



La lectura crítica a la classe de ciències: propostes, dificultats i perfils lectors

Autora

Begonya Oliveras Prat

Directores de tesis

Conxita Márquez Bargalló

Neus Sanmartí i Puig

*Coordinador dels Estudis de Doctorat en Didàctica de les Matemàtiques i de les
Ciències*

Josep Maria Fortuny Aymemí

*Director del Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències
Experimentals*

Jordi Deulofeu Piquet

Bellaterra 2014

**Al Nacho, a la Marina i a la Júlia,
per donar alegria a la meva vida**

Presentació

Aquesta tesi doctoral està estructurada seguint les directrius de la normativa per la presentació de tesis doctorals com a compendi de publicacions, aprovada per la Comissió de Doctorat de la Universitat Autònoma de Barcelona i regulada pel RD 1393/2007.

Seguint la normativa que regula el format de presentació de tesi doctoral per compendi de publicacions, hem estructurat aquest tesi en les següents seccions:

- Secció I: Introducció i justificació de la unitat temàtica del treball
- Secció II: Publicacions presentades
- Secció III: Resultats globals i Conclusions

Per a aquesta tesi s'aporten tres articles originals que segueixen una mateixa línia d'investigació, la recerca basada en la lectura crítica a la classe de ciències. Els tres articles han estat aprovats per la Comissió de Doctorat en Educació el dia 6 de febrer de 2014 (vid. carta Annex) per poder ser presentats com a tesi doctoral per compendi de publicacions i s'adjunten en la llengua i format originals de publicació.

1. Oliveras, B.; Sanmartí, N. (2009). «La lectura como medio para desarrollar el pensamiento crítico» [«Reading as a Means To Develop Critical Thinking»]. *Educación Química [Chemistry Education]*, 20 (1), 233-245.

2. Oliveras, B.; Márquez, C.; Sanmartí, N. (2013). «The Use of Newspaper Articles as a Tool To Develop Critical Thinking in Science Classes». *International Journal of Science Education*, 35 (6), 885-905.

3. Oliveras, B.; Márquez, C.; Sanmartí, N. (*in press*). «Students' Attitudes to Information in the Press: Critical Reading of a Newspaper Article With Scientific Content». *Research in Science Education*. DOI 10.1007/s11165-013-9397-3

Les publicacions que constitueixen aquesta tesi doctoral per compendi de publicacions han estat realitzades amb el suport del següent ajut a la recerca:

AGAUR SGR-2009-1543 i finançada per la Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia (referència EDU2009-13890-C02-02 i EDU-2012-38022-C02-02).

Agraïments

En primer lloc vull donar les gràcies a les meves directores de tesi, Neus Sanmartí i Conxita Márquez, que sempre han estat al meu costat i m'han donat els ànims, m'han fet les recomanacions i ofert els recursos per seguir. Gràcies pels vostres magnífics consells al llarg de tot el treball i per haver-me donat tantes oportunitats. Agraïxo la vostra saviesa, però especialment el vostre tarannà, que ha fet que, d'una manera discreta, m'hàgiu animat a aprendre i seguir aprenent. Amb el vostre exemple i constància m'heu donat la millor motivació per millorar la tasca docent dia a dia (no oblidem que una recerca en el món de la docència no és altra cosa que una manera de millorar la pràctica docent a través de la reflexió). Gràcies a totes dues. És evident que sense el vostre acompanyament i els vostres consells no hauria avançat en aquest món, a voltes tan difícil i tan complex, però sempre atractiu i innovador. Gràcies per confiar en mi des de l'inici. He après molt de vosaltres i amb vosaltres. Ha estat un plaer compartir aquesta experiència amb vosaltres.

Vull agrair l'ajuda i la col·laboració de tots els companys d'institut que han fet possible aquest treball: Graciela Monné, Conxita Soler, Isabel Matías, María Jesús Lloro i Julià Hinojosa. Vull donar les gràcies als membres del seminari de Ciències Naturals de l'IES Joan Puig i Ferrer (la Selva del Camp) i, molt especialment, a la professora Graciela Monné, que, a més de fer a l'aula algunes de les activitats que s'han analitzat en aquesta tesi, ha coordinat tot el seminari per tal que la resta d'activitats es duguessin a terme amb el màxim d'implicació i rigor, ha participat en la revisió i el desenvolupament d'aquestes activitats i ha transmès les aportacions i opinions de la resta de professorat del seminari. De la mateixa manera, vull donar les gràcies a les companyes de Seminari de l'IES Doctor Puigvert, de Barcelona, que han realitzat a l'aula, amb entusiasme i rigor, algunes de les activitats que s'han analitzat en aquesta llicència. Agraïxo especialment la col·laboració de les professores Conxita Soler, Isabel Matías i María Jesús Lloro; sense elles no s'hauria pogut realitzar aquesta recerca. Gràcies a Julià Hinojosa, que ha ajudat perquè l'activitat de Google es realitzés en el seu centre. Agraïxo la il·lusió amb què es va dur a terme i els comentaris proposats.

