensuada frente a un problema. Es la forma de trabajo que hemos privilegiado en el curso de Didáctica de las Ciencias. Para ello, hemos creado a través de las actividades, las condiciones para que todos los estudiantes hagan parte de la búsqueda del consenso. (Al respecto, presentamos en la primera parte del análisis de los resultados, una de las sesiones de trabajo en la que los estudiantes debían diseñar una actividad para enseñar el tema de ‘los fósiles’).

- **Aprendizaje Tutorado**, donde un estudiante le enseña a otro. Este tipo de organización no la hemos utilizado en nuestro estudio. No obstante, en muchas oportunidades y de forma espontánea, se presentaron momentos en los cuales uno de los estudiantes le explicaba a otro(s) algún aspecto específico de la tarea, especialmente cuando se trataba de temas de conocimiento específico de alguna disciplina (p.ej. geología), que no era de la especialidad de uno o más miembros del grupo. (Al respecto, en la actividad sobre ‘los fósiles’, podemos ver el caso de Oriol).

Linn & Burbules (1993) indican que en cualquier actividad de trabajo en grupo, se puede presentar una combinación de uno o más de estos tipos.

A nuestro modo de ver, el grupo de trabajo colaborativo, es el que coincide con los modos de gestión del aula que caracterizan a la evaluación mutua, tal y como lo entendemos en este estudio.

Noddings (1989), examinó algunos de los factores asociados al aprendizaje en pequeños grupos y concluyó que entre los aspectos a ser considerados prioritarios para implementar actividades de grupo, están los propósitos del grupo, la pertenencia de sus integrantes, los papeles de profesor y estudiantes, la naturaleza de las actividades en las cuales los estudiantes se comprometen y la manera en la que los resultados del grupo pueden ser evaluados. Algunos de estos aspectos fueron tomados en cuenta durante el diseño del curso de didáctica y por esa razón, durante el primer día de clase, se hizo una actividad que tenía como objetivos conocerse, formar los grupos de trabajo y comunicar los objetivos del aprendizaje en *grupos de trabajo colaborativos* (Ver ‘Análisis de Algunas Estrategias que potencian la Metacognición’).

3.2. La Coevaluación: El Papel de las Profesoras Formadora y Tutora

En términos de lo que significa la coevaluación en esta investigación, el papel de las profesoras formadora y tutora, es básicamente el mismo. Lo que las diferencia, es el contexto desde el cual lo ejercen. La primera, coevalúa durante las clases del curso de didáctica de las ciencias, mientras que la segunda, lo hace durante las prácticas. Lo que hace que su papel sea parecido, es que asumimos que lo ejercen desde un modelo de enseñanza de las ciencias de tendencia constructivista que ambas comparten, y teniendo como referente unos objetivos y unos criterios de evaluación sobre la formación de estos estudiantes, que han sido negociados entre ellas previamente.

Esto significa que el análisis de los papeles que juegan estas profesoras en la formación inicial de nuestros profesores de ciencias, nos lleva a caracterizarlos de una forma muy parecida, de modo que en este apartado, no haremos demasiadas distinciones entre ellas. Por otra parte, la revisión bibliográfica al respecto, nos habla profusamente de los profesores tutores, pero son muy pocas las referencias a los profesores formadores (Wideen, Mayer-Smith & Moon, 1998). Sin duda es un desarrollo lógico de la investigación sobre la formación del profesorado, de ahí que hagamos muchas referencias al papel del tutor, más que al del formador. No obstante, valdría la pena investigar más sobre el papel del profesor – formador (Wideen, Mayer-Smith & Moon, 1998; Hewson et al, 1999b).

Durante la coevaluación, lo que estas profesoras hacen al interactuar con sus estudiantes, es entre muchas otras cosas, ayudarles a *etiquetar* el conocimiento didáctico (Levina, 1981). Pero esto no significa solamente ni necesariamente, ponerle un nombre a las cosas. Desde la perspectiva de Vygotski, una persona le habla a otra, que ‘sabe menos’. Según Levina, él creía que el sólo acto de ‘etiquetar’, surgía de la necesidad de darle a nuestras propias acciones, una forma especializada que sea comprensible a los demás. En efecto (y siguiendo a Vygotski), al hablar, la profesora – formadora y/o la tutora, se hacen una representación del conocimiento didáctico que en primer lugar le da forma a las ideas que ellas quieren comunicarle al estudiante sobre la enseñanza de las ciencias y en segundo lugar, es una representación que intenta ser accesible al futuro profesor. En este orden de ideas, la enseñanza de estas profesoras, podría verse como un paso intermedio entre que el estudiante reciba directamente la idea de ellas y que la dirija productivamente hacia su propio aprendizaje, vía verbalización interna (Forman & Cazden, 1995).

Pero además de la esencial importancia que juega el lenguaje como mediador en la construcción del conocimiento, desde que comenzamos esta investigación nos hemos venido dando cuenta que la relación entre ser consciente del propio modelo de enseñanza y aprender a enseñar ciencias con un nuevo modelo, no es tan sencilla como parece, a pesar de que los mismos conocimientos didácticos sean dichos (*hablados*) de formas diferentes y en distintos momentos.

Esto nos llevó a pensar que se necesita de contextos de aprendizaje más poderosos, en los cuales haya modelos posibles a imitar por los futuros profesores, pero no entendidos como modelos de repetir acríticamente el buen hacer del profesor experimentado, sino más bien, entendidos como modelos de saber – hacer. A su vez, estos modelos de pensamiento sobre la enseñanza deberían ser compartidos por la profesora formadora y por la tutora, para que el estudiante vea una unidad entre la teoría y la práctica y le sea más sencillo contrastarlos con el que maneja. En este sentido, el papel de la profesora – tutora consiste en crear ambientes de aprendizaje efectivos, para el futuro profesor (Hardy & Kirkwood, 1994).

Compartimos con Furlong et al, 1988, la idea de que las profesoras formadora y tutora, deben ser capaces de retar a sus estudiantes a reexaminar sus prácticas de enseñanza, mientras que al mismo tiempo, le apoyan teóricamente y le animan a reflexionar.

Pero es necesario aclarar que la adopción de este rol, por parte de las profesoras tutoras no es fácil. Hemos encontrado que una de las mayores dificultades que enfrentan, es aprender a colocarse en el punto de vista de sus estudiantes en prácticas, para entender cómo ven ellos la compleja tarea de enseñar ciencias. Muchos de los tutores dan por hecho que los estudiantes ya saben lo que tienen que hacer porque se lo han explicado en el curso de didáctica, de manera que los *dejan – hacer* solos, sin acompañarlos en sus reflexiones o sin siquiera incitarlos a ellas. Por el contrario, los profesores-tutores que han desarrollado esta capacidad, entran en una *relación dialógica* (Copello, 2001; Hugo, 2000) con sus estudiantes, que ayuda a estos últimos a comprender y utilizar los nuevos conocimientos sobre la enseñanza de las ciencias.

Una rápida revisión de la historia de nuestra investigación, nos dice que tampoco ha sido fácil lograr que los profesores – tutores compartan los objetivos de formación y los criterios de evaluación para los futuros profesores, a pesar de que cada año se mantienen

con ellos reuniones periódicas que buscan esta finalidad. Estamos absolutamente de acuerdo con Hewson y sus colaboradores (1999b), de que no se trata de culpar a los profesores – tutores de esta situación. Todo lo contrario. Tenemos mucho que agradecerles por su dedicación y reconocemos el gran esfuerzo que deben hacer para sacar tiempo de su apretada agenda de actividades escolares y atender a sus estudiantes de prácticas.

Pero lo que sí debemos reconocer, es que hay muchas dificultades para mantener una reflexión continua en el instituto, ya sea por los horarios, por las innumerables actividades que hay que cumplir o por las tensiones del propio estudiante, al sentirse constantemente evaluado. McLaughlin (1994) argumenta que los profesores tutores deberían reunir ciertas cualidades personales y profesionales que les permitan llevar a cabo una reflexión efectiva con sus estudiantes en prácticas, y a esto Jones (1995), añade que hay necesidad de formar a los profesores tutores para que puedan ejercer adecuadamente su rol. En un interesante estudio sobre formación de profesores tutores, Drake & Dart (1995) encontraron tutores que ‘evitan el tema’, cuando sus formadores intentan retar sus ideas y las formas de su discurso. Se trata de una resistencia que depende de las actitudes y perspectivas de los tutores, hacia su papel en la formación de los futuros profesores.

Pensamos que en todo este proceso, quienes estamos involucrados en la formación inicial del profesorado de ciencias, apenas hemos empezado a aprender lo que esto significa y los desacuerdos e incluso los puntos de vista opuestos, no tienen por qué sorprendernos, ya que son parte importante del proceso y fuente inagotable de aprendizajes para todos. Poco a poco vamos encontrando profesores – tutores con quienes estos distanciamientos son cada vez menores y ellos/ellas se han convertido en piedra angular de gran parte del éxito que se puede alcanzar con una propuesta de formación como la nuestra.

Decimos esto, porque en el momento en que el profesor-tutor que comparte los objetivos de formación de estos estudiantes, hace el esfuerzo de deshacer sus rutinas automatizadas para enseñar ciencias a sus alumnos y las presenta por partes al futuro profesor, ya le está ayudando a aprender a enseñar. Por ejemplo, cuando el profesor-tutor le ayuda a su estudiante a diseñar un instrumento de evaluación sumativa, pidiéndole las razones por las cuales ha decidido hacer un cierto tipo de pregunta y no otro, conversando sobre las relaciones entre el objetivo de aprendizaje y los contenidos que evalúa el instrumento, etc., lo que está haciendo es explicitando los mecanismos y criterios que le permiten a él/ella saber cuales son las condiciones en las que tiene sentido la función pedagógica de la evaluación formadora, en un momento preciso de la enseñanza como por ejemplo en la evaluación final de ciertos contenidos y los aspectos a tener en cuenta para que la actividad sea significativa, dentro del modelo de enseñanza de las ciencias que se está promoviendo desde el curso de didáctica.

Esta dinámica, es la misma que el profesor – formador lleva a cabo en el aula de didáctica, de modo que la coevaluación desde la *teoría* del curso de didáctica de las ciencias y desde la *práctica* en los institutos, es de la misma naturaleza y busca las mismas finalidades.

Las preguntas clave que el profesor-formador y el tutor tendrían que hacerse con relación a la evaluación formadora, para obtener información sobre el aprendizaje de sus estudiantes y arbitrar sistemas de regulación, serían como las siguientes:

- ¿Los estudiantes identifican cual es la finalidad de las actividades que están haciendo?
- ¿Los estudiantes saben planificar las acciones que han de realizar para diseñar con éxito una determinada actividad? ¿Cuales son los obstáculos con los cuales se enfrentan?
- ¿Los estudiantes identifican los criterios de evaluación? Es decir, cuando realizan la actividad, ¿saben decidir si el resultado es lo que se esperaba?

Las respuestas a estas preguntas dependen de la comunicación de los objetivos que el profesor-formador (y el tutor, en cuanto sea posible), hayan realizado, y de la *representación* que los estudiantes se hayan hecho de los mismos, lo cual está asociado a que la atención de estos últimos se haya focalizado sobre aquello que es importante con respecto al aprendizaje que interesa sobre la enseñanza de las ciencias.

En consonancia con lo anterior, parte del éxito del aprendizaje de los futuros profesores, está en que el profesor – formador y el tutor compartan con ellos lo que significa aprender a enseñar ciencias (Hewson, 1999b; Rodríguez, 1994, 1995, 1998). Sin embargo, lo que habitualmente ocurre en los centros de práctica, es que el profesor-tutor no comparte con el formador, el modelo de enseñanza que éste último pretende que el futuro profesor aprenda, de manera que surge el vacío entre la teoría que el estudiante aprende en el curso de didáctica y la forma de enseñar que ve en las prácticas. Este problema también se ha reportado en los estudios de los autores que hemos consultado (Hewson et al, 1999b; Wideen et al, 1998; Hardy & Kirkwood, 1994) y al igual que ellos, pensamos que es urgente buscar mecanismos para cerrar esta brecha.

J.M. Mitchell (1996), llevó a cabo un estudio sobre la interacción entre futuros profesores de diferentes áreas y sus tutores, durante las prácticas. En el primero de los casos que reporta, la relación entre estudiante y tutor es de tipo jerárquico: El tutor asume que es el experto que sabe cómo ser un buen profesor y transmite a su estudiante el conocimiento técnico sobre cómo hacer una buena práctica de enseñanza.

En el segundo de los casos, el tutor respeta las opiniones del estudiante y sabe que ambos tienen conocimiento que pueden compartir. El futuro profesor es un participante activo de la evaluación de sus prácticas, con lo cual el tutor logra favorecer la reflexión.

Según este autor, la evaluación es una parte crítica de la práctica. Las interacciones evaluativas son un medio por el cual, el conocimiento sobre la práctica se puede compartir dentro de un esquema construido conjuntamente entre tutor y estudiante, cuando el uno le comunica al otro los objetivos de la interacción. De ese modo, una acción de enseñanza termina siendo el producto de una acción reflexiva y la reflexión, se constituye en parte de un proceso evaluativo que también contribuye al conocimiento del tutor.

A nuestro juicio, comprender estas relaciones es sumamente importante. El futuro profesor suele caer fácilmente en los procedimientos y rituales del aula, sin considerar el propósito de lo que está haciendo. Esto se debe a que no ha elaborado para sí mismo los

criterios que desde la teoría sobre la enseñanza, le permitan saber si su actuación es adecuada o no. La práctica en el instituto, es el espacio y el tiempo en el que estos criterios toman forma, se contextualizan y se concretan, pero es el profesor – tutor, quien debe apoyar este proceso. Desde este punto de vista, afirmamos que las instituciones que forman profesores de ciencias, también deben entender que el papel del profesor – tutor ha cambiado.

3.3. La Autoevaluación: Ser capaz de Regular el propio Aprendizaje

El constructivismo reconoce el papel central del alumno en todo el proceso de construcción y reconstrucción del conocimiento. De acuerdo con esto, tiene sentido encontrar formas de evaluación que asuman el papel central del estudiante en su propio aprendizaje. Por esta razón, hablaremos de la autoevaluación y su relación con la metacognición.

La autoevaluación se puede definir como una experiencia de aprendizaje en la cual los estudiantes reflexionan, evalúan y le dan sentido a su propio aprendizaje, en sus propias palabras –o con su voz- (Bakhtin, 1981; Haswell, 1993). Cuando los estudiantes escriben autoevaluaciones, empiezan a construir el significado de lo que han hecho o aprendido –sobre el nuevo modelo de enseñanza de las ciencias-. A través del escrito, descubren lo que no habían visto antes, expresan su apreciación de la experiencia y destacan su valor (Waluconis, 1993; Sanmartí et al, 1999).

Desde la visión constructivista que se maneja en este estudio, la evaluación se ve como una oportunidad para que los estudiantes muestren lo que han aprendido. Esto presupone que haya ocurrido una internalización de los nuevos conocimientos. Si la evaluación se entiende así, los estudiantes tendrán más oportunidad de regular por sí mismos la realización de sus propias actividades de enseñanza, porque saben qué será valorado de su conocimiento y qué constituiría un nivel satisfactorio de actuación (Haswell, 1993; Waluconis, 1993; García, P., 1995; Jorba & Sanmartí, 1996; García & Sanmartí, 1998). Pero esta visión no deja de encontrarse con problemas atados a la concepción tradicional de la evaluación, en la que el profesor es el único juez.

En este estudio pensamos que un contexto de colaboración, es muy importante que los estudiantes tengan diferentes oportunidades para mostrar lo que saben y cómo lo saben. Cuando se hace esto, se amplían las posibilidades de que el nuevo aprendizaje conecte con lo que ya sabe y/o se distinga de este. Además, consideramos que cuando el estudiante reflexiona y escribe sobre lo que está aprendiendo acerca de la enseñanza de las ciencias, se consolida su confianza en sí mismo/a y desarrolla su sentido de responsabilidad como aprendiz, lo cual en esta investigación es clave para el desarrollo de la metacognición (MacGregor, 1993; Sanmartí, et al, 1999).

En esto coincidimos con M. Cardelle-Elawar (1995), de la Universidad de Arizona, quien trabaja sobre estrategias metacognitivas para la formación de profesores de matemáticas. Para ella, la metacognición se relaciona con el conocimiento de sí mismo y con la autoevaluación, porque los estudiantes con conocimientos metacognitivos, son conscientes de sus fortalezas y limitaciones mientras aprenden. Sugiere que las propuestas de enseñanza que permitan al estudiante autoevaluarse, acerca de qué es lo

que necesita saber para resolver un problema, son cruciales para ayudarlo a controlar su propio aprendizaje.

No obstante, MacGregor (1993) dice que suele ocurrir que no todos los estudiantes encuentren que la autoevaluación es útil, -al menos no desde el principio-. Este autor explica que la primera vez que un estudiante escribe una autoevaluación, puede resultarle una experiencia extraña y la reacción es de confusión, ansiedad o sospecha, especialmente si procede de un contexto de aprendizaje en el cual no se le ha tenido en cuenta como agente de su propio aprendizaje.

En general, los estudiantes tienen poca experiencia en examinar su propio trabajo académico de una manera sistemática e incluso menos, describiéndola por escrito. Los años de escuela tradicional, condicionan a muchos de ellos a pensar que la evaluación es una serie de periodos específicos en los cuales, producen un trabajo o hacen un examen para que el profesor los califique y diga si están o no aprobados.

En la visión de evaluación que se defiende en este estudio y en las ideas que nos sirven de marco teórico (Allal, 1991; Paquay, 1990; Jorba & Sanmartí, 1996; Sanmartí, 2000; Black, 2001), tiene un carácter formador, en cuanto se la considera como un dispositivo pedagógico mediante el cual, la responsabilidad de valorar el estado de dicho aprendizaje, pasa poco a poco, de estar exclusivamente en manos del profesor -formador, a ser responsabilidad del estudiante, a medida que le enseñamos a autoevaluarse (Sanmartí, 2000; Waluconis, 1993).