També vull agrair la col·laboració dels companys i companyes del grup Llengua i Ensenyament de les Ciències (LIEC) del Departament de Didàctica de les Ciències i les Matemàtiques de la Facultat de Ciències de l'Educació de la Universitat Autònoma de Barcelona, perquè ha estat la participació en aquest grup el que m'ha empès a la realització de la llicència. Vull agrair especialment a l'Anama Domènech, companya de fatigues, els ànims i l'ajuda en el dia a dia de la tesi; gràcies perquè juntes hem anat fent el camí. Anama

t'agraeixo especialment l'ajuda que m'has ofert en l'última etapa de la tesi, gràcies per ajudar-me a maquetar-ho tot de manera tan altruista i desinteressada. El teu entusiasme m'ha animat en aquesta última part. També vull agrair a la Montse Roca els ànims que m'ha anat donant al llarg d'aquest procés per continuar treballant, així com les seves aportacions i idees. A la Conxita Ortega, que, a més de companya de LIEC, és una gran amiga. Gràcies per animar-me de manera constant. Alhora, també vull donar les gràcies als companys del Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals que m'han animat i encoratjat en tot moment. Gràcies, Josep Bonil, Mercè Junyent, Anna Marbà i Digna Couso per animar-me al llarg de tot el procés.

Als meus amics allunyats del camp de la didàctica que m'heu escoltat i animat en aquesta aventura, gràcies per la vostra amistat i pel vostre acompanyament.

Vull fer un especial agraïment a persones molt importants en la meua vida. Per una banda, als meus pares, que m'han donat l'educació que m'ha permès poder elegir, que m'han ensenyat a valorar l'esforç com a eina fonamental per seguir avançant i sobretot perquè m'han animat sempre en els meus projectes i s'han mostrat satisfets de tot el que he fet. Gràcies, papas. M'hagués agradat, papa, que haguessis pogut veure el final d'aquesta feina; gràcies per haver-me animat durant el camí. Això ha estat possible gràcies al vostre esforç.

Per una altra banda, a la meua germana Imma Oliveres que, des de l'inici d'aquesta aventura em va animar. En moments de dubtes hi eres per dir-me que estava fent una feina interessant i que continués. És obvi que això només ho pot fer una germana.

Finalment, vull agrair al meu marit, Nacho Rodríguez, per estar al meu costat donant-me suport per poder tirar endavant aquesta empresa personal. També vull agrair al Nacho la inestimable ajuda en l'anàlisi de les dades; tenir un estadístic a casa és un autèntic luxe. Gràcies i mil gràcies, Nacho, gràcies per omplir-te de paciència i animar-me en moments de dubtes, per valorar la feina que faig, per omplir els espais a casa quan jo era asseguda davant el teclat, per estar al meu costat en tota aquesta aventura, per patir i alegrar-te amb mi en diferents moments del procés. Nacho, gràcies pel teu suport constant i l'ànim que m'has donat en tot moment; sé que has patit amb mi en moments d'espera, i que t'has alegrat tant com jo quan la feina ha anat endavant, m'ha agradat veure amb l'entusiasme que en ho explicaves als amics, a la família, i al món, sé que valoreu el que fem. Finalment, a les meves filles, Marina i Júlia, per la paciència, per animar-me i per ser com sou. Aquesta tesi és una tesi de la família Rodríguez Oliveras, és gràcies a l'esforç dels quatre. Som un equip!!!

Gràcies a tots i totes. Tinc clar que aquest treball és fruit de l'esforç de tots.

*El buen lector es lector del texto y del contexto, de la imagen, la palabra y el mundo, capaz
no solo de comprender los textos escritos, sino de escuchar e interpretar los gritos
desgarradores de la realidad*

Antonio Pérez Esclarin

L'educació no canvia el món, però canvia les persones que canviaran el món

Paolo Freire

Estudia las frases que parecen ciertas y ponlas en duda

David Riesman

Resum

La tesi *La lectura crítica a la classe de ciències: propostes, dificultats i perfils lectors* estudia les dificultats que té l'alumnat per analitzar críticament la informació que llegeix i com, a través del disseny d'activitats de lectura i la seva implementació a la classe de ciències, l'alumnat pot millorar en aquesta tasca.

L'objectiu principal d'aquesta tesi és connectar allò que s'ensenya a l'aula amb el que succeeix a la vida real, i és amb aquesta finalitat que s'utilitzen articles de premsa que tracten continguts científics actuals i d'interès per a l'alumnat per desenvolupar la seva capacitat per comprendre la informació que aporten i valorar-la críticament. A més d'analitzar què comporta ser un lector crític i les dificultats de l'alumnat per validar la informació, s'estudia quins problemes mostren en connectar els seus coneixements escolars a una situació vinculada a la vida quotidiana. Finalment s'estableixen tres perfils de lectors molt diferenciats en funció de si prioritzen el món del paper (la informació escrita), el món del lector (les seves idees) o bé són crítics amb la informació, és a dir, estableixen una negociació interactiva entre el text i els seus coneixements o opinions per tal d'arribar a una interpretació de la informació més consistent i completa.

Per portar a terme aquesta recerca s'han dissenyat diferents activitats per a alumnes de 2n, 3r, 4t d'ESO i 1r de batxillerat, a partir de notícies de diari que tractaven aspectes de química o física treballats dins el currículum de ciències de secundària i batxillerat: canvi químic, propietats dels materials, cinemàtica, dinàmica i energia. Les notícies s'han seleccionat tenint en compte els continguts treballats prèviament i la rellevància social de la situació que tracten, sense oblidar el potencial per despertar l'interès de l'alumnat. Els temes seleccionats han estat: els grafitis, la polèmica dels banyadors d'una sola peça, la contaminació del servidor Google i la contaminació de l'aigua per metalls pesants.

Després que l'alumnat realitzés les activitats a l'aula, es van analitzar les seves produccions escrites. S'ha escollit una mostra àmplia d'alumnat amb nivells socioculturals diversos. Concretament s'han realitzat les activitats en cinc centres diferents: IES Doctor Puigvert (Barcelona), IES Menéndez y Pelayo (Barcelona), IES Joan Puig i Ferrer de la Selva del Camp (Tarragona) i l'Escola Pia Sarrià-Calassanç (Barcelona-Sarrià). Les activitats han tingut una durada d'entre tres i cinc hores cadascuna, i les han realitzat els mateixos professors i professores que impartien la matèria en cada centre.

Es presenten tres publicacions sobre el treball realitzat: en la primera s'expliquen les idees que fonamenten el disseny d'activitats de lectura crítica i se'n mostren dos exemples de realitzades a l'aula. En la segona publicació s'analitzen les dificultats de l'alumnat per llegir críticament articles de premsa. Concretament es justifiquen els «Elements de lectura crítica en ciències» dissenyats prèviament i en funció d'ells es du a terme l'anàlisi i es valora si es detecten dificultats relacionades amb el contingut de les lectures i el tipus de preguntes que es formulen en les activitats. La tercera publicació analitza quines idees científiques i dades utilitzen els alumnes en la seva argumentació a partir d'un problema plantejat en una notícia de premsa, i si hi ha diferències en funció dels seus coneixements de ciència i edat.

La fonamentació teòrica tracta de diferents temàtiques que han estat essencials al llarg del desenvolupament d'aquesta investigació. Així, es revisa la bibliografia entorn de la lectura crítica, en general i en el cas de la lectura de textos amb contingut científic, centrada especialment en la d'articles de premsa. També s'han fonamentat qüestions referents al pensament crític com una eina per desenvolupar la lectura crítica, especialment en el segon article. En l'última publicació s'han revisat aspectes sobre argumentació i credibilitat de les dades, juntament amb una petita revisió sobre els estudis realitzats a secundària sobre el concepte d'energia.

La recollida de dades de tota la tesi han estat les produccions escrites de l'alumnat, les quals s'han analitzat a partir de rúbriques. El tractament de dades és bàsicament qualitatiu però en alguns casos s'ha fet tractament estadístics. En el cas de la publicació 2, per tal de comparar les puntuacions mitjanes de cada categoria entre els dos centres i les dues activitats s'ha utilitzat una anàlisi de la variància de dues vies (ANOVA). En el cas de la publicació 3, per comparar les diferències entre les categories s'ha realitzat el test de Chi-Square. Totes les proves han estat bilaterals amb un nivell de significació menor de 0,05.