En general, podemos decir que el objetivo de la evaluación formadora es que los estudiantes lleguen a construir su propio sistema de aprendizaje (Jorba & Sanmartí, 1994; 1997), que sepan valorar por sí mismos lo que están aprendiendo y cómo lo están haciendo, así como qué les falta aún por aprender.

Para el caso de un futuro profesor de ciencias, significa que adquiera autonomía respecto a sus propios aprendizajes sobre la enseñanza, es decir, que se comporte metacognitivamente. En este sentido, es importante el aporte del grupo de la Universidad de Oxford, que propone al profesor de ciencias como un profesional que se autoevalúa (Woolnough, 2000). Estamos de acuerdo con Haswell (1993) y con Waluconis (1993), en que la autoevaluación hace posible una autorreflexión, una toma de consciencia en la que el futuro profesor regresa sobre su propio aprendizaje y reflexiona de un modo metacognitivo sobre ello, porque se da cuenta de qué y cómo está aprendiendo e incluso, se da cuenta de que su curso -de didáctica de las ciencias- es una experiencia educativa valiosa (Gunstone et al, 1993; Waluconis, 1993).

Para los futuros profesores de ciencias es difícil autoevaluarse, de la misma manera que puede serlo para los alumnos. Consideramos que están demasiado acostumbrados a pensar o inferir qué queremos los profesores que piensen y por eso les cuesta cambiar de punto de vista para pensar por sí mismos, sobre su propio aprendizaje. MacGregor (1993) sugiere también que para muchos estudiantes puede ser un verdadero problema expresarse por escrito y otros puede que no se tomen en serio la autoevaluación.

Este autor también comenta que a medida que el estudiante se siente más cómodo con la escritura de sus reflexiones, comienza a describir su proceso de aprendizaje y a reportar los aspectos asociados a ello. Cuando el estudiante se autoevalúa, está poniendo en

palabras (verbalizando) una experiencia de aprendizaje, induciendo al desarrollo de nuevos puntos de vista o apoyándolos (Haswell, 1993). Sin embargo, muchos estudiantes pueden no estar seguros de cómo evaluar su trabajo, en el sentido de apreciar su valor, de discutir sus debilidades y fortalezas y de manifestar qué significado o valor ha tenido la experiencia de aprendizaje. En cierto modo, creemos que esto va relacionado con que el estudiante no se ha hecho una adecuada representación de los objetivos comunicados por el profesor y/o de los criterios de evaluación (García & Sanmartí, 1998; Sanmartí & García, 1999). Con esto también queremos decir que comunicar los objetivos a los estudiantes, no garantiza que ellos se hagan una representación adecuada. Muchos de ellos, llegan a hacérsela solamente hasta el final del curso, pero unos pocos no lo logran (Angulo, 1996).

Al respecto, MacGregor (1995) reporta estudios que revelan que los estudiantes universitarios que se inician en el aprendizaje de la autoevaluación, la ven como un proceso arbitrario y no están seguros de cuales son los criterios que deberían usar para evaluar su trabajo o como respaldar sus percepciones con evidencias. Como formadoras de profesores de ciencias, sabemos que nuestros estudiantes tampoco escapan a esto. Muchos de ellos pueden sentir incertidumbre sobre cómo escribir sus autoevaluaciones, particularmente si no tienen ejemplos explícitos o no han elaborado unos criterios de realización (Nunziati, 1990) o no han tenido oportunidades para sistematizar la reflexión que surge de su aprendizaje.

El objetivo de la autoevaluación en esta investigación, se relaciona con ayudar a los estudiantes a apropiarse de los criterios de evaluación que usan las profesoras formadora y tutora, para decidir si ha alcanzado o no los objetivos propuestos para su formación. También le sirve al estudiante para reconocer sus éxitos con el aprendizaje del nuevo modelo de enseñanza y lo que aún le falta por aprender. De esta forma, creemos que la autoevaluación contribuye a que el estudiante vaya *interiorizando* el modelo a aprender.

Apropiarse de los criterios de evaluación significa que el estudiante es capaz de valorar sus propias producciones (sus actividades de enseñanza, su memoria de fin de curso), porque las piensa en función de dichos criterios, las contrasta con las de sus compañeros; consensua los criterios con las profesoras y con los compañeros y los aplica a su tarea para decidir si le quedó bien hecha o no.

Por esa razón, desde el primer día del curso de didáctica de las ciencias, la profesora – formadora se preocupó por comunicar a sus estudiantes los objetivos del curso, las razones profesionales de responsabilizarse de su propio aprendizaje y los criterios que les ayudarían a saber si sus actividades –incluida la práctica- se ajustaban al modelo de enseñanza que se pretendía que aprendieran. Este proceso constante tuvo lugar a través de varias actividades, como por ejemplo: la lectura y comentario de los objetivos y resultados esperados; la evaluación mutua (en la que el estudiante podía oír, ver y responder al trabajo de sus compañeros); la coevaluación de las actividades realizadas y por supuesto, los diarios.

Estos últimos son instrumentos que específicamente se dirigen a ayudar al estudiante a autoevaluarse. Como se explica en el capítulo sobre la Metodología de Investigación, están constituidos por preguntas que orientan al futuro profesor para que se centre en la reflexión sobre sus propios aprendizajes. De este modo, nos aseguramos de que el breve tiempo que hay para que el estudiante se autoevalúe, se aproveche al máximo.

Asumimos que este tipo de reflexión es muy oportuna para prepararle a evaluar sus prácticas y a escribir sobre ellas.

Según Waluconis (1993), las reacciones poco abiertas hacia la autoevaluación, parecen tener mucho que ver con la percepción que la mayoría de nuestros estudiantes tienen del error, asociada a la desaprobación. Descubrir que no se entiende, es muy importante en el aprendizaje, desde una visión de construcción del conocimiento, pero si el estudiante no lo ve así, hay necesidad de ayudarlo a regular un cambio en sus puntos de vista. Pensamos que el trabajo en grupos colaborativos y los diarios, son actividades muy oportunas para estos propósitos.

Haswell (1993) dice que la resistencia de los estudiantes universitarios a autoevaluarse se puede ir debilitando a medida que se les invita a verbalizar sus aprendizajes, en parte porque esta resistencia tiene sus raíces en conflictos que el estudiante ha elaborado en su experiencia como alumno y una vez que los detecta, se anima a hablar sobre ellos. Este autor también sugiere que la autoevaluación es de algún modo, la revisión de la historia de vida del estudiante y se le presenta como una oportunidad para la toma de consciencia sobre su propio desarrollo. En efecto, muchos de los diarios que nuestros estudiantes escribieron son buenos ejemplos de una autobiografía, un contexto –contrastante- que les ayuda a dar sentido a los nuevos aprendizajes que enfrentan.

Desde nuestro punto de vista y coincidiendo con MacGregor (1993), la combinación de estas actividades ayuda a crear un intercambio activo entre el trabajo realizado por el estudiante y la reflexión. No obstante, también reconocemos que si no hay un trabajo colegiado entre los demás miembros que participan en la formación de estos estudiantes, ellos pueden llegar a ver la autoevaluación como una actividad propia de su curso de didáctica, pero que no va más allá.

El desarrollo de la autoevaluación implica también que el futuro profesor tiene que llegar a ser consciente de cómo las propias condiciones sociales, económicas, ideológicas... influyen en lo que consideramos importante para aprender (Forman & Cazden, 1995). Para que el futuro profesor de ciencias sepa qué, cómo y por qué enseñar, aprender y evaluar en ciencias, necesita también explorar cómo sus propias creencias, concepciones y sistema de valores se interceptan con su modelo de enseñanza. La interacción social con la formadora, con la tutora, con los compañeros, ayuda a que entienda cómo estas intercepciones facilitan u obstaculizan su progreso hacia llegar a ser un profesor metacognitivo. Por esta razón, la interacción social es un paso que conduce a la transformación – individual - de las concepciones sobre la enseñanza de las ciencias y sobre sus prácticas.

Autores como Haswell (1993), afirman que la autoevaluación pertenece a esa elite de herramientas de enseñanza, que no solamente permiten a los estudiantes expresar los cambios que hacen en sus puntos de vista y llegar a ser conscientes de qué cambian, sino que también contribuye con la evolución de sí mismos en el ámbito personal. En esta investigación pensamos que esto es posible, a pesar de que nuestro contacto con los estudiantes se limita al corto tiempo que dura el curso de didáctica.

De acuerdo con Waluconis (1993), en sus primeras autoevaluaciones, los estudiantes comienzan con hacer un listado de experiencias y con el tiempo, pasan a definir nuevas relaciones con el contenido del curso. Los escritos van siendo más complejos, muestran

una síntesis del aprendizaje y muchas veces, las relaciones que establecen entre sí mismos y el nuevo aprendizaje. Esto se hizo evidente en los diarios de nuestras estudiantes, al comparar el primero con el segundo.

Para finalizar, recogemos la idea de que los profesores que integran la autoevaluación en sus clases, tienen una mayor intencionalidad sobre el desarrollo de las capacidades metacognitivas de los estudiantes. En efecto, esta es una idea muy clara en la propuesta de formación inicial que hacemos en esta investigación y por eso, intentamos que los futuros profesores tuviesen experiencias en las que se les ayudara a potenciar estas capacidades (trabajo en grupos colaborativos; elaboración de diarios; coevaluación, entre otras).

Tuvimos en cuenta que si la estructura de la autoevaluación es demasiado rígida (preguntas muy parecidas siempre que se hace la actividad o una aplicación muy seguida, sin dar tiempo a que haya nuevas reflexiones), los estudiantes podían dar respuestas prediseñadas, con lo que disminuye el valor y la calidad de la autoevaluación.

Los autores que han venido estudiando el desarrollo de la autoevaluación en diferentes áreas, coinciden en afirmar que los ambientes de aprendizaje en los cuales los estudiantes pueden sintetizar, explorar y crear sobre sí mismos, interactuando con las actividades de enseñanza – aprendizaje y con otras personas, son los que mejor conducen a una autoevaluación significativa. En el curso de ‘Didáctica de las Ciencias’, intentamos crear un ambiente de aprendizaje como este, teniendo en cuenta que es uno de los múltiples factores que pueden influir en que nuestros futuros profesores aprendan a enseñar ciencias desde un modelo constructivista.

Con esta reflexión terminamos la presentación de las ideas fundamentales que han sido el marco teórico para esta investigación. A continuación, presentamos el diseño metodológico para llevarla a cabo.

**DISEÑO METODOLÓGICO
DE LA INVESTIGACIÓN**

1. Contexto de la Investigación

El curso de ‘Didáctica de las Ciencias Naturales’ hace parte del modelo de Formación Inicial del Profesorado de Secundaria¹, de la Universitat Autònoma de Barcelona. Tiene una duración de cien horas, 60 de las cuales son de las clases que los estudiantes toman en la universidad y 40 se dedican al practicum. Las clases se realizaron entre el 7 de octubre de 1999 y el 13 de enero del 2000, en 14 sesiones de clase, de tres horas cada una. El practicum podía extenderse incluso hasta junio, dependiendo del periodo en el cual los estudiantes deciden realizar sus prácticas en el instituto de secundaria. Cada estudiante hizo entre siete y nueve clases.

Los contenidos del curso de ‘Didáctica de las Ciencias’, se encuentran en el anexo # 4 y su planificación para cada una de las sesiones de clase se describe en el anexo # 1.

Las diferentes estrategias de enseñanza para abordar estos contenidos, eran piezas fundamentales a través de las cuales intentábamos que los estudiantes aprendieran a enseñar ciencias. Son contenidos que han variado muy poco en los últimos cursos de ‘Didáctica de las Ciencias’, porque se consideran que son los esenciales para un estudiante que se inicia en su formación como profesor de ciencias para la secundaria.

Este estudio tuvo sus inicios en un trabajo de investigación que se llamó ‘*Aprender a Enseñar Ciencias. Análisis de una Propuesta basada en la Autorregulación de los Aprendizajes*’ (Angulo, 1996) y que se desarrolló entre 1995 y 1996, con nueve estudiantes del curso de ‘Didáctica de las Ciencias’ de aquel periodo.

Nuestro interés en el estudio citado, se centró en analizar la influencia de la propuesta de formación, para potenciar la autorregulación de los estudiantes. Por esta razón, pensamos que era más adecuada una metodología de estudio de caso. Para recolectar la información, utilizamos grabaciones en audio del trabajo en grupo, entrevistas a los estudiantes antes y después de sus clases, diarios que escribían al finalizar algunas de las unidades del curso de ‘Didáctica de las Ciencias’ y su memoria de fin de curso.

El análisis nos mostró las ventajas de una metodología de enseñanza, basada en las estrategias de la evaluación formadora y la interacción social, para propiciar la toma de consciencia y la reflexión en los futuros profesores. En especial, el caso de Verónica, nos sirvió para entender que los estudiantes con capacidades metacognitivas mejor desarrolladas, pueden enfrentarse con autonomía a un nuevo modelo de enseñanza de las ciencias. Pero el análisis también nos mostró la dificultad que muchos de ellos tienen para aprender a enseñar desde otras perspectivas y para asumir una postura crítica frente a sus propias ideas y a las nuevas que se les presentan, por la influencia que ejerce su modelo tradicional de enseñanza de las ciencias.

Entre 1998 y 1999, hicimos algunas observaciones y algunas entrevistas con los estudiantes del curso de ‘Didáctica de las Ciencias’ 98-99, con el objetivo principal de ‘re-conocer el terreno’, afinar algunas de las preguntas de las entrevistas, analizar si las actividades diseñadas y aplicadas seguían siendo apropiadas para promover la

¹ Este modelo se conoce como CAP, que significa Curso de Aptitud Pedagógica.

regulación de los aprendizajes y observar la disponibilidad de los estudiantes a aceptar la presencia de una investigadora y de unos medios de grabación.

Este trabajo preliminar no se hizo con la finalidad de hacer un estudio piloto o algo similar. Considerábamos que el estudio realizado entre 1995 y 1996, era una base aceptable para tal fin. Nuestra ‘exploración del terreno’ del año 1998 – 99, fue muy útil para poner a punto los instrumentos de recolección de datos y para tomar decisiones logísticas sobre el manejo más adecuado de los medios técnicos, así como sobre la presencia de la investigadora en el aula. A este respecto, tomamos varias decisiones importantes:

- El uso de grabadoras de micro-cassette, tenía la ventaja de un manejo muy fácil y de que las versiones más recientes de las mismas, contaban con un sistema sensor de voz que ponía en marcha la grabadora cuando el estudiante empezaba a hablar, sin necesidad de que la investigadora estuviese pendiente de activarla. También permitían eliminar un poco el ruido de fondo. No obstante, tanto en el trabajo que se hizo entre 1995 y 1996, como en la ‘exploración’ del año 98 – 99, era evidente que las grabadoras no permitían captar con claridad las voces de los estudiantes más alejados del centro del grupo, con lo cual, se perdía una valiosa información. Por eso, necesitábamos otra técnica y optamos por usar dos cámaras de vídeo.
- Las cámaras debían ubicarse en un lugar en el que interfirieran lo menos posible con la marcha normal de la clase. Así entonces, mientras la profesora formadora hacía sus explicaciones, las cámaras se ubicaron en una esquina del aula, preferiblemente en la parte de atrás, hacia la ventana o la pared y opuestas a la puerta, para distraer lo mínimo posible a los estudiantes. En esos momentos, se grababa con una sola de las cámaras.
- Cuando se iniciaba el trabajo en grupo (que era una estrategia metodológica del curso y en consecuencia de la investigación), las cámaras se dirigían hacia el pequeño grupo de estudiantes, para asegurarnos que el micrófono captara con claridad las voces de los estudiantes. En un comienzo, pensamos en obtener información de dos grupos de trabajo, con lo cual, cada grupo tendría su propia cámara. Sin embargo, una vez iniciado el curso, nos dimos cuenta de que cuando el grupo de tres personas estaba incompleto, no había mucha interacción, de modo que optamos por reunir a los siete estudiantes participantes en un solo grupo.
- Durante el trabajo en grupo, también poníamos en marcha las grabadoras de micro-cassette, junto a los estudiantes más alejados del micrófono de la cámara de vídeo. De ese modo, nos asegurábamos que por un medio u otro, el diálogo entre los estudiantes se podía obtener completo. Normalmente, uno de los medios técnicos (grabadora o vídeo), suplía las carencias del otro, pero la grabación en vídeo quedaba bastante completa y clara. No obstante, hay algunos fragmentos en los que resultó imposible entender las voces de los estudiantes, ya fuera porque éstos hablaban muy bajo o porque el nivel de ruido en el ambiente era muy alto.
- Respecto a la presencia de la investigadora en el aula y el uso de los aparatos de grabación, la experiencia de los cursos 95-96 y 98-99, nos ayudó a decidir que lo mejor era informar a los estudiantes desde el primer momento. Así entonces, ellos sabían que en cierto modo -ya fuera porque iban a participar directamente de la

investigación o porque sus intervenciones quedarían grabadas a pesar de no pertenecer al grupo de estudiantes investigados-, hacían parte de un estudio e iban a ser analizados en detalle. Pedimos disculpas por la intromisión de la investigadora y los medios de grabación, porque sabíamos que a muchos de ellos no les iba a gustar saberse investigados. No obstante, el grupo se mostró bastante abierto ‘al experimento’, colaboraban más de lo que se esperaba e incluso, varios de ellos manifestaron su interés a lo largo del curso por conocer el estudio.

Los detalles que acabamos de comentar, constituyen los aspectos preliminares del contexto de la investigación que presentamos. Para este estudio, desarrollado con la información recogida a través del curso ‘Didáctica de las Ciencias Naturales’ 99 – 00, también optamos por la metodología de estudio de caso, porque aparte de ser una metodología idónea para estudiar la evolución de los aprendizajes de los estudiantes con respecto a su modelo didáctico, también lo era para profundizar en las ventajas (o desventajas) de la interacción social en pequeños grupos de trabajo colaborativo y por la regulación que tiene lugar cuando los estudiantes se reúnen con sus tutoras.

Las principales diferencias con el trabajo de investigación realizado entre 1995 y 1996, se encuentran en que el que presentamos ahora es mucho más amplio y profundo en el tipo de información, es decir, tenemos más fuentes de datos y hemos usado otras técnicas de análisis de la información.

En el contexto de esta investigación, llamamos la atención en que generalmente hablamos en género femenino. Hay varias razones. La primera, es que quienes hemos intervenido en el estudio, somos mujeres. La segunda –que es en cierto modo causa de la primera-, es que la enorme cantidad de información aportada por seis tipos diferentes de fuentes de datos, nos forzó a seleccionar la información para reducir la extensión del análisis de los casos particulares, pues era muy difícil para una sola investigadora llevar a cabo todo el trabajo. El criterio para esta selección fue el de escoger a los estudiantes que tuvieran la información más completa. Así entonces, luego de revisar la información de nuestros siete estudiantes, nos dimos cuenta que Alicia, Meritxell y Marta eran las personas que mejor llenaban este requerimiento. De esta forma, teníamos una investigación de la que estaban formando parte: una profesora – formadora; dos profesoras – tutoras (de Marta – Meritxell y de Alicia); tres futuras profesoras y una investigadora. Era más que evidente, que en los estudios de caso particulares, debíamos hablar en género femenino.

Uno de los aspectos que vale la pena comentar en este apartado, es por qué hablamos de qué tan completa era la información recolectada. De los siete estudiantes que quisieron participar en el estudio, Alicia fue la única que hizo el practicum entre marzo y junio del 2000. Los demás, lo hicieron entre diciembre / 99 y febrero / 00. En estas circunstancias, los horarios de clase en los institutos se solapaban con demasiada frecuencia, de modo que era muy difícil entrevistar a los estudiantes antes y después de las clases en el momento oportuno y grabar en vídeo todas sus clases.

Además, sólo podíamos disponer de una cámara de vídeo para grabar las clases de los estudiantes en los institutos. En primer lugar, porque la investigadora no podía responsabilizarse de hacer llegar la cámara al otro(s) instituto donde no podía estar. Esto habría requerido de la participación de otra persona igualmente responsable del equipo técnico, con la cual no podíamos contar en aquel momento. En segundo lugar, porque

aunque la *Secció de Mitjans Audiovisuals del Servei d'Aplicacions Educatives*, de la *Facultat de Ciències de l'Educació de la Universitat Autònoma de Barcelona*, hizo todo lo posible por colaborarnos con el préstamo de las cámaras de vídeo y sus accesorios (y tenemos mucho que agradecerles), había otros proyectos en marcha y otras necesidades a las que ellos debían atender, con lo cual, no siempre podíamos contar con las cámaras para grabar las clases de los estudiantes o para desplazarnos con ellas desde muy temprano en las mañanas.

Esta es la razón por la cual, se observará en los casos de Marta y Meritxell, que sólo tuvimos dos oportunidades de entrevistar a las estudiantes antes de sus clases para conocer el proceso de planificación, puesto que antes de reunirnos con ellas, había que ir a la universidad a recoger las cámaras, de manera que llegábamos justamente para la grabación de las clases. De los estudiantes de Rubí, tenemos aún menos clases grabadas y entrevistas, porque coincidían con las clases de las estudiantes de Sabadell. Sin embargo, la información de Alicia es la más completa porque su práctica no se solapó con las de sus compañeros.

De esta experiencia con los medios técnicos, aprendimos que a pesar de tener planificado el modo de recolectar la información, hay muchas circunstancias que se salen del control del investigador y que a la larga, determinan qué decisiones se toman en torno al estudio.

2. Tipo de Estudio

2.1. La Metodología Longitudinal

Nuestra investigación se caracteriza por usar una *metodología longitudinal de estudio de casos*, que consiste en una observación repetida y ordenada en el tiempo, tanto del grupo de trabajo colaborativo, como de cada una de las tres estudiantes que constituyen los tres estudios de caso, con el objeto de identificar los cambios producidos en sus puntos de vista sobre la enseñanza de las ciencias, así como sus causas (Latorre et al, 1996).

La metodología longitudinal se enmarca en los estudios descriptivos que tienen como finalidad observar y describir de forma objetiva, los hechos que tienen lugar en una población determinada (que en este estudio sería la de nuestras estudiantes), para conocer la eficacia de determinados programas de actuación (que sería nuestra propuesta de formación inicial). En otras palabras, tanto el análisis de la influencia de la interacción social, como el análisis de la evolución del modelo de enseñanza de las estudiantes, nos mostrará las incidencias de la acción formativa a lo largo del curso de 'Didáctica de las Ciencias'.

Desafortunadamente, una de las limitaciones de nuestra investigación es que a pesar de ser un estudio longitudinal, no nos permite saber qué parte de lo aprendido por las estudiantes, se recuerda, se usa o se transfiere a otros contextos (Jiménez Aleixandre & García – Rodeja, 1997), una vez que ha finalizado el curso de 'Didáctica de las Ciencias'.

De acuerdo con Merriam (1988), es una metodología que tiene las propiedades de ser particular, descriptiva, heurística e inductiva. Desde el punto de vista de este estudio:

- Es particular, porque se centra en un hecho concreto (la influencia de la interacción social y la evolución del modelo de enseñanza de las estudiantes);
- Es descriptiva, por cuanto estamos haciendo una descripción detallada de dicha influencia y de dicha evolución;
- Es heurística, ya que el estudio que realizamos ayudó a la profesora – formadora, investigadora, a la estudiante y por supuesto, a la investigadora a comprender los fenómenos implicados en que la futura profesora aprendiera a enseñar con un nuevo modelo didáctico y,
- Es inductiva, por cuanto a partir de la información recogida, intentamos hacer ciertas generalizaciones e hipótesis.

Lo que intentamos comprender es por una parte, cómo influye la interacción social (que tiene lugar tanto en el grupo de trabajo colaborativo como durante la coevaluación), sobre la reflexión que los estudiantes, mientras aprenden a enseñar ciencias. En este sentido, tanto el grupo de trabajo colaborativo, como la relación de coevaluación entre profesora – tutora y estudiante, se estudian como casos.

Por otra parte, intentamos comprender cómo aprende a enseñar ciencias cada una de las tres estudiantes que constituyen los estudios de caso en particular y en este sentido, cómo evoluciona su modelo didáctico, teniendo en cuenta cómo van respondiendo al cuestionamiento sobre qué, cómo / cuando y por qué / para qué, enseñar, aprender y evaluar las ciencias. Diferentes autores coinciden en afirmar que la metodología de estudio de casos y en concreto, de tipo longitudinal, es una de las más apropiadas para investigar sobre problemas como los que estamos presentando, en un periodo de tiempo corto (Latorre et al, 1996).

2.2. El Estudio de Casos

De acuerdo con Latorre et al (1996), el estudio de casos ha sido muy relevante para la investigación en las ciencias sociales y según Goetz & LeCompte (1988), constituye uno de los modelos – tipo generales de investigación cualitativa. El estudio de casos en nuestra investigación, hace un análisis detallado de ciertas personas como individuos y como grupo (Yin, 1989).

Latorre et al (1996), dicen que hay dos grandes enfoques metateóricos para el estudio de casos. Uno es el *nomotético*, desde el que se estudian muestras de población y otro es el *idiográfico*, que estudia un caso en profundidad. En esta investigación, usamos el estudio de casos *idiográfico*, porque estamos interesadas en comprender con profundidad realidades singulares: la del grupo de trabajo colaborativo, la relación profesora – tutora y estudiante y cada estudiante como individuo en particular. El estudio de casos también es valioso porque permite concentrarse en un caso específico o en una situación, e identificar los distintos procesos interactivos que la conforman, los cuales pueden permanecer ocultos en otros tipos de estudios.

Siguiendo las ideas de estos autores, el estudio de casos se caracteriza por ser una estrategia encaminada a la toma de decisiones, por su capacidad para generar hipótesis y descubrimientos y por su flexibilidad en la aplicación a situaciones naturales, pero en

especial, lo que lo distingue de otras metodologías de investigación cualitativa, es que el estudio de casos es *intensivo* y se empeña en *comprender la singularidad* del objeto de estudio.

En nuestros estudios de caso, pretendemos analizar con detalle las ideas de los estudiantes sobre la enseñanza de las ciencias, en especial, la interacción que surge entre las ideas que traen al curso de ‘Didáctica de las Ciencias’, al contrastarlas con las de sus compañeros y con las nuevas que se les proponen. Como investigadoras, hacemos una síntesis de este proceso para buscar significados y tomar decisiones sobre nuestra propuesta de formación inicial. Esto nos permite:

- aclarar las relaciones que se establecen entre las personas y entre ellas y las actividades (tanto las de su curso de ‘Didáctica’ como las que diseñan y aplican los estudiantes),
- descubrir los procesos críticos en los que se respaldan las modificaciones en los puntos de vista de los estudiantes (por ejemplo, la influencia que ejerce un compañero ‘experto’ en una disciplina científica, sobre la forma en que los demás abordan la enseñanza de dicho contenido (ver capítulo sobre ‘Resultados’, apartado 1.2., sobre la actividad de ‘los fósiles’),
- identificar fenómenos comunes (como las dificultades que surgen cuando los estudiantes intentan aprender a enseñar ciencias con otro modelo que es ajeno a sus experiencias y conocimientos).

Según Latorre et al (1996), la naturaleza del caso puede ser muy heterogénea: un individuo, un grupo, una institución, un programa, etc. Esto condiciona en parte que el nivel del caso sea descriptivo (porque el investigador tiene que decidir si va a hacer una crónica, un listado de rasgos, una evaluación, una contrastación, etc.), sea interpretativo, sea evaluativo o varios a la vez. En esta investigación, hemos realizado una descripción a nivel de crónica, tanto del grupo, como de la interacción tutora – estudiante y de la evolución del modelo de cada estudiante, pero también hacemos interpretaciones a partir de la contrastación de la información aportada por diferentes fuentes.

3. Características de los Participantes de la Investigación

3.1. La Profesora – Formadora

La profesora – formadora responsable de este curso, es la persona que dirige esta investigación, lo cual asegura que el modelo didáctico que ella intenta que aprendan sus estudiantes y el propuesto para la formación inicial, tengan una fundamentación –epistemológica, psicológica y socio-pedagógica-, unos principios y unos elementos comunes y que el análisis y la interpretación de los resultados que hemos obtenido sea consistente con este marco teórico y metodológico propuesto.

Su experiencia frente al curso de ‘Didáctica de las Ciencias’ era de unos seis años, cuando llevamos a cabo el diseño de la investigación y la recolección de la información. Tiene a su favor el hecho de ser profesora de ciencias naturales en secundaria, lo que le permite entender a profundidad los eventos que tienen lugar en el aula de ciencias, así como el modo en que los profesores con experiencia y los futuros profesores, suelen pensar la enseñanza de las ciencias.

La reflexión sobre la función que cumple la profesora – formadora en el curso de ‘Didáctica de las Ciencias’, nos ha ayudado a comprender que sus comentarios no son solamente instrucciones, sino que son invitaciones para que el futuro profesor sea consciente de las decisiones que toma. Ella posee un conocimiento suficientemente consciente o mejor, explícito, de sus propios procesos cognitivos, de manera que sus estudiantes pueden ver como:

- responde intelectual y emocionalmente a la tarea de enseñar ciencias, desde un modelo social – constructivista;
- establece las condiciones en las que una actividad de enseñanza puede tener éxito;
- ordena la información que posee de sus estudiantes o buscan en su experiencia, hechos relacionados con la situación que van a resolver en ese momento (p.ej., diseñar un instrumento de evaluación sumativa), para ayudarles a reconocer los fallos, sugerirles cómo corregirlos o adaptarse a las condiciones de la situación.

3.2. Las Profesoras – Tutoras

En nuestra investigación, optamos por elegir tutoras que compartieran con la profesora – formadora el modelo de enseñanza constructivista y los objetivos de formación de los estudiantes. Esta decisión se debe a que a pesar de llevar varios años trabajando con los mismos tutores y tratando aproximar puntos de vista sobre la enseñanza de las ciencias, no todos ellos comparten este modelo, ni los objetivos de formación para los estudiantes.

Cuando se inició la investigación, estas tutoras llevaban ya algunos años participando en el CAP y habían tomado algunos de los cursos del programa de doctorado que ofrece el Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales, de la UAB. Sus intervenciones durante las reuniones con la profesora – formadora y con los demás tutores daban por hecho el conocimiento y la aceptación de los objetivos propuestos por la profesora formadora, de los criterios para evaluar a los estudiantes y del rol que cada una de ellas jugaba en la interacción.

Antes de iniciar la recolección de la información, hablamos con ellas y les explicamos el objeto de la investigación, así como los eventos alrededor del proceso: entrevistar a las estudiantes, presenciar sus clases, grabarlas, asistir y grabar sus reuniones sobre la planificación de las actividades, etc. Ellas estuvieron de acuerdo y se mostraron muy abiertas a colaborar con nosotras.

3.3. Los Estudiantes ó Futuros Profesores

Tal y como lo expone White (1998) y como lo argumentan los expertos, aunque la metacognición es un fenómeno que puede interferirse (con actividades para potenciarla, por ejemplo), lo cierto es que no se puede observar directamente. Esto representa un obstáculo que hay que tratar de reducir en lo posible, en un estudio como el nuestro.

Podemos encontrar indicios, rastros de las capacidades metacognitivas de los estudiantes, a través de sus verbalizaciones². Por lo tanto, la dificultad se agrava si tenemos que investigar sobre estudiantes tímidos, muy callados o ‘de pocas palabras’. Por eso, debíamos pedir a los estudiantes que participaran voluntariamente en el estudio. Ellos sabían que iban a ser investigados y en ese sentido, necesitábamos personas a las que no les importara –mucho- que las observáramos y entrevistáramos constantemente. La experiencia nos ha mostrado que generalmente, quienes deciden participar, son estudiantes extrovertidos, que explican sin temores lo que piensan y que ignoran las interrupciones de una cámara o de una grabadora. Esto facilita mucho la recolección de la información y el rastreo de los datos que necesitamos, si tenemos en cuenta que gran parte de las interpretaciones que hacemos, se basan en sus verbalizaciones.

Siete estudiantes (cinco mujeres y dos hombres), de un grupo de 30, se ofrecieron voluntariamente a participar en la investigación y con ellos se formaron inicialmente un grupo de tres y otro de cuatro personas y todos se distribuyeron en parejas para el practicum, excepto una de las estudiantes (Alicia).

Dos estudiantes realizaron sus prácticas en un instituto de secundaria de Rubí (Gemma y Oriol), otros dos en Sabadell (Meritxell y Marta) y tres en Barcelona (Laura, David y Alicia). Aunque ellos estuvieron de acuerdo en que usáramos sus verdaderos nombres, hemos preferido utilizar seudónimos.

Gemma era médica. Estaba dirigiendo un programa de ayuda y prevención para toxicómanos y alcohólicos. Le interesaba el curso de ‘Didáctica de las Ciencias’ porque le podía ofrecer ideas y medios diferentes para acercarse a sus pacientes y/o a las personas que hacían parte de su programa. Era la mayor del grupo y se caracterizaba porque en sus reflexiones solía ponerse en el punto de vista del otro(s) para considerar la situación y tomar decisiones.

Los demás estudiantes, eran jóvenes de unos 22 a 23 años, a punto de licenciarse en geología (Oriol), Ciencias Ambientales (Alicia); y Biología (David, Laura, Meritxell y Marta).

Como ya lo hemos explicado en el primer apartado de este capítulo, sobre el contexto de la investigación, tuvimos que seleccionar la información y finalmente nos quedamos con tres estudiantes, para los estudios de caso individuales: Meritxell y Marta que hicieron sus prácticas en pareja, en un instituto de Sabadell, entre diciembre de 1999 y enero del 2000 y Alicia que las hizo sola, en Barcelona, entre Mayo y Junio del 2000.

Las características de estas estudiantes quedarán explicadas con más detalle al presentar sus casos (ver apartado 2, del capítulo ‘Resultados’).

4. La técnica del SPEAKING

A comienzos del año 2000, estábamos buscando un modo de describir en forma sintética pero precisa, los diferentes instrumentos que habíamos estado utilizando para

² En este estudio, con el término ‘verbalización’ hacemos referencia a la información de tipo oral o escrito, aportada por los estudiantes.

recolectar la información que aportaban nuestros estudiantes. Por sugerencia de uno de nuestros compañeros del programa de doctorado, que también estaba trabajando con entrevistas y documentos escritos y sabía de *la técnica del SPEAKING*, nos decidimos a consultar a una persona experta en el análisis del discurso, para ver qué sugerencias nos podía dar al respecto.

Esto nos llevó a contactar con la profesora Amparo Tusón Valls, del *Departament de Didàctica de la Llengua* de la UAB, quien además de conocimientos en lingüística y análisis del discurso, posee una gran experiencia en investigación cualitativa. Entre abril y mayo de ese año, sostuvimos varias entrevistas con la Dra. Tusón, quien nos recomendó usar la técnica del SPEAKING y luego, revisó con detalle la descripción que habíamos hecho de los instrumentos.

Entre sus sugerencias teníamos:

- Precisar cada tipo de entrevista, pues las finalidades de cada instrumento son distintas.
- Aclarar el punto de vista desde el cual se habla de las finalidades del instrumento (profesora formadora, tutora, estudiante o investigadora).
- Describir el contexto del estudio, los criterios de selección de los participantes y de la información a utilizar.

Así entonces, presentamos a continuación la descripción de los instrumentos utilizados en esta investigación, a través de la técnica de análisis del hecho o acontecimiento comunicativo, conocida como **SPEAKING** (Hymes, 1972, citado por Calsamiglia & Tusón, 1999). Este nombre alude al acróstico que se forma con las iniciales de los ocho componentes, escritos en inglés: **S**ituation (Situación), **P**articipants (Participantes), **E**nds (Finalidades), **A**ct sequences (Secuencia de actos), **K**ey (Clave), **I**nstrumentalities (Instrumentos), **N**orms (Normas) y **G**enre (Género).

Se ha escogido esta técnica porque es útil para sintetizar las características del tipo de información que se recogió a través de cada instrumento y a su vez, porque permite presentar en una panorámica general, cómo se sostuvieron las interacciones sociales y cómo se rastrearón las evidencias de la autorregulación de los estudiantes.