Les aportacions més rellevants d'aquesta tesi tenen a veure amb el disseny de les activitats de lectura en el marc de les classes de ciències. El qüestionari-tipus elaborat per guiar la lectura crítica s'ha mostrat molt útil per ajudar l'alumnat a llegir críticament, ja que permet centrar l'atenció en aspectes rellevants del text. Aquest qüestionari-tipus ha permès identificar les dificultats amb què es troba l'alumnat a l'hora de llegir críticament articles de premsa, i així poder suggerir propostes de millora. A més destaquem la utilitat de les diferents estratègies metodològiques utilitzades en la lectura de textos de diari (considerar les tres fases del procés lector, el treball cooperatiu, l'ajuda mútua, i la coregulació del pensament i de l'acció). Una altra aportació important ha estat la identificació de les idees científiques i dades que aporten els alumnes en els seus textos argumentatius finals. La detecció d'aquestes idees i dades ens ha ajudat a identificar quines dificultats tenen per connectar els seus coneixements de ciència

en l'aplicació d'un problema real. També és de destacar la identificació de diferents perfils de lectors. Aquests diferents posicionaments, que hem definit com a lector crèdul, lector ideològic i lector crític, ens han informat de la situació inicial de l'alumnat davant d'un text per així poder suggerir estratègies per ajudar a formar lectors crítics.

Resumen

La tesis *La lectura crítica en la clase de ciencias: propuestas, dificultades y perfiles lectores* estudia las dificultades que tiene el alumnado en analizar críticamente la información que leen y como, a través del diseño de actividades de lectura y su implementación en la clase de ciencias, el alumnado puede mejorar en estas tareas.

El objetivo principal de esta tesis es conectar aquello que se enseña en el aula con lo que sucede en la vida real, y es con esta finalidad que se utilizan artículos de prensa que tratan contenidos científicos actuales y de interés para el alumnado, para desarrollar su capacidad para comprender la información que aportan y valorarla críticamente. Además de analizar qué implica ser un lector crítico y las dificultades del alumnado en validar la información, se estudia que problemas muestran en conectar sus conocimientos escolares a una situación vinculada a la vida cotidiana. Finalmente se establecen tres perfiles de lectores muy diferenciados en función de si priorizan el mundo del papel (la información escrita), el mundo del lector (sus ideas) o bien son críticos con la información, es decir, establecen una negociación interactiva entre el texto y sus conocimientos o opiniones para llegar a una interpretación de la información más consistente y completa

Para llevar a cabo esta investigación se han diseñado diferentes actividades para alumnos de 2º, 3º, 4º de ESO y 1º de bachillerato, a partir de noticias de periódico que trataran aspectos de química o física trabajados en el currículum de ciencias de secundaria y bachillerato: cambio químico, propiedades de los materiales, cinemática, dinámica y energía. Las noticias se han seleccionado teniendo en cuenta los contenidos trabajados previamente y la relevancia social de la situación que tratan, sin olvidarse el potencial para despertar el interés del alumnado. Los temas seleccionados han sido: los grafitis, la polémica de los bañadores de una sola pieza, la contaminación del servidor Google y la contaminación del agua por metales pesados.

Después que el alumnado realizara las actividades en el aula, se analizaron sus producciones escritas. Se ha elegido una muestra amplia de alumnado con niveles socioculturales diversos. Concretamente se realizaron las actividades en 5 centros diferentes: IES Doctor Puigvert (Barcelona), IES Menéndez y Pelayo (Barcelona), IES Joan Puig i Ferrer de La Selva del Camp (Tarragona) y la Escola Pia Sarrià-Calassanç (Barcelona-Sarrià). Las actividades han tenido una duración de entre tres y cinco horas cada una, y las han realizado los mismos profesores y profesoras que impartían la materia en cada centro.

Se presentan tres publicaciones sobre el trabajo realizado: en la primera se explican las ideas que fundamentan el diseño de actividades de lectura crítica y se muestran dos ejemplos de actividades realizadas en el aula. En la segunda publicación se analizan las dificultades del alumnado en leer críticamente artículos de prensa. Concretamente se justifican los «Elementos de lectura crítica en ciencias» diseñados previamente y en función de ellos se lleva a cabo el análisis y se valora si se detectan dificultades relacionadas con el contenido de las lecturas y el tipo de preguntas que se formulan en las actividades. La tercera publicación analiza qué ideas científicas y datos utilizan los alumnos en su argumentación a partir de un problema planteado en una noticia de prensa, y si hay diferencias en función de sus conocimientos de ciencia y edad.

La fundamentación teórica trata de diferentes temáticas que han sido esenciales para el desarrollo de esta investigación. Así, se revisa la bibliografía referente a la lectura crítica, en general y en el caso de la lectura de textos con contenido científico, centrada especialmente en la de artículos de prensa. También se han fundamentado cuestiones referentes al pensamiento crítico, como una herramienta para desarrollar la lectura crítica, especialmente en el segundo artículo. En la última publicación se han revisado aspectos sobre argumentación y credibilidad de los datos, juntamente con una pequeña revisión sobre los estudios realizados en secundaria sobre el concepto de Energía.