Toda esta información se organiza en forma de textos (orales y escritos), que se entienden como hechos (acontecimientos o eventos) comunicativos que tuvieron lugar en un espacio y un tiempo definidos (Calsamiglia & Tusón, 1999): El curso de Didáctica de las Ciencias, entre Octubre de 1999 y Enero del 2000, en el aula 44 del Módulo I, de la Facultad de Educación, en el Campus Universitario y las Prácticas en los Institutos de Secundaria de Barcelona y Sabadell, entre Enero y Junio del 2000.

La información que hemos recolectado es fundamentalmente un acto de verbalización del pensamiento a medida que los estudiantes aprenden a enseñar ciencias. En la descripción de estos hechos comunicativos, se integran elementos verbales (como los diálogos) y no verbales (como los gestos, la posición del cuerpo, etc.) en una situación social y culturalmente definida (Calsamiglia & Tusón, 1999). Estos elementos no verbales, si bien son importantes por su carga de significado, no son relevantes en el análisis que se plantea en esta investigación. La razón es que nuestro análisis se centra en la reflexión metacognitiva y en la influencia que ejercen los puntos de vista de los

demás, sobre dicha reflexión. Nos interesan las ideas de las estudiantes, puestas en palabras, que contrastamos con su actuación en el aula.

Al realizar la transcripción de cada grabación, hemos tenido en cuenta aquellos elementos no-verbales que revisten algún significado para nosotras y los hemos representado con los símbolos gramaticales que comúnmente se usan en un texto:

- Los puntos suspensivos indican por ejemplo, que la frase queda entrecortada porque la persona estaba pensando la idea, o quizás transformando en palabras sus pensamientos.
- Entre paréntesis cuadrados '[]', hemos colocado las palabras que no se dicen, pero que son referentes evidentes dentro del contexto desde el que se habla. A nuestro modo de ver, estas palabras ayudan a agilizar la lectura.
- También hemos colocado entre estos paréntesis, algunos gestos (p.ej. 'ríe' ó 'señala ...') cuando los hemos considerado necesarios para entender el comentario de quien está hablando.
- Los puntos suspensivos dentro de paréntesis cuadrados los usamos para indicar que antes o después de la frase o comentario citado, hay más información, pero que no reviste importancia para el análisis que se están haciendo.

También hemos señalado en la transcripción de las entrevistas, las intervenciones de la investigadora, con una 'I' y debajo de cada fragmento de información, hemos colocado entre corchetes '{ }', la ruta de acceso del anexo donde se encuentra dicha información, para facilitar su búsqueda en el disco compacto que contiene los anexos.

En esta investigación, hemos optado por transcribir los *textos escritos* (diarios, memoria de fin de curso) en su registro lingüístico original, que era el catalán, para mantener al máximo la fidelidad de los datos y porque además, son textos que están escritos en un lenguaje estandarizado, de manera que en el ámbito castellano-parlante, se pueden entender sin mayores dificultades. No obstante, las fuentes que aportaron información de *tipo oral* (entrevistas, grabaciones del trabajo en grupo, de reuniones con las tutoras), se transcribieron con la traducción correspondiente, del catalán al castellano. Una de las razones, es que la investigadora no domina el catalán a nivel escrito, como para hacer una transcripción fidedigna. La otra razón, es que a diferencia de los textos escritos, la información de tipo oral sí tiene una carga importante de regionalismos y otras expresiones muy cotidianas, que ya no son tan accesibles a quienes hablamos en castellano.

La recolección de la información para esta investigación, se realizó entre octubre de 1999 y Junio del 2000 y era una actividad que estaba a cargo de la investigadora. Como suele pasar en muchas investigaciones cualitativas, el problema se va definiendo a medida que avanza la investigación, de modo que en un primer momento, la investigadora optó por recoger toda la información que pudiera resultar útil para entender la influencia de la interacción social en la formación inicial de los estudiantes, así como para poder entender la evolución de sus modelos de enseñanza.

Pero a medida que avanza la investigación, que se van construyendo los casos (ver apartados 8 y 9 de este capítulo) y que se va perfilando mejor la fundamentación teórica del estudio, el investigador va incorporando nuevas ideas y planteamientos, lo que le permite modificar y reestructurar los anteriores, en un proceso recurrente a lo largo de la investigación (Latorre et al, 1996). En consecuencia, una buena parte de la información

obtenida sobre las tutoras y sobre las estudiantes, pasó a ser usada como material para contextualizar su papel en el estudio o para describir a cada persona.

Los instrumentos de recolección de la información no cambiaron en el transcurso de la investigación, pero sí el destino final de una buena parte de la información recogida.

En la siguiente tabla, se define el tipo de información recolectada, respecto a los dos grandes objetos de análisis que nos interesan (la influencia de la Interacción Social sobre la Metacognición de los estudiantes y la Evolución del Modelo Didáctico de tres de ellos), así como las fuentes usadas para captarla. También hemos introducido las tres grandes preguntas, que a modo de categorías, han servido para analizar la información correspondiente a la construcción de los estudios de caso, las cuales serán explicadas en el apartado 7 de este capítulo.

Tipo de información		Fuente
La Interacción Social para potenciar la Metacognición		
- Trabajo en grupo durante las clases de ‘Didáctica de las Ciencias Naturales’.		Grabación en vídeo
- Coevaluación. Reuniones de la estudiante con la tutora en el instituto de práctica.		Grabación en audio
Estudio de Caso: Evolución del Modelo Didáctico de la Estudiante		
<i>Lo que Decía sobre la Enseñanza de las Ciencias</i>	- Entrevista Inicial a cada estudiante - Texto Escrito sobre ‘El Profesor Ideal’ - Diarios de las estudiantes durante el curso. - Entrevista a las estudiantes antes de algunas de sus prácticas (Planificación de la actividad).	Grabación en audio Documento escrito. Documento escrito Grabación en audio
<i>Cómo Actuó la Estudiante durante sus clases en el Instituto</i>	- Diario de Prácticas - Instrumentos utilizados en las clases - Vídeo de algunas de las clases	Documento escrito Documento escrito Grabación en vídeo
<i>Lo que Aprendió sobre el nuevo Modelo de Enseñanza de las Ciencias</i>	- Entrevista a cada estudiante después de su clase. - Entrevista a cada estudiante al finalizar el ‘Curso de Didáctica’ - Entrevista de Estimulación del Recuerdo - Memoria de fin de curso	Grabación en audio Grabación en audio Grabación en audio Documento escrito

Tabla # 1. Instrumentos para Recolectar la Información

Aunque cada fuente de información atiende específicamente a uno de los diferentes aspectos de la intracción social o de la evolución del modelo de enseñanza, en la

mayoría de ellas hemos encontrado información que nos ha servido para contrastar con otras categorías de análisis. Por ejemplo, en la memoria de fin de curso, que recoge información sobre *lo que la estudiante aprendió* de la enseñanza de las ciencias, aparece información sobre la planificación de las actividades, que la hemos usado para mostrar *lo que la estudiante decía* sobre la enseñanza.

En los siguientes apartados, describiremos en detalle los instrumentos de recolección de la información, utilizando la técnica SPEAKING.

5. La Interacción Social: Instrumentos para Recolectar la Información y Criterios de Selección

Cuando diseñamos el proyecto de investigación, la interacción social surgió como uno de los elementos que promueven la metacognición de los estudiantes. De hecho, una de las conclusiones de nuestro trabajo anterior (Angulo, 1996), afirma que la interacción entre los estudiantes (evaluación mutua) y el trabajo con sus profesoras (formadora y tutora – coevaluación -), aporta ideas, cuestionamientos, nuevos puntos de vista, para la reflexión de los futuros profesores.

En este estudio, la grabación de la interacción entre los estudiantes durante las clases del curso de ‘Didáctica de las Ciencias’, se convirtió en la mayor fuente de información, al punto de ser un conjunto de datos suficiente como para llevar a cabo otra investigación.

Las 17 horas y media (aproximadamente) de grabación, se transcribieron completamente, palabra por palabra, en unas 110 páginas. Los estudiantes hablan sobre la ciencia y los contenidos científicos, sobre los diferentes tipos de evaluación, sobre la selección y secuenciación de contenidos, sobre cómo redactar objetivos, sobre la planificación de actividades, sobre los criterios de evaluación, etc. La revisión de los objetivos de la investigación y la necesidad de limitar el análisis, fue útil para decidir que de toda esta cantidad de información, solamente tomaríamos la que consideraríamos:

- más completa, en cuanto las conversaciones mostraran cómo las ideas de los estudiantes adquirirían forma y sentido, a medida que transcurría la interacción;
- más rica en evidencias de que los estudiantes estaban evaluando las ideas de sus compañeros, pues nos interesaba observar los efectos de la evaluación mutua, y,
- más rica en evidencias o indicios de reflexión metacognitiva por parte de los estudiantes, favorecida por la interacción social.

La aplicación de estos tres criterios, sirvió para determinar que la información a analizar sería la que correspondía a una actividad sobre la metodología de trabajo en grupo colaborativo (ver capítulo ‘Resultados’, apartado 1.1) y a una actividad de estructuración para los estudiantes (ver capítulo 3, apartado 2.2., Cuadro #6), cuando estaban aprendiendo sobre la planificación de una actividad (ver capítulo ‘Resultados’, apartado 1.2.).

En cuanto a la coevaluación, la información más completa se encontraba en la grabación de dos reuniones que Alicia sostuvo con su tutora, para planificar dos actividades a realizar con los alumnos. Sobre Meritxell y Marta, teníamos muy poca información, porque desafortunadamente, como ya lo hemos explicado, sus prácticas fueron

simultáneas a las de las otras dos parejas de estudiantes, quienes en un principio hicieron parte del estudio.

Estos factores, unidos a las dificultades para el desplazamiento de las cámaras de vídeo, trajeron como consecuencia que sobre la coevaluación, tuviésemos mucha información, pero fragmentada y con pocas evidencias de la influencia de los puntos de vista de la tutora, sobre las ideas de los estudiantes. En el caso de Alicia, se pudo atender mejor a la recolección de este tipo de información, aunque sólo pudimos grabar dos de las reuniones.

A continuación, usaremos la técnica del SPEAKING para describir en detalle los instrumentos para la recolección de la información.

5.1. Grabaciones de las sesiones de trabajo en grupos colaborativos durante el curso de ‘Didáctica de las Ciencias’: La Evaluación Mutua

1. SITUACIÓN

- Localización: Aula 44, Módulo I. Facultad de Educación, Universidad Autónoma de Barcelona. Octubre 7 / 99 a Enero 13 / 00. Todos los jueves de 16:00 a 19:00.

2. PARTICIPANTES

- Características Socioculturales: El grupo del que hacían parte las tres estudiantes que se constituyeron en nuestros casos, estaba formado por 7 estudiantes; 5 mujeres y 2 hombres; de 20 a 40 años (aprox.); licenciados o a punto de licenciarse en ciencias; la estudiante mayor es médica, con experiencia en tratamiento de toxicómanos y alcohólicos; uno de los estudiantes es del área de geología; otra es del área de ciencias ambientales y los demás son de biología. Inicialmente, el grupo estaba dividido en dos: un grupo de cuatro y otro de tres personas respectivamente. En vista de que había clases en las que solamente había dos o tres estudiantes por grupo, se decidió hacer un solo grupo, para enriquecer la interacción.
- Relaciones entre ellos/ellas: Se trataban entre iguales, con respeto y tolerancia por las opiniones opuestas. Los dos hombres eran los más callados.

3. FINALIDADES

- Metas: Se esperaba que los estudiantes:
 - * Aportaran sus puntos de vista sobre la ciencia, su enseñanza, aprendizaje y evaluación, en relación con las actividades que debían diseñar y aplicar a sus alumnos de secundaria.
 - * Que al escuchar otros puntos de vista, reflexionaran sobre su propio modelo de enseñanza y el nuevo que se les presentaba, de manera que los criticasen y
 - * Que el grupo facilitara la toma de consciencia sobre los aspectos a tener en cuenta cuando se toman decisiones sobre la enseñanza de las ciencias naturales.
- Productos:

* Los diálogos sugieren la influencia de la interacción social en la evolución del conocimiento de los futuros profesores.

En el intento de llegar a acuerdos, se puede producir una falta de claridad frente a los objetivos de una tarea.

La toma de consciencia no necesariamente es inmediata. Se puede manifestar en las reflexiones posteriores del estudiante.

- Finalidades Sociales: Facilitar la construcción de una idea común sobre la tarea a realizar.
- Finalidades Individuales: Tomar consciencia y reflexionar sobre las ventajas y las dificultades de enseñar ciencias con un modelo constructivista.

4. SECUENCIA DE ACTOS

- Organización de la Interacción: Cada miembro del grupo expone su punto de vista; hay uno o dos estudiantes que suelen ser los que encauzan la discusión hacia los requerimientos de la tarea. No hay un coordinador ni un orden formal en el turno de palabra.
- Organización del tema: Generalmente, la conversación tiene cuatro fases:

Aclaraciones sobre las demandas de la tarea

Propuesta de ideas

Negociación: Pocas veces se llega a un acuerdo total desde un comienzo.

Toma de decisiones

5. CLAVE

El grado de formalidad de la interacción es bastante relajado, por tratarse de un diálogo entre iguales. Algunos estudiantes intentan convencer a los demás (o sea que es una interacción de carácter argumentativo) de que sus puntos de vista son consistentes, pero hay otros que intentan convencerse o sacar sus propias conclusiones. El/La estudiante busca hacerse una representación de la situación en la que se encuentra como futuro profesor. Cuando en las actividades se les presentan respuestas de los alumnos, suelen sorprenderse con ellas, les llaman la atención y en ocasiones les resultan divertidas.

6. INSTRUMENTOS

- Canal: Oral (Grabación en vídeo). En total se grabaron 14 sesiones de clase de dos horas y media cada una (aproximadamente). Alrededor de la mitad del tiempo de cada sesión de clase, se dedicaba a la interacción entre los estudiantes, con lo cual, tenemos unas 17,5 horas de grabación en vídeo, correspondiente al trabajo en grupos colaborativos.
- Variedades de habla: Catalán. Algunas frases (hacia la investigadora) en castellano.
- Ubicación: Sentados, en círculo, muy cercanos entre sí.

7. NORMAS

- De interacción: Todos tienen oportunidad de hablar; se interrumpen pocas veces; hay varios solapamientos.

- De interpretación: Acuden a su experiencia como alumnos o como monitores de esplai. Intentan utilizar el nuevo modelo que se les presenta para interpretar las demandas de la tarea a realizar.
8. GÉNERO
- Tipo de interacción: Trabajo en grupo colaborativo
 - Secuencias discursivas: Diálogo, Argumentación, Explicación

5.2. Grabaciones de reuniones sobre la planificación de algunas actividades: La Coevaluación

1. SITUACIÓN

Instituto de Enseñanza Secundaria “Josep Pla”, de Barcelona. Las dos reuniones entre la estudiante y su tutora, que hacen parte de este análisis, tuvieron lugar entre Abril y Mayo del 2000, por las mañanas, casi siempre después de las clases impartidas por la estudiante y se realizaron en el salón que sirve de Seminario de los profesores o en una pequeña aula de reuniones.

2. PARTICIPANTES

- Características Socioculturales:
 - La tutora tiene varios años de experiencia como profesora de ciencias en secundaria y como tutora de futuros profesores. Comparte los principios teóricos del modelo de enseñanza que se promueve desde el curso de didáctica, así como los objetivos de formación inicial del profesorado de ciencias.
 - La estudiante hizo sus prácticas sola, porque las realizó en el segundo cuatrimestre del año.
- Relaciones entre ellas: Cordial, pero se mantiene la jerarquía profesora – alumno.

3. FINALIDADES

- Metas: La tutora como una acompañante y guía de la reflexión del futuro profesor.
- Productos: La tutora orienta el trabajo de la estudiante.
- Finalidades Sociales: Se intenta que el instituto sea el lugar donde la estudiante relaciona la teoría sobre el modelo constructivista de enseñanza de las ciencias, con la práctica.
- Finalidades Individuales: La estudiante ve en la tutora un modelo profesional a imitar. La tutora acompaña y guía la reflexión de la estudiante

4. SECUENCIA DE ACTOS

- Organización de la interacción: La estudiante comienzan explicando la planificación que tienen para la clase. Detalla aspectos de las actividades diseñadas y de los instrumentos a aplicar. La tutora interviene haciendo preguntas, pidiendo aclaraciones, insistiendo sobre la gestión del aula o del tiempo.

- Organización del tema:
 - Estudiante: Propuesta de ideas, Argumentación.
 - Tutora: Pide especificaciones, Sugiere cambios.
 - Estudiante: Toma decisiones.

5. CLAVE

El grado de formalidad de la interacción implica un tono cordial, de respeto, la estudiante escucha con atención las opiniones de la tutora.

6. INSTRUMENTOS

- Canal: Oral (Grabación en audio). Cada entrevista tuvo aproximadamente una hora de duración.
- Variedades de habla: Catalán. Algunas frases en castellano dirigidas a la investigadora.
- Ubicación: La tutora se sentaba al lado de la estudiante.

7. NORMAS:

- De interacción: Ambas tienen oportunidad de hablar; hay muy pocas interrupciones y solapamientos. Las intervenciones suelen ser estudiante – tutora – estudiante y en algunas oportunidades interviene la investigadora.
- De interpretación: El marco de referencia es el grupo clase de secundaria, con el cual se realizan las prácticas, sus experiencias, lo que han hecho y lo que no han hecho, los alumnos problemáticos y los sobresalientes. Hay pocas referencias a los contenidos del curso de didáctica.

8. GÉNERO

- Tipo de interacción: Reunión de trabajo para planificar una clase. Coevaluación.
- Secuencias discursivas: Diálogo – Argumentación - Explicación.

5.3. La Gráfica de Encadenamiento Temático

Uno de los problemas más difíciles al que nos enfrentamos cuando intentamos mostrar resultados que surgen de la interacción social, es el de encontrar una manera adecuada de presentar la dinámica de un diálogo muy extenso, en espacios y tiempos breves. Por esa razón, hemos optado por representar las intervenciones de los estudiantes y las dinámicas de los intercambios, a través de una ‘Gráfica de Encadenamiento Temático’ (GET), una técnica de análisis del discurso, desarrollada por los lingüistas del Cercle d’Anàlisi del Discurs (Calsamiglia et al, 1997).

Hemos adaptado la técnica a las necesidades de nuestro estudio. Lo primero que hemos hecho después de transcribir los diálogos y seleccionar la información, es numerar los *turnos de intervención* de los *participantes* en el diálogo. La lectura de la transcripción nos permitió darnos cuenta de que hablaban tanto del conocimiento específico de la materia a enseñar (geología, biología, ecología), como de la enseñanza de dicho contenido (conocimiento didáctico), de modo que la conversación transcurría cambiando de un *campo* a otro.

Esto nos permitió pensar que la GET debía mostrar:

- estos dos campos de conversación,
- los participantes y
- los turnos de intervención

Posteriormente, identificamos con un color las intervenciones en las cuales se hablaba del conocimiento científico específico y con otro, las que se referían al conocimiento de didáctica de las ciencias.

Tomando como base un plano cartesiano, optamos por representar –por analogía- en el eje de las abscisas, los números de los turnos de intervención y en el eje de las ordenadas, los participantes. A continuación, dividimos horizontalmente el área de la gráfica en dos partes: la inferior representaría los puntos correspondientes a las intervenciones en las que se habla sobre el conocimiento científico específico y la superior representaría los puntos correspondientes a las intervenciones en las que se habla sobre didáctica. En sentido vertical, podíamos señalar los fragmentos de la interacción en los cuales los participantes se referían al *qué*, al *cómo* o al *por qué* enseñar.

Esta distribución implicaba que tuviéramos que repetir los nombres de los participantes (ubicados en el eje de las ordenadas), en cada campo o área de conversación.

Sin embargo, la GET también era útil para representar la dinámica de aquellas conversaciones o de las reflexiones personales que se mantuvieron fundamentalmente en el plano de los conocimientos relacionados con la didáctica (ver respectivamente, el apartado 1.3., del capítulo de ‘Análisis de los Resultados’ y en el apartado 2.1., de ese mismo capítulo, el análisis de lo que Alicia aprendió sobre la aplicación de una actividad de evaluación sumativa). Para estas gráficas, optamos por numerar las intervenciones no tanto por un cambio en el turno del uso de la palabra, sino más bien, por el cambio de referencia por parte de quien estaba hablando. Tomamos esta decisión porque en un solo turno de intervención, la persona hablante podía referirse al *qué*, al *cómo* y al *por qué* enseñar. De este modo, podíamos discriminar los comentarios de acuerdo con su contenido y mostrar así otros detalles de la dinámica de la interacción o de la reflexión personal. Por eso en estas gráficas, el título que aparece en el eje de las ordenadas es ‘Turnos de Intervención / Cambios de Referente’.

Para cada GET, los datos de las tres variables se introdujeron en una hoja de cálculo del programa ‘Excel’ de *Windows – 97*. Con el ayudante de gráficos se diseñaron las gráficas, utilizando como base el tipo de gráfica de líneas.

6. La Evolución del Modelo de Enseñanza de las Estudiantes: Instrumentos para Recolectar Información

6.1. Entrevistas

Todas las entrevistas tienen un carácter semi-estructurado (Latorre et al, 1996). Esto significa que aunque llevábamos unas preguntas básicas para hacer a la estudiante, también dejábamos que hablara de aquellos aspectos que le llamaban la atención sobre

el modelo de enseñanza de las ciencias. Además, la experiencia previa a este estudio nos había mostrado la necesidad de profundizar en ciertos aspectos de los comentarios de los estudiantes, que a nuestro modo de ver eran importantes y necesitaban ser aclarados. Las preguntas o comentarios que se hacen al estudiante, a este respecto, no suelen estar previstos formalmente en la estructura de la entrevista.

Tradicionalmente se ha considerado que las entrevistas son instrumentos que ponen en evidencia un conocimiento que se supone estable. En este estudio asumimos que el conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias que tienen las estudiantes (tanto el que traen al curso de ‘Didáctica de las Ciencias’, como el que van aprendiendo) es dinámico e incluso cambia como consecuencia de la entrevista, por la influencia de las expectativas, de los objetivos y de las preguntas de la(s) persona(s) que interaccione(n) con cada estudiante (Welzel & Roth, 1998). Así entonces, al hacer el análisis de la información aportada por estos instrumentos, hemos tenido en cuenta estos aspectos para la interpretación.

Las entrevistas tienen un carácter introspectivo (Nisbet & Schucksmith, 1987). Con estos instrumentos queremos averiguar sobre la toma de consciencia que la estudiante hace de las diferentes formas de enseñar ciencias (incluida la suya) y de la evolución de sus aprendizajes sobre el modelo de enseñanza propuesto. Para hacerlo, le pedimos que exprese por ejemplo, cómo ha planificado una actividad, por qué lo ha hecho de esa manera, etc. Pensamos que estas preguntas nos pueden revelar indicios de su conocimiento metacognitivo sobre las demandas que la actividad va a atender, de las características de la estrategia de enseñanza que va a utilizar, de qué puede esperar de sus alumnos y de sus propias capacidades metacognitivas, entre muchas otras cosas.

El método de la entrevista tiene problemas que son muy bien conocidos por los investigadores. Por una parte, puede ser que lo que se detecte sea lo que los psicólogos y otros expertos llaman el ‘dominio lingüístico’ del estudiante y no las evidencias de su capacidad metacognitiva puesta al servicio del aprender a enseñar ciencias con un modelo constructivista.

Por otra parte, es muy posible que lo que el estudiante diga, sea lo que el investigador quiere oír. Recordemos que el estudiante se siente dentro de un contexto en el cual está siendo evaluado directa o indirectamente y por eso, intenta mostrar que *sabe*. Además, es natural querer ‘aprobar’, quedar bien y aunque la investigadora no era la profesora – formadora ni la tutora, los estudiantes percibían que trabajábamos en equipo.

Por estas razones, las entrevistas se han combinado con otros métodos de recolección de información, como los diarios de las estudiantes, la grabación en vídeo de algunas de sus clases y el diario de prácticas que aparece en su memoria de fin de curso. También, hemos tenido en cuenta que las preguntas no sean directas (ej. ¿Qué modelo de enseñanza crees que estas usando?, ¿Cuál es tu concepción de evaluar?), sino más bien, que estén contextualizadas en situaciones familiares a ellas o en sus prácticas de enseñanza. Así podemos establecer con mayor certeza, cómo va evolucionando el modelo de enseñanza de la estudiante.

6.1.1. Entrevista Inicial

1. SITUACIÓN

La entrevista inicial se realizó de manera individual con cada estudiante en el aula 44 del Modulo I, de la Facultad de Educación, donde los estudiantes tomaban el curso de didáctica de las ciencias. Todas ellas fueron entrevistadas entre el 14 y el 21 de Octubre /99.

2. PARTICIPANTES

- Características Socioculturales:

Una estudiante³

Investigadora: con experiencia como profesora de ciencias en secundaria y como formadora de futuros profesores. Trabaja en equipo con la profesora – formadora del curso de Didáctica de las Ciencias.

- Relaciones entre ellas: Muy cordial, entre iguales, aunque implícitamente se mantiene la jerarquía profesor – alumno.

3. FINALIDADES

- Metas: Obtener información sobre el modelo de enseñanza de las ciencias que la estudiante trae al curso, sus expectativas respecto al curso así como algunos detalles de sí misma como estudiante y de su imagen como futura profesora de ciencias.
- Productos: La estudiante verbaliza su modo de pensar, sus puntos de vista frente a la ciencia y las concepciones que maneja sobre la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación.
- Finalidades Sociales: Se intenta que la estudiante y la investigadora se familiaricen con el papel que ambas desempeñan en la investigación.
- Finalidades Individuales: La Entrevista Inicial permite a la estudiante hacerse una representación del tipo de información que se espera que aporte y a la investigadora, le permite hacerse una representación de las características personales de la estudiante, de su facilidad para expresarse y de los modos en que debe formular las preguntas para que la estudiante sea lo más explícita posible.

4. SECUENCIA DE ACTOS

- Organización de la interacción: La mayor parte del tiempo habla el estudiante. A lo largo de la conversación la investigadora hace a la estudiante nuevas preguntas para profundizar en sus respuestas o confirmar supuestos.
- Organización del tema: La investigadora inicia la conversación, explicando a la estudiante los objetivos de la entrevista y el tipo de preguntas que se le harán. El orden de las preguntas previstas por la investigadora varía en función del ritmo de la conversación. Del mismo modo, dependiendo de las respuestas de la estudiante, se

³ Recordemos que en este estudio ‘estudiantes’ son los/las futuros/as profesores/as de ciencias, que está tomando el curso de ‘Didáctica de las Ciencias Naturales’, mientras que ‘alumnos’, son los adolescentes del instituto de secundaria, donde se realiza el practicum.

formulan nuevas preguntas para ampliar o profundizar algún aspecto que a juicio de la investigadora es importante.

5. CLAVE

Es una conversación cordial. La estudiante se va relajando a medida que transcurre el diálogo y se familiariza con las preguntas. Estudiante e Investigadora intercambian opiniones y comentan anécdotas.

6. INSTRUMENTOS

- Canal: Oral (Grabación en audio). La entrevista de cada estudiante tuvo una duración aproximada de una hora.
- Diseño del Instrumento: Las preguntas fundamentales de la entrevista inicial fueron las siguientes:
 - ¿Qué esperas aprender en un curso como este?
 - ¿Qué tendría que saber y saber - hacer un profesor de ciencias?
 - ¿Cuál es el papel / la misión de un profesor de ciencias?
 - Aparte de las reacciones propias de la edad, ¿por qué crees que a los alumnos de secundaria (en general), no les gustan las ciencias?
 - Si fueras una 'buena profesora de ciencias', ¿cómo serías?. ¿Qué harías por tus alumnos?
 - ¿Cómo crees que va a ayudarte un curso como éste?
- Variedades de habla: Castellano. Algunas frases en catalán.
- Ubicación: Sentadas alrededor de una mesa, cercanas.

7. NORMAS

- De interacción: Estudiante e investigadora tienen suficiente oportunidad de intervenir, hay muy pocos solapamientos e interrupciones. Se presentan algunos silencios cuando la estudiante reflexiona sobre la pregunta que se le acaba de hacer.
- De interpretación: El marco de referencia es el de la experiencia que la estudiante ha tenido como alumna de secundaria y/o de una facultad de ciencias.

8. GÉNERO

- Tipo de interacción: Entrevista.
- Secuencias discursivas: Diálogo – Descripción - Explicación.

6.1.2. Entrevistas Antes y Después de las Clases

1. SITUACIÓN

Las siguientes entrevistas se realizaron durante el practicum en los institutos de secundaria, en una de las aulas de seminario de los profesores. Todas las entrevistas fueron individuales, exceptuando las entrevistas sobre las clases de Marta y Meritxell, que realizaron sus prácticas en pareja. Tenía una duración que variaba entre treinta y cincuenta minutos, pero la entrevista sobre la planificación de la actividad sobre métodos anticonceptivos, a cargo de Marta y Meritxell, sólo duró unos diez minutos, ya que para ese momento, las estudiantes no habían pensado en los detalles de la actividad.

2. PARTICIPANTES

- Características Socioculturales (ya descritas):
Una/Dos estudiantes
Investigadora
- Relaciones entre ellas: Muy cordial, entre iguales, aunque implícitamente se mantiene la jerarquía profesor – alumno.

3. FINALIDADES

- Metas: Obtener información sobre la representación, anticipación, planificación y regulación de la futura profesora, antes / después de la clase. Que la estudiante explicita y argumente sus puntos de vista sobre el modelo de enseñanza que está aprendiendo.
- Productos: Es difícil para la estudiante verbalizar su modo de pensar, entonces en un principio, se centra en describir los planes para sus clases / sus impresiones sobre el comportamiento del grupo. La entrevista sirvió para que la estudiante tuviese más elementos de reflexión.
- Finalidades Sociales: Contrastar los objetivos planteados, los contenidos desarrollados y en general, la planificación de la actividad con los resultados obtenidos y la reflexión que hace la estudiante sobre las actividades de aprendizaje.
- Finalidades Individuales: La estudiante ve estas entrevistas como momentos de reflexión y toma de consciencia sobre su conocimiento y su actuación.

4. SECUENCIA DE ACTOS

- Organización de la interacción: Se le pide a la estudiante que se centre en las actividades de aprendizaje que prepara/ó para sus alumnos. La mayor parte del tiempo habla la estudiante. A lo largo de la conversación la investigadora le hace nuevas preguntas para profundizar en sus respuestas o confirmar supuestos. Muchas veces, la estudiante hace descripciones, explicaciones o argumentaciones detalladas en sus respuestas, de modo que (a juicio de la investigadora), no hay necesidad de hacer alguna de las preguntas previstas, ni de aclarar otros aspectos.
- Organización del tema: Durante la primera de estas entrevistas, la investigadora inicia la conversación, explicando a la estudiante los objetivos de las entrevistas y el tipo de preguntas que se le harán. El orden de las preguntas previstas por la investigadora varía en función del ritmo de la conversación.

5. CLAVE

Es una conversación cordial. La estudiante se va relajando a medida que se acomoda a las preguntas. Utiliza la entrevista para pedir opiniones y comentar anécdotas, especialmente en las entrevistas después de la clase.

6. INSTRUMENTOS

- Canal: Oral (Grabación en audio)

- Diseño del Instrumento para la Entrevista antes de la Clase:
 - ¿Qué objetivos pretendes conseguir con esta actividad?
 - ¿Cómo sabrás si los has alcanzado o no?
 - ¿Te planteas algún modo de saber si la actividad te está resultando como esperabas, mientras la realizas?
 - ¿Te has planteado qué harás en caso de que la actividad no salga como lo habías previsto?
- Diseño del Instrumento para la Entrevista después de la Clase:
 - ¿Salió todo como lo esperabas?
 - ¿Has conseguido los objetivos que te habías propuesto?
 - ¿Si volvieras a hacer la actividad, qué cambiarías?
 - ¿Cual fue la mayor dificultad que encontraste?
- Variedades de habla: Castellano. Algunas frases en catalán.
- Ubicación: Sentados alrededor de una mesa, cercanos.

7. NORMAS

- De interacción: Casi siempre comienza hablando la investigadora. Estudiante e investigadora tienen suficientes oportunidades para intervenir. Hay muy pocos solapamientos e interrupciones. Se presentan algunos silencios cuando la estudiante reflexiona sobre la pregunta que se le acaba de hacer.
 - De interpretación: El marco de referencia suele comenzar en la experiencia de las clases que la estudiante ha realizado o ha visto hacer y en ocasiones pasa a los contenidos del curso de didáctica.
- ## 8. GENERO
- Tipo de interacción: Entrevista.
 - Secuencias discursivas: Descripción – Explicación - Argumentación

6.1.3. Entrevista Final

1. SITUACIÓN

La entrevista final de la estudiante se efectuó el día que terminaban sus prácticas o unos días después, en una de las aulas del módulo I de la Facultad de Educación de la UAB y cada una, tuvo una duración aproximada de sesenta minutos.

2. PARTICIPANTES

- Características Socioculturales (ya descritas):
 - Una estudiante
 - Investigadora:
- Relaciones entre ellas: Muy cordial, entre iguales, aunque implícitamente se mantiene la jerarquía profesor – alumno.

3. FINALIDADES

- Metas: Obtener información sobre la evolución del modelo de enseñanza de la futura profesora, a partir de su interacción con la tutora, de su trabajo en grupo y/o con su compañera de prácticas.
- Productos: Es difícil para la estudiante sintetizar sus aprendizajes, tanto de las clases del curso de didáctica, como de las prácticas. Habla especialmente en éstas, porque es su experiencia más reciente y tiende a hacerlo en términos muy generales. Por eso había que pedirle que se centre en la enseñanza de las ciencias.
- Finalidades Sociales: Tanto la estudiante como la investigadora se hacen una representación de las implicaciones de aprender a enseñar ciencias con un modelo constructivista.
- Finalidades Individuales: La estudiante ve en la entrevista final un momento de reflexión.

4. SECUENCIA DE ACTOS

- Organización de la interacción: La investigadora inicia la entrevista, explicando a la estudiante los objetivos de la entrevista y el tipo de preguntas que se le harán. La mayor parte del tiempo habla el estudiante. A lo largo de la conversación la investigadora le hace nuevas preguntas para profundizar en sus respuestas o confirmar supuestos.
- Organización del tema: El orden de las preguntas previstas por la investigadora varía en función del ritmo de la conversación.

5. CLAVE

Conversación cordial. La estudiante utiliza la entrevista para pedir opiniones y comentar anécdotas.

6. INSTRUMENTOS

- Canal: Oral (Grabación en audio)
- Diseño del Instrumento para la Entrevista Final:
 - ¿Qué has aprendido sobre la enseñanza de las ciencias naturales?
 - ¿Cómo lo has aprendido?
 - ¿Has cambiado alguna idea u opinión respecto a la enseñanza de las ciencias?
 - ¿Qué aspectos/conceptos/ideas, aún no entiendes, o no estás de acuerdo, o no sabrías aplicar?
 - ¿Cuál fue el tema del curso de ‘Didáctica de las Ciencias’ que más te impactó?
 - ¿Qué has aprendido de tu tutora?
 - ¿Qué has aprendido de tus alumnos?
 - ¿De qué te ha servido trabajar en equipo?
 - ¿Qué ha sido lo más difícil (situaciones, temas...) de este curso?
 - ¿Por qué crees que en este curso se ha insistido tanto en diseñar actividades de enseñanza – aprendizaje – evaluación, diferentes a las tradicionales?
 - ¿Qué características consideras que deben reunir esas actividades?

Si no hubieses tomado el curso de ‘Didáctica de las Ciencias’, ¿cómo habrías hecho tus clases?

- Variedades de habla: Castellano. Algunas frases en catalán.
- Ubicación: Sentadas alrededor de una mesa, cercanos.