La recogida de datos de toda la tesis han sido las producciones escritas del alumnado, las cuales se han analizado a partir de rúbricas. El tratamiento de datos es básicamente cualitativo pero en algunos casos se han hecho tratamientos estadísticos. En el caso de la publicación 2, para comparar las puntuaciones medias de cada categoría entre los dos centros y las dos actividades se han utilizado un análisis de la varianza de dos vías (ANOVA). En el caso de la publicación 3, para comparar las diferencias entre las categorías se ha realizado el test de Chi-Square. Todas las pruebas han sido bilaterales con un nivel de significación menor de 0,05.

Las aportaciones más relevantes de esta tesis tienen que ver con el diseño de las actividades de lectura en el marco de las clases de ciencias. El cuestionario-tipo elaborado para guiar la lectura crítica se ha mostrado muy útil para ayudar al alumnado a leer críticamente, ya que permite centrar la atención en aspectos relevantes del texto. Este cuestionario-tipo ha permitido identificar las dificultades en que se encuentran los alumnos al leer críticamente artículos de prensa, y así poder sugerir propuestas de mejora. Además destacamos la utilidad de las diferentes estrategias metodológicas utilizadas en la lectura de textos de periódico (considerar las tres fases del proceso lector, el trabajo cooperativo, la ayuda mutua, la co-regulación del pensamiento y de la acción). Otra aportación importante ha sido la

identificación de las ideas científicas y datos que aportan los alumnos en sus textos argumentativos finales. La detección de estas ideas y datos nos ha ayudado a identificar qué dificultades tienen en conectar sus conocimientos de ciencia en la aplicación de un problema real. También es de destacar la identificación de diferentes perfiles de lectores. Estos diferentes posicionamientos, que hemos definido como lector crédulo, lector ideológico y lector crítico, nos han informado de la situación inicial del alumnado delante de un texto y así poder sugerir estrategias para ayudar a formar lectores críticos.

Abstract

The thesis *Critical Reading in the Science Classroom: Proposals, Problems and Reader Profiles* studies the problems encountered by students when critically analysing the information they read and how, through the design of reading activities and their implementation in the science classroom, students can improve in this task.

The main objective of the thesis is to make a connection of what is taught in the classroom with real life situations and for this purpose press articles dealing with scientific content are used to help students develop their capacity for understanding the information they contain and to analyse it critically. In addition to analysing what is involved in being a critical reader and the difficulties students encounter when validating the information the problems involved in connecting scholarly knowledge with situations in daily life are also studied. Finally, three very different reader profiles are established according to whether priority is given to the information on paper (written information, the reader (their ideas) or whether they take a critical approach to the information by establishing interactive negotiation between the text and their own knowledge and opinions to reach a more consistent and complete interpretation of the information.

In order to carry out this research different activities were designed for Years 2, 3 and 4 of compulsory secondary school education (ESO) and Year 1 of sixth form (Batxillerat) using newspaper articles about aspects of physics and chemistry that had been worked on in class within the school science curriculum at those levels: chemical changes, materials properties, kinematics, dynamics and energy. The news articles were selected to take into account the content previously covered and the social relevance of the situations they dealt with, bearing in mind their potential for provoking interest among the students. The specific topics selected were: graffiti, the controversy of one-piece swimsuits, contamination by the Google server and contamination of water by heavy metals.

After students had carried out the classroom activities their written work was analysed. A broad sample was taken from among students from different sociocultural backgrounds. The activities were carried out in 5 different centres: IES Doctor Puigvert (Barcelona), IES Menéndez y Pelayo (Barcelona), IES Joan Puig i Ferrer in La Selva del Camp (Tarragona) and the Escola Pia Sarrià-Calassanç (Barcelona-Sarrià). The activities lasted between 3 and 5 hours each and were led by the teachers who normally taught the subjects in each centre.

Three publications were produced for the work carried out: the first gave a description of the ideas on which the design of critical reading activities are based with two examples carried out in the classroom; the second analysed the problems students encountered when critically reading press articles with a specific justification of elements of «Critical reading in the sciences» which had been designed previously and, as a consequence of them, an analysis was made to ascertain whether difficulties related to the content of the articles could be detected and the type of questions that were asked during the activities. The third publication analysed the scientific ideas and data that the students used in their arguments based on the problem described in the press article and whether difference arose as a result of their scientific knowledge and age.