7. NORMAS

- De interacción: Estudiante e investigadora tienen suficiente oportunidad de intervenir, hay muy pocos solapamientos e interrupciones. Se presentan algunos silencios cuando el estudiante reflexiona sobre la pregunta que se le acaba de hacer.
- De interpretación: El marco de referencia es el de la experiencia de las prácticas de la estudiante, pero menciona con menos frecuencia los contenidos del curso de didáctica.

8. GENERO

- Tipo de interacción: Entrevista.
- Secuencias discursivas: Diálogo – Explicación - Argumentación.

6.1.4. Entrevista de Estimulación del Recuerdo

1. SITUACIÓN

De cada estudiante se grabaron en vídeo por lo menos dos de las clases realizadas en los institutos de secundaria. Una vez finalizadas las prácticas, se invitó a cada estudiante a observar el vídeo y se grabaron en audio los comentarios que hacía mientras se observaba. Debido a la cantidad de horas de clase a visionar, la primera hora de grabación fue observada por cada estudiante y la investigadora conjuntamente, en la mediateca de la biblioteca de humanidades de la UAB, durante todo el mes de febrero, excepto con una de las estudiantes (que hizo sus prácticas entre abril y mayo). Con esta estudiante se observaron los vídeos en el módulo de desarrollo curricular de la facultad de educación, durante el mes de mayo. El resto de las clases fue observado por cada estudiante en su casa y aproximadamente, una semana después, investigadora y estudiante se reunían en la biblioteca de humanidades para hablar sobre las impresiones causadas por el vídeo.

2. PARTICIPANTES

- Características Socioculturales (ya descritas):
Una estudiante
Investigadora:
- Relaciones entre ellos/ellas: Es una conversación relajada, aunque se nota la tendencia hacia la jerarquía profesor – alumno.

3. FINALIDADES

Metas: La investigadora espera que surjan indicios de reflexión metacognitiva por parte de la estudiante en cuanto a los resultados que tuvo la actividad sobre el aprendizaje de sus alumnos.

Productos: Las estudiantes se fijan más de lo esperado, en el comportamiento de los alumnos y en su actuación como profesoras (cómo se ven ante los alumnos).

Finalidades sociales: La reflexión sobre el vídeo es un complemento de las entrevistas y de la memoria.

Finalidades individuales: Ayuda a las estudiantes a tomar consciencia de algunos de sus éxitos y fallos con las actividades realizadas.

4. SECUENCIA DE ACTOS

- Organización de la interacción: Antes de iniciar el visionado de la cinta, la investigadora pide a la estudiante que la detenga cuando desee comentar algún aspecto de la clase que le llame la atención y le explica que ella hará lo mismo. También le pide que observe el desarrollo de cada actividad, teniendo en cuenta las preguntas para la reflexión (ver ‘Diseño del Instrumento para la Entrevista de Estimulación del Recuerdo’ en el punto ‘6. INSTRUMENTOS’, de la descripción de este instrumento).
- Organización del tema: El vídeo se detiene en momentos que a juicio de una de las dos, merecen ser analizados. La mayoría de las veces, el análisis es sugerido por la investigadora, a través de una pregunta específica sobre la actuación de la estudiante.

5. CLAVE

Es una conversación cordial, que puede ir de seria a divertida.

6. INSTRUMENTOS

- Canal: Oral (grabación en audio)
- Diseño del Instrumento para la Entrevista de Estimulación del Recuerdo
Observar el vídeo teniendo en cuenta:
 - ¿Qué hago?
 - ¿Cómo lo hago?
 - ¿Por qué lo hago de esta manera y no de otra?
 - Lo que hice, ¿sirvió para que mis alumnos aprendieran?
 - ¿Puedo contrastar mi actuación, con lo que aprendí en las clases del curso de ‘Didáctica de las Ciencias’?
- Variedades de habla: Castellano. Algunas frases en catalán.
- Ubicación: Sentadas, al frente del monitor de televisión.

7. NORMAS

- De interacción: Ambas participantes tienen suficiente oportunidad de hablar, hay muy pocas interrupciones o solapamientos, generalmente para aclarar una idea.
- De interpretación: El marco de referencia se centra en lo que pasa durante la clase y se hacen alusiones al curso de didáctica, casi siempre porque la investigadora lo sugiere explícitamente.

8. GENERO

- Tipo de interacción: Conversación.
- Secuencias discursivas: Diálogo – Explicación - Argumentación.

6.2. Documentos Escritos

Autores como Nisbet & Schucksmith (1987); Fellows (1994); Prats & Izquierdo (1998), sugieren que el texto escrito es uno de los instrumentos de aprendizaje más poderosos. En este sentido podemos afirmar, que el ejercicio de escribir un diario, el diario de prácticas y el informe de fin de curso o memoria, nos muestra no sólo que tan capaz es el futuro profesor de escribir con coherencia y claridad, sino también, cómo usa el lenguaje para explorar su pensamiento y para aprender a enseñar ciencias.

A través de estos instrumentos, esperamos que el estudiante exprese su significado personal del nuevo conocimiento que aprende, sus dificultades y expectativas y las actitudes que ha desarrollado respecto a la enseñanza.

6.2.1. ‘El Profesor Ideal’

1. SITUACION

Este instrumento se aplicó durante el primer día de clase del curso de ‘Didáctica de las Ciencias’. Se pidió a cada estudiante, que escribiera en una página, las características ideales del profesor/a de ciencias naturales y que entregara el texto en la siguiente clase.

2. PARTICIPANTES

Cada estudiante elaboró su texto.

3. FINALIDADES

- Metas:

Explicitar el modelo de enseñanza de las estudiantes.

A través del vaciado de este texto, en una red sistémica (ver anexo #8), tomar conciencia de que los aspectos afectivos son comunes a todos los modelos de enseñanza.

Reflexionar sobre otros aspectos que caracterizan al modelo didáctico que se promovía en el curso.

- Productos: Algunos textos expresan fundamentalmente, aspectos afectivos, que corresponden a cualquier modelo de enseñanza. Aparecen muchos elementos autobiográficos.

- Finalidades Sociales: La redacción del texto hace más próxima la relación profesora–formadora - estudiante.

- Finalidades Individuales: Es el primer ejercicio de autorreflexión para cada estudiante, en cuanto le permite tomar conciencia sobre lo que se esperaría de un ‘buen profesor’ de ciencias.

4. SECUENCIA DE ACTOS

Organización del tema: La estudiante describe aspectos generales de este ‘profesor ideal’, pero también especifica algunos, relacionados principalmente con la relación con los alumnos.

5. CLAVE

Es un texto fundamentalmente descriptivo, escrito con cierta formalidad.

6. INSTRUMENTOS

- Canal: Documento escrito.
- Variedades de habla: Catalán.

7. NORMAS

- De interpretación: El marco de referencia es la experiencia de la estudiante, como alumna de secundaria o de la facultad de ciencias.

8. GENERO

- Tipo de interacción: Redacción.
- Secuencias Discursivas: Descripción.

6.2.2. Los Diarios

El diario es un instrumento de reflexión personal, orientado a través de preguntas que relacionan los contenidos del curso de ‘Didáctica de las Ciencias’, con los aprendizajes de los estudiantes sobre la enseñanza de las ciencias. Esta integración puede aportar al estudiante un feed-back sobre su propio aprendizaje y estimula actitudes positivas hacia los nuevos contenidos (Fellows, 1994).

1. SITUACIÓN

Todos los estudiantes del curso de ‘Didáctica de las Ciencias’ elaboraron de manera individual, dos diarios: el primero lo entregaron hacia el 11 de noviembre de 1999 y el segundo, hacia el 13 de enero del 2000.

2. PARTICIPANTES

Los diarios que hemos seleccionado son los de las tres estudiantes que hacen parte de los estudios de caso.

3. FINALIDADES

Metas: La investigadora espera una profundización por parte de la estudiante respecto a lo que está aprendiendo sobre la enseñanza de las ciencias y cómo lo está aprendiendo (metacognición).

Productos: La mayoría aportan información valiosa, sobre lo que la estudiante cree que ha aprendido. Hay aspectos autobiográficos que resultaron muy útiles para describir a la estudiante y que dan idea a la investigadora sobre el marco de referencia que usa para entender la enseñanza de las ciencias. El primer diario tiene más elementos afectivos que el segundo.

Finalidades Sociales: El diario aporta a la estudiante, a la profesora – formadora y a la investigadora, información útil sobre el aprendizaje de la primera.

Finalidades Individuales: Es un punto de apoyo para favorecer las reflexiones de las estudiantes.

4. SECUENCIA DE ACTOS

- Organización de los temas: Ambos diarios intentan favorecer reflexiones en cuanto a los contenidos abordados durante el curso y los efectos de la interacción social. En el segundo se buscan indicios de la representación, anticipación y planificación de las actividades que las estudiantes preparaban para sus alumnos.

5. CLAVE

Es un texto en el que la estudiante expresa sus intimidades respecto a qué y cómo aprende a enseñar ciencias. Es una oportunidad para que ganen confianza en describir qué está funcionando bien en su aprendizaje o qué no, qué es importante o difícil y por qué. Ellas identifican así lo que les preocupa y ven el aprendizaje del nuevo modelo de enseñanza desde otras perspectivas. Muchas veces mencionan las conexiones que hacen entre sus reflexiones y el material o el contenido abordados en el curso; exploran nuevos planteamientos o mencionan en qué ha avanzado su aprendizaje.

6. INSTRUMENTOS

- Canal: Documento escrito

- Diseño del Diario # 1:

¿Què has après durant aquestes sessions?

¿Com ho has après?

¿Què t'han ensenyat els teus companys de grup? Què els has ensenyat?

¿Quines eren les teves idees inicials, abans de començar el curs, sobre els temes que hem tractat? . ¿Algunes d'aquestes idees estan en crisi, perquè?

¿Quines dificultats et sembla que pot comportar posar en pràctica els nous models d'aprenentatge de les ciències?

- Diseño del Diario # 2:

Suposem que a aquestes alçades de curs de didàctica ja deus haver-te familiaritzat una mica amb l'institut. A més, segurament ja estàs pensant en les activitats que realitzaràs amb els teus alumnes.

Quan et planteges una activitat d'aprenentatge, ¿quins aspectes tens en compte per dissenyar-la?

Si compares els teus punts de vista sobre l'ensenyament de les ciències a l'inici del curs amb els que tens en aquest moment, ¿trobes alguna diferència? . ¿Perquè?

Sempre és molt curt el temps per tractar amb profunditat tots els temes. ¿Sobre quins aspectes et queden dubtes en relació a la selecció i la seqüenciació de continguts i a les activitats d'aprenentatge?

¿Podries mencionar alguns elements de reflexió que t'hagin aportat el curs, les pràctiques i els teus companys de grup?

- Variedades de habla: Catalán.

7. NORMAS

- De interpretación: El marco de referencia de las participantes, son los contenidos del curso. Permite a la investigadora comparar las metas y los productos esperados, así como pensar en el tipo de preguntas que puede hacer en las entrevistas.

8. GENERO

- Tipo de interacción: Texto individual.
- Secuencias Discursivas: Descripción, Argumentación.

6.2.3. El Diario de Prácticas

1. SITUACION

Este instrumento es parte de la memoria de fin de curso. A modo de diario, contiene una descripción de las actividades realizadas por la estudiante durante cada clase.

2. PARTICIPANTES

Cada estudiante elabora su propio diario de prácticas.

3. FINALIDADES

- Metas:
 - * La estudiante deberá explicitar detalladamente todos los pasos que siguió para llevar a cabo sus actividades.
 - * La investigadora buscará los detalles de la actuación de la estudiante y en lo posible, los contrastará con el vídeo de la clase.
- Productos: Algunos diarios de prácticas o partes de ellos son muy superficiales y/o poco detallados. La información es muy útil para complementar las observaciones de la investigadora.
- Finalidades Sociales: El diario de prácticas es uno de los elementos a tener en cuenta en la evaluación de la memoria de fin de curso.
- Finalidades Individuales: Servir de ejercicio de autorreflexión para cada estudiante, en cuanto le permite tomar consciencia sobre su actuación.

4. SECUENCIA DE ACTOS

Organización del tema: La estudiante usa el diario de prácticas como base para presentar aspectos de la planificación de la actividad (objetivos, contenidos, recursos, gestión del aula...) y para presentar sus reflexiones sobre lo aprendido (decisiones a tomar, cambios para el futuro...).

5. CLAVE

Es un texto descriptivo, que lleva la fecha y el lugar de la clase, escrito formalmente para un informe.

6. INSTRUMENTOS

- Canal: Documento escrito.
- Variedades de habla: Catalán.

7. NORMAS

- De interpretación: El marco de referencia es la experiencia de las clases desarrolladas por la estudiante. La presentación del texto puede sugerir el ciclo de aprendizaje y la selección y secuenciación de los contenidos.

8. GENERO

- Tipo de interacción: Informe de actividades realizadas en las clases.
- Secuencias Discursivas: Descripción.

6.2.4. La Memoria o Informe de Fin de Curso

Es el informe elaborado individualmente por las estudiantes, sobre sus prácticas en el instituto. Recoge información sobre la institución, la planificación y realización de los contenidos y actividades desarrollados por cada estudiante y sus reflexiones en relación con los aprendizajes que tuvieron lugar sobre la enseñanza de las ciencias. La memoria es considerada como el instrumento de evaluación sumativa del curso de ‘Didáctica de las Ciencias’.

1. SITUACION

Este informe fue entregado en la primera semana de febrero del 2000 por las dos estudiantes que practicaron en pareja, mientras que Alicia lo entregó en Junio.

2. PARTICIPANTES

Cada estudiante elaboró su propia memoria.

3. FINALIDADES

- Metas:

Se espera que en la memoria, la estudiante explicita detalladamente todos los pasos que siguió para planear y realizar sus actividades, especialmente las decisiones que tomó, teniendo en cuenta los contenidos del curso de ‘Didáctica’.

Se buscan las decisiones que tomó sobre las actividades para sus alumnos, en función de un modelo constructivista de enseñanza de las ciencias.

Se valoran sus reflexiones en torno a qué aprendió sobre enseñar ciencias.

- Productos: Las memorias de Marta y Alicia muestran las reflexiones que hacen al relacionar los contenidos del curso de ‘Didáctica de las Ciencias’ con su experiencia durante las prácticas. Estas reflexiones ponen en evidencia las dificultades que tuvieron, para entender el modelo de enseñanza que se les proponía. Por el contrario, la memoria de Meritxell está escrita de una forma muy sintética, superficial en cuanto a que sólo parecen cumplir con los requisitos mínimos para su evaluación.

- Finalidades Sociales: Evaluar el nivel de reflexión metacognitiva que la estudiante ha alcanzado al aprender a enseñar ciencias.
- Finalidades Individuales: Servir de ejercicio de autorreflexión para cada estudiante, en cuanto le permite tomar consciencia sobre sus aciertos y fallos.

4. SECUENCIA DE ACTOS

Organización del tema: En general, la primera parte de la memoria aparece información sobre el funcionamiento del centro de secundaria y el grupo de alumnos. En la segunda parte, el estudiante explica cómo organizó los contenidos a enseñar, qué tipo de actividades planeó, cómo las realizó (diario de prácticas), qué resultados obtuvo, en qué tuvo éxito y en qué falló y qué modificaciones introduciría para el futuro. Generalmente, cada parte va acompañada de una descripción de las decisiones tomadas por la estudiante y sus reflexiones.

5. CLAVE

Es un texto escrito formalmente para un informe. Se anexan los instrumentos utilizados en cada actividad y ejemplos de las respuestas de los alumnos.

6. INSTRUMENTOS

- Canal: Documento escrito.
- Variedades de habla: Catalán. Algunos fragmentos en castellano referencian respuestas de los alumnos o comentarios.

7. NORMAS

- De interpretación: El marco de referencia es la experiencia de las clases del estudiante y su relación con los contenidos del curso de didáctica.

8. GÉNERO

- Tipo de interacción: Informe de fin de curso.
- Secuencias Discursivas: Descripción y Argumentación.

6.3. La Grabación en Vídeo de las Clases de las Estudiantes

1. SITUACIÓN

De cada estudiante se grabaron en vídeo por lo menos dos de las clases impartidas en los institutos de secundaria. El primer día, se informó a los alumnos sobre la presencia de la cámara y de la investigadora. La cámara se ubicó en la parte de atrás del aula, para interrumpir lo menos posible la clase y no distraer demasiado a los alumnos ni a la estudiante que daba su clase, quienes después de los primeros minutos, se olvidaron de la cámara.

2. PARTICIPANTES

Características Socioculturales (ya descritas):

Una estudiante
Investigadora
Grupo de alumnos de secundaria
Tutora

Relaciones entre ellos/ellas: Profesora – Alumnos. Las demás participantes ocupan un lugar secundario.

3. FINALIDADES

Metas: La investigadora usa la información aportada por este instrumento para analizar la actuación de la estudiante y contrastarla con lo que la estudiante ha dicho (verbalización) sobre la planificación de sus actividades.

Productos: La grabación en vídeo resultó muy apropiada para analizar la actuación de las estudiantes y para realizar la entrevista de estimulación del recuerdo. No se pudieron grabar todas las clases, por las dificultades de disponibilidad de las cámaras.

Finalidades sociales: La reflexión sobre el vídeo es un complemento de las entrevistas y de la memoria.

Finalidades individuales: Permite a la investigadora observar en detalle los aspectos de la aplicación de la actividad, por parte de la estudiante.

4. SECUENCIA DE ACTOS

- Organización de la interacción: La interacción es mínima. Se pide a la estudiante y al alumnado que ignoren la presencia de la cámara y de la investigadora.

5. CLAVE

Se intenta que la interacción de la estudiante y de los alumnos con la vídeo – cámara sea mínima, para que la grabación represente los eventos naturales de la clase.

6. INSTRUMENTOS

- Canal: Audio - visual (grabación en vídeo)
- Variedades de habla: Catalán. Excepcionalmente se habla en castellano.
- Ubicación: La estudiante está de frente a la cámara y a sus alumnos.

7. NORMAS

- De interacción: La estudiante conduce la clase.
- De interpretación: Los contenidos de la clase y las actividades diseñadas para enseñarlos.