The theoretical basis of the work deals with different areas that were essential during the research. The review of the literature was therefore based on critical reading generally and, in the case of texts with scientific content, centred specifically on the press articles. Questions were also raised in connection with critical thought as a tool for developing critical reading, especially in the second publication. The final publication considered aspects of argumentation and the credibility of the data, together with a short review of the studies carried out in compulsory secondary school classes on the concept of Energy.

All the data collected for the thesis came from students' written work which was analysed using rubrics. The data processing was basically qualitative but statistical information was used in some cases. In the case of the second publication Analysis of Variance (ANOVA) was used to compare the average scores in each category between the two centres and two activities. In the case of the third publication Chi-Squares testing was performed to compare difference among the categories. All testing was bilateral with statistical significance of less than 0.05.

The most significant contributions of this thesis are related to the design of the reading activities within the context of the science classroom. The model questionnaire drawn up to guide the critical reading of the texts was very useful in helping students to read critically, since it allowed them to concentrate on certain important aspects of the text. This model questionnaire allowed the problems encountered by students when reading press articles critically to be identified and therefore enabled them to make suggestions for improvement. The different methodological strategies used in the reading of news texts should also be highlighted (consideration of the three phases of the reading process, group work and mutual help and the co-regulation of thought and action). Another important contribution was the identification of scientific data and ideas that students made in their final texts. The detection of these data and ideas helped to identify which problems were encountered in connecting

students' scientific knowledge with its application to a real problem. The identification of different reader profiles was another important outcome of the study. The different reader positions, identified here as credulous, ideological and critical readers, offered information about the students' initial situation when faced with the text and therefore facilitated proposals of strategies to help to produce critical readers.

Índex

SECCIÓ I. INTRODUCCIÓ	1
1. Justificació de la recerca.....	3
2. Objectius	15
3. Metodologia	16
4. Fonamentació teòrica	23
4.1 El pensament crític	23
4.2 El model interactiu	26
4.3 El procediment lector	30
SECCIÓ II. PUBLICACIONS	33
5. Publicació 1	35
La lectura como medio para desarrollar el pensamiento crítico	37
6. Publicació 2	51
The Use of Newspaper Articles as a Tool To Develop Critical Thinking in Science Classes.....	53
7. Publicació 3	75
Students' Attitudes to Information in the Press: Critical Reading of a Newspaper Article With Scientific Content	77
SECCIÓ III. RESULTATS I CONCLUSIOS	101
8. Resultats	103
8.1 Disseny de les activitats	103

8.2 Dificultats dels alumnes a l'hora de llegir críticament articles de premsa.....	108
8.2.1 Dificultats en l'aplicació dels "Elements de lectura crítica de ciències"	108
8.2.2 Dificultats relacionades amb el contingut de les lectures i el tipus de preguntes que es formulen en les activitats	114
8.3 Anàlisi de les idees científiques i de les dades que utilitzen els alumnes en la seva argumentació i detecció de les diferències en funció dels coneixements de ciència i de l'edat dels alumnes	117
8.3.1 Anàlisi de les idees científiques dels en la seva argumentació" ...	117
8.3.2 Anàlisi de la utilització de les dades del text i d'altres fonts.....	123
8.4 Identificació de diferents perfils de lectors d'articles de diari.....	126
9. Conclusions i implicacions	130
9.1 El disseny de les activitats de lectura crítica de notícies de diari amb contingut científic	130
9.2 L'anàlisi de les dificultats dels alumnes a l'hora de llegir críticament articles de premsa amb contingut científic	131
9.3 Les idees científiques i les dades que utilitzen els alumnes en la seva argumentació	133
9.4 Identificació de perfils lectors d'articles de premsa amb contingut científic.....	135
9.5 Conclusions finals	136
SECCIÓ IV. BIBLIOGRAFIA	139
Bibliografia	141
SECCIÓ V. ANNEX.....	155
Carta d'acceptació per a la publicació de la tesi com a compendi de publicacions....	155

Llista de taules

Taula 1. Qüestionari C.R.I.T.I.C. (adaptat de Bartz, 2002).....	7
Taula 2. «Elements de lectura crítica de ciències» comparats amb les categories definides per Bartz (2002) i els «Elements de raonament Paul i Elder» (2006) i exemples de qüestions relacionades.....	10
Taula 3. Rúbrica per analitzar els «Elements de lectura crítica en ciències» basada en els indicadors de Paul i Elder (2005).....	18
Taula 4. Nivells de cada categoria.....	22
Taula 5. Elements de lectura crítica de ciències.....	109
Taula 6. Mitjanes més desviació estàndard en cada categoria (N=61).....	114
Taula 7. Identificació de les idees principals de ciència.....	118
Taula 8. Identificació de les idees principals de ciència utilitzades per argumentar abans de la lectura en funció de l'edat i els coneixements de ciència (N=117).....	119
Taula 9. Identificació de les idees principals de ciència utilitzades per argumentar després de la lectura en funció de l'edat i els coneixements de ciència (N=117).....	120
Taula 10. Taula de contingència, categoria 1 (abans) vs. categoria 1 (després) en funció de l'edat i coneixements de ciència (N=117).....	123
Taula 11. Utilització de les dades del text i altres fonts.....	124
Taula 12. Utilització de les dades per argumentar després de la lectura en funció de l'edat i coneixements de ciència (N=117)	124
Taula 13. Perfils de lectors d'articles de diari.....	126
Taula 14. Perfils de lectors d'articles de diari en funció de l'edat i dels coneixements de ciència (N=117).....	126
Taula 15. Taula de contingència, categoria 1 (després) vs. categoria 3 (N=117)	129

Llista de figures

Figura 1. Elements de pensament segons Paul I Elder (2006).....	26
Figura 2. Pauta de coavaluació de les produccions escrites de l'alumnat.....	106
Figura 3. Preguntes de la fase després de la lectura.....	107
Figura 4. Puntuacions mitjanes en cada categoria.....	110

Secció I

Introducció

1. Justificació de la unitat temàtica

La present tesi doctoral se centra en la lectura crítica a classe de ciències d'articles de diari amb contingut científic. Les diferents publicacions que formen part del compendi de la tesi posen en relleu les dificultats que té l'alumnat per fer una lectura crítica a classe de ciències; a la vegada s'analitza l'aplicació de propostes per ajudar a desenvolupar aquesta capacitat competencial. A més es caracteritzen diferents perfils de lectors d'articles de diari, en aquest cas aplicat estrictament a articles del diari amb contingut científic.

Aquesta recerca parteix d'una preocupació personal i professional, ja que al llarg de la meua experiència docent he pogut comprovar que l'alumnat mostra dificultats per llegir i comprendre textos, tot i haver treballat a classe els models científics per entendre'ls. A més, quan els textos no són pròpiament escolars (llibre de text) aquesta dificultat s'agreuja. Per la qual cosa cal donar estratègies per ajudar-los a fer una lectura comprensiva. Però no n'hi ha prou a ajudar l'alumnat a llegir i comprendre un text, article, etc., és igualment important que l'alumnat sigui capaç de fer una lectura crítica per poder, així, destriar les fonts d'informació fiables de les que no ho són. Actualment amb l'accés a un gran nombre d'informacions a través d'Internet i altres mitjans és inqüestionable la importància de treballar la lectura crítica a la classe de ciències.

La meua inquietud personal coincidí amb la línia d'innovació i investigació prioritzada en aquell moment pel grup de recerca LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències) del Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals de la UAB del qual formo part. Durant el curs 2008-2009 el grup es proposà incidir a desenvolupar la competència comunicativa dels estudiants de secundària especialment en la comprensió lectora i en les repercussions d'aquesta en la competència científica. Així doncs, tots els membres del grup ens formàrem per construir un marc teòric comú (lectures, conferències d'experts, recerca de textos d'interès per l'alumnat, etc.). En aquest mateix curs 2008-2009 el Departament d'Ensenyament em concedí una llicència retribuïda per treballar «La lectura crítica a classe de ciències»¹. Gràcies a aquestes dos projectes vaig tenir temps de formar-me en competència lectora i especialment en lectura crítica. Fruit d'aquesta formació ens adonàrem de la importància de l'activitat que acompanya un text com un recurs imprescindible per ajudar a millorar la competència lectora. Durant aquest curs el grup LIEC

¹ Oliveras, Begonya (2008). «La lectura crítica classe de ciències». Llicència retribuïda del Departament d'Ensenyament [www.xtec.es/sgfp/licencias/200809/memories/1891m.pdf]

dissenyà diferents activitats de lectura a partir de textos de diferents fonts, alguns escolars i d'altres no (articles revista, diaris, etc.) per a diferents nivells de l'ESO i batxillerat.