8. GÉNERO

- Tipo de interacción: Clase de Ciencias Naturales: Explicación, trabajo en grupo.
- Secuencias discursivas: Explicación – Argumentación.

7. Criterios para Seleccionar la Información sobre el Modelo de Enseñanza de las Ciencias y Estrategia de Análisis de la Información

Una vez terminada la transcripción de esta información, se inició un proceso de análisis en el que se iban tomando simultáneamente muchas decisiones de carácter metodológico, que trataremos de describir a continuación.

Comenzamos este proceso con una primera lectura para seleccionar la información. El primer criterio de selección era que *los datos hicieran referencia al modelo de enseñanza de las ciencias, específicamente, a las concepciones de ciencia, de enseñanza, de aprendizaje y de evaluación.*

El segundo criterio para seleccionar la información, era que *ésta hiciera referencia a una de estas tres preguntas:*

- ***¿Qué enseñar – aprender - evaluar?*** Se refiere al (tipo de) contenido: Teorías y conceptos científicos; Método y Procedimientos de la ciencia; Actitudes, normas y valores.
- ***¿Cómo / Cuándo enseñar – aprender - evaluar?*** Se refiere a la forma de enseñar (los métodos utilizados, los recursos, las estrategias) y al momento de llevar a cabo el proceso.
- ***¿Por qué / Para qué enseñar – aprender - evaluar?*** Se refiere a los objetivos, razones, finalidades (alfabetización científica; aprobación social; regulación) de la enseñanza de las ciencias en general, o de una actividad en particular.

Con esta información se construyó un instrumento de análisis que contiene:

1. La fecha
2. La fuente de información
3. La información textual, organizada según las preguntas indicadas.

Este instrumento de análisis (ver anexos #5, #6 y #7, para los casos de Alicia, Meritxell y Marta, respectivamente) permitió observar que la información recogida a través de las grabaciones en vídeo de las clases de las estudiantes y las notas de observación de clase, coincidían - como se esperaba -, con la de las actividades diseñadas y aplicadas, descritas en el diario de práctica que aparece en la memoria, con lo cual, se eliminó una fuente de datos a la que habíamos denominado “Notas de Observación de las clases de las estudiantes”.

El tercer criterio para el análisis de la información *es de carácter teórico*. Se refiere a las relaciones existentes entre las concepciones de enseñanza, aprendizaje y evaluación, que configuran modelos de enseñanza de las ciencias que se pueden reconocerse como:

- Modelos Tradicionales (en los que hemos incluido a los de transmisión y descubrimiento)
- Modelos Constructivistas (en los que hemos incluido el modelo que promovíamos en el curso de ‘Didáctica de las Ciencias’)

De acuerdo con Pozo & Gómez Crespo (1998), los diversos enfoques o tradiciones para la enseñanza de las ciencias, no solamente responden al conjunto de concepciones educativas instauradas en nuestra cultura del aprendizaje, sino también a los intentos de renovación de esa cultura, que se basan en la investigación. Los modelos constructivistas son precisamente, uno de los productos más recientes de la investigación didáctica. No obstante, al igual que estos autores, reconocemos que las diferentes tradiciones de enseñanza pueden coexistir y solaparse a lo largo de su propia evolución.

En la literatura sobre didáctica de las ciencias, habitualmente se considera que hay un modelo de enseñanza ‘tradicional’ que es el de transmisión. En este estudio, también incorporamos a la categoría de ‘tradicional’, al modelo de enseñanza por descubrimiento, en contraste con los modelos constructivistas ‘más actuales’. Esta decisión tiene una razón muy simple: La transmisión de conocimientos (un modelo muy extendido en todo el mundo) y el descubrimiento (más conocido en el mundo anglosajón, pero no por eso menos célebre), han venido presidiendo las clases de ciencias en secundaria en los últimos cincuenta años. Los modelos constructivistas por su parte, empezaron a difundirse entre la comunidad científica en la década de los ochenta y entre el profesorado más innovador hacia los noventa, aunque debemos reconocer que aún no han acabado de consolidarse en nuestra aulas. Visto así, los modelos de transmisión y de descubrimiento son los ‘tradicionales’.

Considerar los modelos de enseñanza de las ciencias de esta manera, nos permite introducir mayor agilidad al análisis de la información. Para tomar decisiones respecto a la correspondencia entre un dato y un modelo de enseñanza, se elaboró la Tabla #2 (que aparece en la página siguiente), la cual permite comparar los modelos (tipificados) de enseñanza.

Uno de los problemas en las investigaciones de tipo cualitativo, es el de encontrar una forma de representación que permita comunicar los resultados de una manera sintética y visual. En nuestro estudio, esto implicaba buscar el modo de ‘cuantificar’ el análisis que estábamos haciendo, para poder traducirlo a una gráfica.

Encontramos la manera de hacerlo, asignando a cada modelo de enseñanza un número que se señala dentro de un paréntesis en la tabla # 2. Así, al analizar la información, podíamos colocar este número a las *verbalizaciones* o *actuaciones* de la estudiante, según se contextualizaran en uno u otro modelo didáctico. Dado que una de las metas del curso de Didáctica era la de aproximar a los estudiantes a un modelo constructivista de enseñanza de las ciencias, se le asignó a este modelo el número dos y a los modelos que hemos llamado ‘tradicionales’, el número uno.

Respecto a la presentación de la información que se va contrastando durante el análisis, debemos aclarar que al lado de los comentarios que permiten dilucidar el modelo didáctico, hemos colocado entre paréntesis el número correspondiente al modelo (‘1’ ó ‘2’). A lo largo de los estudios de caso, aparecen comentarios que no están acompañados de uno de estos números, porque no se puede deducir a partir de ellos el modelo de enseñanza o porque sirven solamente como contexto para el análisis de otro comentario en el que sí es posible valorar el modelo de enseñanza.

Tabla # 2. CRITERIOS PARA VALORAR LA INFORMACIÓN SOBRE EL MODELO DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DE LAS ESTUDIANTES

	MODELOS TRADICIONALES (1)		MODELOS CONSTRUCTIVISTAS ¹ (2)
	DE TRANSMISIÓN	DE DESCUBRIMIENTO	
<i>CONCEPCIÓN DE CIENCIA</i>	Es un conocimiento acabado, que progresa por acumulación de teorías, las cuales describen cómo es y cómo funciona realmente el mundo.	Es un conocimiento que se deduce de la observación y la experimentación. La ciencia se diferencia de otras formas de acercarse a la realidad, por el uso del método científico.	Es un conocimiento que está constituido por un conjunto de modelos teóricos. Se trata de una construcción social, moderadamente racional.
QUÉ ENSEÑAR – APRENDER – EVALUAR?	Se enseñan principalmente contenidos de tipo conceptual, de forma clara y siguiendo el orden de la disciplina, del texto, o del profesor. Las actividades experimentales demuestran al alumno la veracidad del conocimiento científico.	Se enseñan contenidos procedimentales y actitudinales. El alumno aprende a utilizar adecuadamente el método científico. Los contenidos se enseñan de acuerdo con la lógica disciplinar o la del libro de texto.	Se enseña a usar nuevos modelos. El alumno re-construye sus significados iniciales, apropiándose de los que se le proponen, al hacer una reflexión metacognitiva. Se evalúa la evolución de los modelos del alumno y actitudes como la preferencia por argumentos basados en la ciencia para fundamentar puntos de vista.
CÓMO / CUANDO ENSEÑAR – APRENDER – EVALUAR?	El alumno es capaz de seguir el discurso científico, si atiende a la explicación y se esfuerza por memorizar los conceptos. Se asume que el alumno no sabe sobre los conocimientos a aprender.	El alumno aprende siempre y cuando su nivel de desarrollo intelectual sea adecuado para el grado de abstracción o de dificultad de los contenidos presentados. Para que descubra el conocimiento, es importante que desarrolle las actitudes y motivaciones de los científicos. Se plantean preguntas o problemas a investigar, para resolverlos aplicando los procedimientos científicos. El profesor evita dar respuestas.	Para favorecer la construcción del conocimiento, se enseña a través de un ciclo de aprendizaje que tiene distintas fases: exploración de las ideas de los alumnos, introducción de nuevos conocimientos, estructuración y síntesis y, aplicación. La enseñanza y el aprendizaje van acompañados de la evaluación al comienzo, durante y al final del proceso. Los nuevos modelos se presentan en contextos significativos para el alumno. El error es natural y es una fuente de aprendizaje.
POR QUÉ / PARA QUÉ ENSEÑAR – APRENDER – EVALUAR?	La meta de la educación científica es que el alumno acumule la mayor cantidad posible del conocimiento que los científicos tienen sobre la naturaleza. Se evalúa qué tanto sabe el alumno, a través de preguntas en las que se privilegia su capacidad para reproducir el conocimiento introducido.	La meta de la educación científica es que el alumno aprenda a utilizar el método científico para que pueda resolver problemas de una manera creativa y crítica. Se usa la evaluación sumativa para saber si el alumno ha llegado a descubrir el contenido previsto. Si no lo ha hecho, el profesor replantea la investigación	La meta de la educación científica es que el alumno sea capaz de utilizar los modelos teóricos para interpretar los hechos del mundo. La evaluación informa al profesor sobre cómo va el proceso de E-A, de forma que pueda introducir actividades de regulación más oportunamente. La evaluación tiene la función pedagógica de (auto)regular los aprendizajes. La Ev. inicial permite identificar los puntos de partida para el aprendizaje; la evaluación formativa (incluida la coevaluación y la evaluación mutua) ayuda a detectar las inconsistencias entre ideas, modelos y datos; y la evaluación final, permite reconocer hasta donde evolucionó el modelo del alumno.

¹ Reconocemos que hay muchas propuestas que se pueden categorizar como constructivistas. Por razones obvias, nos restringimos a la nuestra.

El hecho de disponer de muchas fuentes de información distintas (diarios, entrevistas, grabaciones en vídeo, etc.), nos permitió agrupar los resultados según se tratara de *verbalizaciones* que la estudiante hacía, es decir, lo que decía sobre la enseñanza ó de su *actuación* durante las clases al aplicar las actividades diseñadas. De esta forma, podíamos analizar qué tan consistente era su aprendizaje.

Primero se revisó toda la información correspondiente a la *verbalización* de la estudiante. Durante una semana y en diferentes momentos se contrastaba cuidadosamente la información con los criterios que aparecen en la tabla. Esto permitió reducir todo lo posible, el problema de la variabilidad en la asignación de un número (un modelo) a un dato y además, tomar consciencia de que en muchas ocasiones no es fácil determinar si una *verbalización* o una *actuación* específicas corresponden a uno u otro modelo – aún teniendo un conjunto de ‘indicadores’ fundamentados en la teoría –.

La diferencia entre los modelos podía llegar a ser difícil de establecer. Para despejar las dudas, teníamos que considerar el contexto desde el cual la estudiante estaba hablando o actuando. Sobra decir que este tipo de ejercicios es una tarea agotadora, pero siempre recomendable.

Por otra parte, a medida que se contrastaba la información entre las diferentes fuentes y con la tabla (para asignar el número correspondiente al modelo de enseñanza que había detrás de la información), ocurría que tanto en las *verbalizaciones* como en las *actuaciones* (actividades), surgía una “mezcla de modelos”. Veamos el siguiente ejemplo de la entrevista de Alicia, antes de su clase sobre ‘los factores del ecosistema’:

¿CÓMO / CUANDO EVALUAR?

I: ¿Cómo sabrás en el transcurso de esta clase si tus alumnos entienden el tema?.

*La primera parte, que es la de los elementos del medio físico.... **Primero hay que corregir con lo cual ya te das cuenta si lo han seguido o no.** {Ella es quien corrige} (1)*

*[...] pues yo pienso que..., **quizás la manera de saber si ellos siguen [mi razonamiento] es intentar que sean ellos los que digan lo que hay que poner... entre comillas, ¿no?. Como el otro día en plan, 'bueno... aquí ¿qué ponemos?, ¿cómo lo ponemos?'** Y intentar que no siempre responda el mismo sino un poco así más general. {los alumnos van diciendo lo que descubren} (1)*

*Y luego sobretodo también el tema de [...] para saber los que están siguiendo, [...] creo que **en una clase es muy complicado ver si todos siguen... porque no les puedes estar preguntando a todos.** Entonces creo que la mejor manera es ir preguntando en general, no siempre al mismo o sea lo más global que puedas, lo más amplio que puedas pero bueno... dentro de tus limitaciones, porque tienes una hora... y si me pongo a preguntar a todos ya que si no hago nada!, ¿vale?. {la evaluación es para saber si siguen su discurso}. (1)*

*O sea, un poco en general intentar que ellos, sean los que vayan avanzando. **Si tú preguntas, hacer la pregunta para que den el siguiente paso** [...] {los alumnos descubren} (1)*

*[...] Por otro lado, **actividades individuales de aplicación, o de estructuración para que realmente yo pueda coger el papel de cada uno y ver si siguió o no** [...] o dedicarse un rato a hacer una actividad individual o lo que he hecho más o menos en casi todo... una actividad de deberes ... entonces luego yo miro si siguen..., porque hacerlo en clase... bueno, se puede hacer de este nivel más global si el grupo sigue, ¿no?, pero no si cada uno sigue. {Introduce la evaluación formativa} (2)*

*Si el grupo sigue [el razonamiento], creo que **con esta dinámica de preguntas y respuestas, más o menos puede ir siguiendo** {si los alumnos descubren el conocimiento}. (1)*

(Los datos complementarios que están entre paréntesis cuadrados surgen de contrastar la entrevista con la grabación en vídeo de su clase).

Para resolver esta encrucijada, nos devolvimos sobre nuestros pasos. Esto nos permitió tomar consciencia de que el análisis nos estaba mostrando que Pozo & Gómez Crespo (1998), tienen mucha razón cuando dicen que las diferentes formas en las que se ha venido abordando la enseñanza, pueden coexistir y encontrarse solapamientos entre ellas, en el transcurso de su evolución. Nuestra estudiante estaba aprendiendo a enseñar ciencias con un nuevo modelo, de manera que era lógico que al analizar la evolución de su modelo, encontráramos este tipo de resultados. Así entonces, optamos por promediar los valores asignados a cada frase o comentario y con este promedio (1,1, para este ejemplo), podíamos representar gráficamente, el estado del modelo de enseñanza que había detrás de la verbalización o de la actuación de la estudiante.

La búsqueda de una solución al problema de representar visualmente estos resultados, nos llevó a la construcción de gráficas radiales, tanto para las verbalizaciones como para las actuaciones de la estudiante, cuyos ejes representarían las preguntas sobre *qué, cómo / cuándo y por qué / para qué* enseñar, aprender y evaluar las ciencias.

No obstante, las gráficas radiales eran muy puntuales ya que se referían a un momento específico del estado de evolución del modelo de enseñanza de la estudiante. Podíamos superponerlas, pero al hacerlo, resultaban difíciles de leer. También podíamos poner todas las gráficas radiales juntas en una sola página y ver cómo la figura iba cambiando a medida que transcurría el periodo de formación. Sin embargo, seguían viéndose como representaciones fragmentadas. Finalmente optamos por contrastar la *verbalización* y la *actuación* de la estudiante, para cada momento del análisis. A pesar de que consideramos que las gráficas radiales son una buena solución, seguían viéndose como momentos aislados del análisis, sin relación entre sí.

Siguiendo con nuestro interés de encontrar una forma de visualizar la evolución del modelo de enseñanza de las estudiantes, observamos la ‘Gráfica de Encadenamiento Temático’ (GET)⁵ (ver apartado 5.3, de este capítulo). No podíamos construir una GET, porque no estábamos analizando un fenómeno de interacción social en un grupo. No obstante, la presentación de la GET nos dio la idea de mostrar la evolución del modelo de enseñanza de la estudiante, en el que se distinguieran con líneas distintas las verbalizaciones y la actuación de la estudiante. Además, teníamos una razón para justificar el modo de hacerlo así.

Era una razón relacionada con el objetivo que se buscaba con el análisis de esa información (describir la evolución del modelo de enseñanza de las ciencias de las estudiantes). Si tenemos en cuenta que el modelo es un sistema de ideas que se expresa lingüísticamente (Giere, 1988), podemos decir que en el modelo de enseñanza de las ciencias, las respuestas a las preguntas sobre el *qué, el cómo y el por qué /para qué evaluar*, forman un sistema de ideas porque se relacionan entre sí, configurando el modelo de enseñanza que maneja la estudiante. Recordemos que éste era nuestro *criterio teórico*.

⁵ Para la construcción de las GET usamos las opciones del programa ‘Excel’ de *Windows-97*.

Visto así, era posible promediar entre sí los valores asignados a las preguntas para cada fecha, de manera que obtuviéramos un solo valor para cada momento de análisis. Entre las opciones gráficas del programa Excel, la gráfica lineal nos permitía hacer ésta representación, además de contrastar las curvas correspondientes a la *verbalización* y a la *actuación* de la estudiante. Esta era una de las hipótesis que en cualquier caso queríamos verificar.

Para construir la gráfica lineal, tomamos como base un plano cartesiano. Hemos representado en el eje de las ordenadas los valores correspondientes a los modelos de enseñanza de las ciencias. Aunque a estos modelos se les haya asignado valores absolutos de 1 y 2 respectivamente, los datos recogidos permiten considerar que las concepciones de las estudiantes se mueven entre fronteras poco definitivas, tal como lo muestran sus “mezclas” y los valores promedio obtenidos. Esto nos indicaba que la evolución del modelo de enseñanza de la estudiante, debía representarse a través de valores próximos al ‘1’ y al ‘2’.

Decidimos entonces, que del valor 1,5 hacia abajo del eje de las ordenadas (‘y’), estaría el área correspondiente a los modelos tradicionales y que de este valor hacia arriba, estaría el área de los modelos constructivistas.

Las primeras gráficas nos mostraban un espacio ‘vacío’, correspondiente a los valores que iban de cero a uno. Como no se trataba de una representación matemática en sentido estricto, supusimos que este espacio se podía eliminar sin afectar por ello la representación que pretendíamos hacer. Así entonces, modificamos los valores que el programa *excel* asigna al eje de las ordenadas, colocando un rango de 0,8 a 2,2.

En el eje de las abscisas (‘x’), hemos representado los diferentes momentos en los que se hace el análisis de la evolución del modelo de enseñanza de la estudiante, siguiendo un orden temporal, que a su vez corresponden con los momentos en los cuales se recolectó la información. Por ejemplo, si se trata de la entrevista inicial, o de la presentación de uno de los diarios, o de la realización de alguna de las actividades para los alumnos.

En el intento de contrastar las *verbalizaciones* y las *actuaciones*, surgió un elemento que nos ayudó a enriquecer el análisis. Nos dimos cuenta de que en las *verbalizaciones* de la estudiante, había dos tipos de información. Una, referida a los conocimientos sobre el modelo de enseñanza, con los cuales la estudiante se enfrentaba al diseño y aplicación de sus actividades, es decir, las verbalizaciones que la estudiante hacía sobre la ciencia, su enseñanza, aprendizaje y evaluación, rastreadas a través de:

- la Entrevista Inicial
- el documento escrito sobre ‘El Profesor Ideal’;

además de los conocimientos que iba incorporando a sus concepciones, a medida que avanzaba el curso. Estas últimas verbalizaciones aparecen en:

- los dos Diarios y en
- las Entrevistas antes de las clases.

Todo este conjunto de información lo hemos llamado ***Lo que la estudiante decía*** y está representado por la curva azul en la gráfica lineal.

El otro tipo de información verbal, era la que se refería a las reflexiones que la estudiante hacía después de aplicar sus actividades o en general, al pensar sobre su

actuación, en función de lo que creía saber sobre la enseñanza de las ciencias. También incluye información sobre lo que la estudiante aprendió del curso de ‘Didáctica de las Ciencias’. Los instrumentos que utilizamos para rastrear este tipo de verbalizaciones son:

- Entrevistas después de las clases
- Entrevistas de Estimulación del Recuerdo
- Entrevista Final
- Memoria de Fín de Curso (excepto el diario de prácticas)

A este tipo de información la llamamos **Lo que la estudiante aprendió**. Separarla de la información sobre *lo que decía*, nos permitía representar en una nueva curva (de color amarillo, en la gráfica lineal), el resultado de sus reflexiones metacognitivas, de su autorregulación, mostrándonos otro punto de contraste.

La información correspondiente a las Actividades de Enseñanza – Aprendizaje – Evaluación (e-a-e), que la estudiante realizó durante sus prácticas en el instituto, fue aportada por:

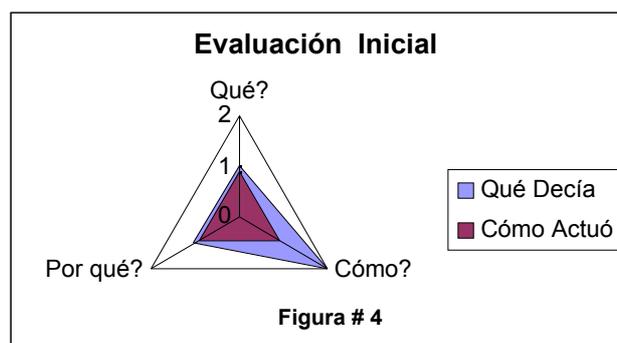
- Los instrumentos utilizados en las actividades de clase
- Las grabaciones en vídeo de las clases, y
- El Diario de prácticas (consignado en la Memoria de Fin de Curso)

A este conjunto de información la hemos llamado **Cómo Actuó** la estudiante y está representada por la curva rosa en la gráfica lineal.

En resumen, diseñamos una gráfica lineal que representa la evolución del modelo de enseñanza de la estudiante, desde **tres categorías de análisis** diferentes: **Lo que decía** –sobre la enseñanza-, **Cómo actuó** –durante la clase- y **Lo que aprendió** -de su práctica y en general, del curso de ‘Didáctica de las Ciencias’-.

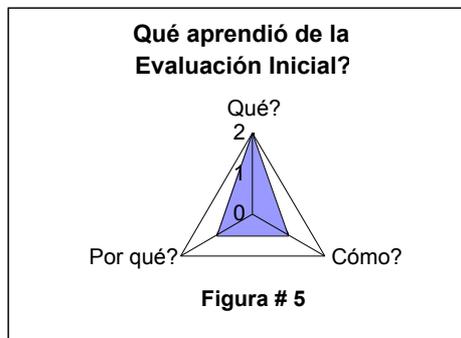
Estas decisiones sobre la representación de la evolución del modelo de enseñanza de la estudiante en una gráfica lineal, nos llevaron a realizar modificaciones similares en las gráficas radiales, en las que como se recordará, estábamos contrastando *actuación*, con *verbalización* – en general-, para cada momento del análisis. Así entonces, elaboramos dos tipos de gráfica radial. El primero, representa dos conjuntos de datos: las verbalizaciones sobre *lo que la estudiante decía* y su *actuación*, como se observa en este ejemplo, tomado del caso de Alicia:

	¿Qué?	¿Cómo?	¿Por qué?
Lo que decía	1	2	1
Cómo actuó	1	1	1



El segundo tipo de gráfica radial, representa *lo que la estudiante aprendió*:

¿Qué?	¿Cómo?	¿Por qué?
2	1	1



Como ya lo hemos explicado, el valor de cada eje es el promedio de la valoración de los datos en cada pregunta, para cada fecha y momento del análisis. La unión de los puntos que indican los valores, forma un triángulo que va cambiando a lo largo del tiempo como bien puede observarse en las figuras que acompañan cada apartado del análisis.

Recordemos que el problema “técnico” de este tipo de gráfica es que al sobreponer los tres triángulos, es muy difícil visualizar la evolución y distinguir cada momento, aun cuando la gráfica sea a color. La mejor opción, era la de sobreponer para cada momento (o fecha) las gráficas de *verbalización* y de *actuación*, de forma que sólo aparecieran dos triángulos al mismo tiempo. Por eso decidimos contrastar en un primer momento, *lo que la estudiante decía*, con *su actuación* y luego representar *lo que aprendió*.

Un aspecto que no hemos argumentado suficientemente es por qué tenemos interés en analizar las actividades de enseñanza – aprendizaje – evaluación, propuestas por los estudiantes. En el capítulo dos, comentábamos que las actividades son elementos claves de la enseñanza, porque a través de ellas, se puede develar el modelo didáctico que las sustenta. Así pues, un profesor puede caracterizarse de acuerdo con el repertorio de actividades que propone y el significado que les da. De acuerdo con Argyris et al (1985), las actividades de enseñanza constituyen un buen recurso para contrastar las relaciones que el profesor establece entre ‘las teorías expuestas y las teorías en uso’.

González (1995), argumenta que a pesar de los esfuerzos de investigación que se han realizado, no se conoce con exactitud qué sucede durante la práctica de enseñanza, como periodo de formación del futuro profesor. Pero, si tanto los profesores - formadores, como los tutores y los futuros profesores, asumen que las prácticas son un componente decisivo en la formación inicial, es porque consideran que a través de las prácticas se desarrolla el modelo de enseñanza y por eso, vale la pena examinar con cierto detenimiento, las actividades que allí tienen lugar.

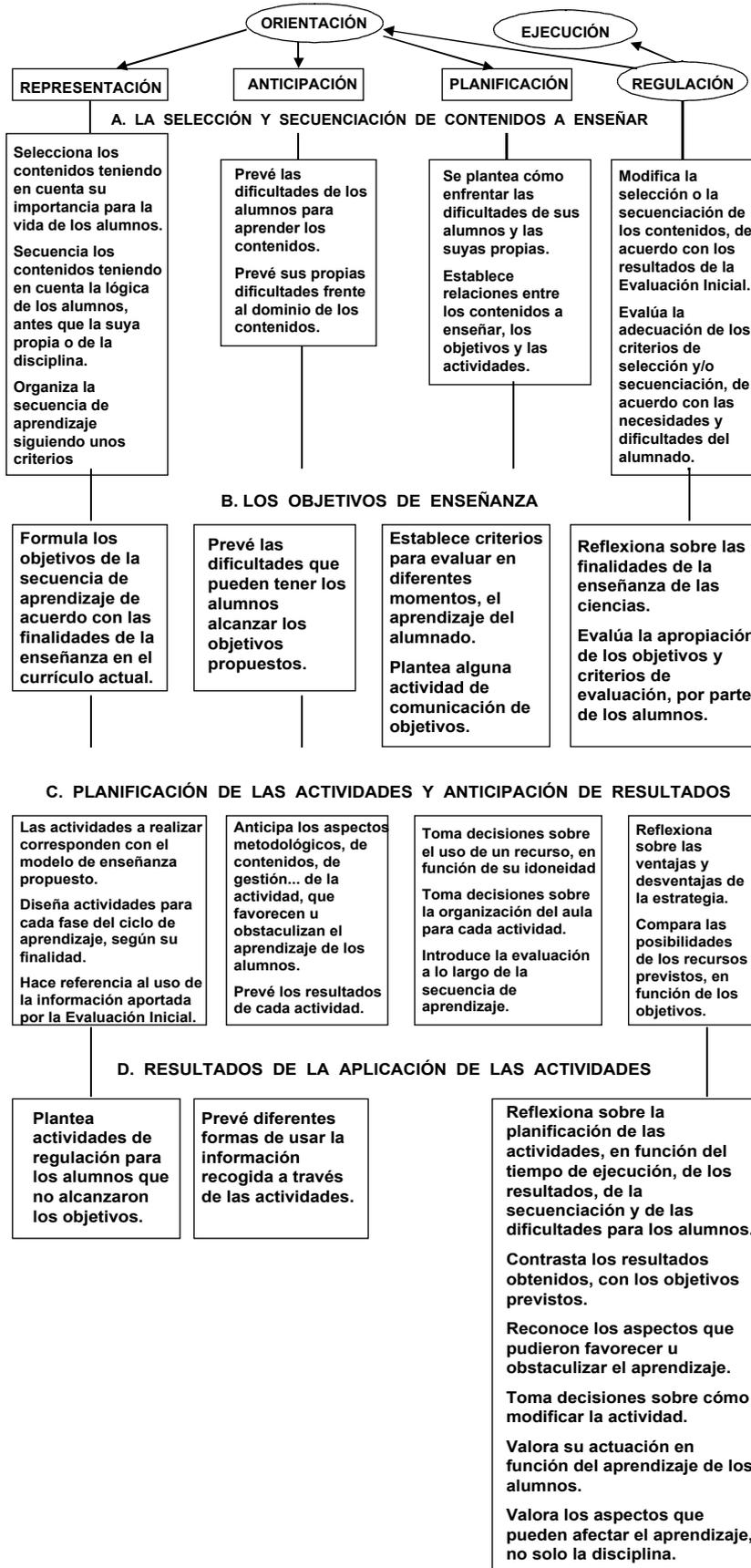
Entre las investigaciones que han incorporado el análisis de actividades de enseñanza – aprendizaje destacan los estudios de Doyle (1985 a,b,c) y de Emmer (1986), que analizan cómo los profesores noveles organizan la enseñanza y qué razones dan para

justificar las decisiones que toman. Estos autores, al igual que Pozo & Gómez Crespo (1998) afirman que en el ‘mundo real’, no encontramos versiones puras de los modelos didácticos, sino más bien, una mezcla de rasgos que son característicos de diferentes tipos de modelos, algunos de ellos, fácilmente reconocibles. Asumimos entonces, que las actividades de enseñanza – aprendizaje – evaluación, propuestas por las futuras profesoras, podían mostrarnos esa mezcla de modelos y esto debíamos tenerlo en cuenta durante el análisis e interpretación de la información que nos habían aportado.

Para rastrear la información sobre las actividades propuestas por las estudiantes y llevar a cabo el análisis tanto de las ideas que verbalizaban, respecto al modelo de enseñanza que estaban aprendiendo como de su actuación, construimos una lista de indicadores que dan cuenta de la evolución del modelo de la estudiante. A su vez, estos indicadores sirven para rastrear las evidencias de reflexión metacognitiva, porque permiten saber si la estudiante se ha representado tanto las relaciones entre sus concepciones de ciencia, enseñanza, aprendizaje y evaluación, como la enseñanza a través de actividades que reúnan las características del modelo propuesto; si ha anticipado estrategias y resultados de su enseñanza. También permiten saber si la estudiante ha planificado cómo diseñarlas y aplicarlas y si ha autorregulado sus aprendizajes sobre el nuevo modelo.

Así entonces, buscamos en la información aportada por las entrevistas, los dos diarios, el diario de prácticas, la observación de los vídeos de sus clases y la memoria, si la estudiante construía y evaluaba la secuencia de aprendizaje de sus prácticas teniendo en cuenta los criterios que aparecen organizados en el Cuadro # 8, que aparece en la página siguiente.

**Cuadro # 8. REFLEXIÓN METACOGNITIVA SOBRE SUS PRÁCTICAS.
LAS ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA, APRENDIZAJE, EVALUACIÓN**



8. El Proceso de Triangulación

En esta investigación, el proceso de triangulación se entiende como el uso de diferentes fuentes de datos, con el fin de contrastar las diferentes versiones recogidas (Munarriz et al, 1999) sobre la evolución del modelo de enseñanza de las ciencias de cada estudiante, para llegar a conclusiones válidas.

De hecho, cuando nos encontrábamos ante interpretaciones que no parecían muy sólidas o que resultaban contradictorias, fue muy útil tener información aportada por otras fuentes, para tomar decisiones a lo largo del análisis. Del mismo modo, cuando la información apuntaba a la misma interpretación, la variedad de fuentes hizo posible adjuntar más evidencias al respecto.

A medida que transcurría el análisis de la interacción social y se construían los estudios de caso, sosteníamos largas reuniones en las que revisábamos con detenimiento cada parte del análisis, cada contraste de la información. Este proceso nos sirvió - tanto a la Directora de Investigación como a la investigadora -, para hacer una selección aún más fina de la información y/o para mediar en algunos desacuerdos, respecto a la interpretación del comportamiento reflexivo de la estudiante. Cuando aparecían estos desacuerdos o teníamos ciertas dudas sobre lo que nos decían los datos, volvíamos a revisar la información o pedíamos la opinión de algún experto en el tema, que tuviese cierto conocimiento de nuestro estudio.

Este apoyo fue muy valioso, no solamente para salir de las dudas, sino que el punto de vista de investigadores en cierto modo ‘ajenos’ al estudio, ayudó a enriquecer el análisis, pues nos hacían caer en cuenta de cómo podían estar pensando los futuros profesores. Así estábamos aprendiendo a conocer mejor a nuestros estudiantes y a tomar consciencia de algunas de las fortalezas y de las limitaciones del estudio.

Finalmente, cuando los estudios de caso estuvieron terminados, pedimos la colaboración a tres compañeras del programa de doctorado, quienes no estaban muy familiarizadas con la investigación, para que leyeran un estudio de caso cada una. Tomamos esta decisión para saber si la presentación del caso era clara, coherente y consistente.

Aparte del texto del caso, les entregamos una copia de la Tabla # 2 (sobre los criterios para valorar la información sobre el modelo de enseñanza de las estudiantes); una copia del Cuadro # 8, (sobre los criterios para rastrear la reflexión metacognitiva); una descripción de la gráfica lineal y de las gráficas radiales.

Ellas debían decirnos si a su juicio, el caso atendía a la evolución del modelo de enseñanza de la estudiante, descrito en términos de *lo que la estudiante decía, cómo actuó y lo que aprendió* y si las gráficas representaban dicha evolución. Estas tres personas coincidieron en afirmar que los casos reunían los requisitos. Una de ellas sugirió reconsiderar algunas interpretaciones sobre los aspectos afectivos en el caso de Meritxell y otra, sugirió que el modelo de enseñanza de Alicia, mostraba resultados similares a los que los miembros del *STTIS Project*⁶ encontraron durante su trabajo de

⁶ *Science Teacher Training in an Information Society*, es un Proyecto dentro del cual se desarrollaron investigaciones con equipos de cinco países europeos. Entre sus principales puntos de partida, está el de que la interpretación que los profesores hacen de la secuencia didáctica propuesta, incluye transformaciones de las intenciones didácticas originales.

formación continuada con profesores de física, para incorporar ciertas innovaciones curriculares en el aula de ciencias.

9. La Construcción de los Estudios de Caso

En el cuadro #9, hemos sintetizado la construcción de los estudios de caso. Comenzamos con seleccionar parte de la información recolectada, para hacer una introducción sobre la estudiante, de modo que pudiéramos crear un contexto que definiera sus características y que nos pusiera en situación de reconocer ciertas particularidades, que a medida que transcurría el caso, ayudaran a explicar detalles de su comportamiento.



Cuadro # 9. La Construcción de los Estudios de Caso

A continuación, revisamos la información para hacernos una representación temporal del orden en el cual fue recogida. Esto nos permitió definir los momentos en los que rastrearíamos los indicios de la reflexión metacognitiva que la estudiante ponía en juego para aprender a enseñar con el modelo propuesto. Como ya se ha venido explicando, observábamos si la información correspondía a *verbalizaciones* (sobre *lo que decía* o sobre *lo que aprendió*) o a su *actuación*, en respuesta a las preguntas sobre *qué, cómo / cuando y por qué / para qué*, enseñar, aprender y evaluar las ciencias.

Comparábamos la información procedente de las distintas fuentes de datos, para cada momento del análisis, para cada pregunta y para cada verbalización y actuación y así,

elaboramos el instrumento de análisis de cada caso, que es la base de la triangulación (anexos #5, 6 y 7).

Iniciamos las interpretaciones, la construcción de las gráficas y la redacción del caso, que nos llevó a una versión preliminar del mismo. Sobre esta versión, contrastamos las interpretaciones, identificamos las dudas, pedimos opiniones de otras personas, incluimos nuevas interpretaciones surgidas de la construcción teórica que íbamos haciendo y redactamos la versión final del caso.

Con la descripción de la construcción de los estudios de caso, finalizamos la presentación del capítulo dedicado a las decisiones que hemos tomado sobre los aspectos metodológicos del diseño de la investigación.

En el capítulo siguiente, aparecen los resultados que obtuvimos respecto a los efectos de la interacción social sobre los aprendizajes de los estudiantes y sobre la evolución del modelo de enseñanza de tres de ellos.