Com que la meva preocupació fonamental era ajudar l'alumnat a llegir críticament, em vaig centrar a dissenyar aquests tipus d'activitats. La llicència del Departament em permeté tenir temps per elaborar activitats per a cada curs de l'ESO i algunes per a primer de batxillerat. Les activitats es dissenyaren a partir de la proposta d'un qüestionari plantejat per Bartz (2002) a través de l'acrònim C.R.I.T.I.C. En ell se sintetitza un conjunt de qüestions que l'alumne lector ha de considerar per aplicar el pensament crític a la lectura. A l'acrònim cada lletra correspon a un dels conceptes que, segons l'autor, configuren la lectura crítica. Cada lletra té assignada una tasca, en forma de pregunta que l'estudiant ha de considerar per tal d'aplicar el pensament crític en la seva lectura.

Aquest qüestionari es va anar reelaborant i adaptant en funció del contingut de les lectures treballades. Les diferents propostes elaborades s'han donat a conèixer a través de diferents publicacions. La primera proposta es publicà a la revista *Educació Química* (2008)², posteriorment se'n van publicar d'altres a *Leer.es*³ i els nous dissenys formaren part del llibre *Competència científica i lectora a secundària*⁴, Márquez & Prat (eds.) (2010). En aquest llibre es recolliren diferents propostes d'activitats per treballar textos a secundària que havíem dissenyat els components del grup LIEC. En la revista *Alambique* (2012)⁵ es publica el qüestionari adaptat per a la lectura d'una notícia sobre l'ús del banyador d'una sola peça.

Malgrat que en el si del grup LIEC es va treballar amb diferents formats de text, jo em vaig centrar a treballar textos de diaris. El diari em permetia buscar connexions entre allò que s'ensenya a l'aula i l'exterior. No podem oblidar que una de les finalitats de l'ensenyament de les ciències a l'escola és, entre d'altres, desenvolupar competències que permetin a l'alumnat seguir modificant i adquirint nous coneixements al llarg de la seva vida, i formar persones autònoms capaces d'analitzar críticament la informació i aplicar els coneixements adquirits

² Oliveras, B.; Sanmartí, N. (2008). «Treballant les competències a la classe de Química». *Educació Química*, 1, 17-23.

³ *Leer.es* [<http://docentes.leer.es/materiales/page/1?nivel=155>].

⁴ Márquez, C.; Prat, A. (eds.) (2010). *Competència científica i lectora a secundària*. Barcelona: Rosa Sensat.

⁵ Oliveras, B.; Sanmartí, N. (2012). «Aprender a leer críticamente. La polémica por los bañadores de Speedo». *Alambique*, 70, 37-45.

en situacions diverses. Per aconseguir millorar aquest aspecte cal capacitar els nois i les noies en la lectura autònoma i significativa de textos de diferents fonts no estrictament escolars, ja que són els que circulen fora de l'escola i que els permeten establir relacions entre el que es parla a dins i fora d'ella i, a més, continuar aprenent en finalitzar els estudis obligatoris.

Els textos elegits pertanyien a temàtiques molt diverses, l'objectiu a l'hora de seleccionar els textos era que tractessin continguts de física o química directament relacionat amb temes que es treballen en el currículum de ciències a l'aula. Així, doncs, sortiren temàtiques tan diferents com: Energia, Canvi químic, Dinàmica, Enllaç químic o Canvi climàtic. Cal remarcar que la ciència que apareix en el diari no correspon estrictament a un contingut de ciència concret, sinó que sovint la comprensió del contingut exigeix interrelacionar-ne de diversos. Però creiem que aquest era un nou objectiu d'aprenentatge associat a la lectura crítica, ja que la competència comporta saber mobilitzar sabers diversos que a l'aula de vegades s'ensenyen de manera desconnectada.

La capacitat d'analitzar críticament els textos, les dades i els arguments que s'aporten requereix el desenvolupament del pensament crític. La lectura de diferents autors que treballen en aquest camp (Perkins et al., 1993; Facione, 1990; Ennis, 1996; Phillips & Norris 1999; Zoller, 2000; Ten Dam i Volman, 2004; Paul i Elder 2006) ens dona informació sobre les característiques d'instrucció que havíem de desenvolupar en l'alumnat per millorar el pensament crític. La proposta de Paul (1992) ens ajudà a dissenyar les activitats de lectura crítica que formarien posteriorment el primer article seleccionat en el marc d'aquesta memòria.

Segons Paul (1992) en el seu llibre *Critical Thinking: What Every Person Needs To Survive in a Rapidly Changing World*⁶, un/a pensador/a crític/a formula problemes i preguntes amb claredat i precisió; reuneix i avalua la informació rellevant utilitzant idees abstractes per interpretar-la eficaçment, arriba a conclusions i a solucions raonades, i les sotmet a prova confrontant-les amb criteris i estàndards rellevants. Un/a pensador/a crític/a pensa de manera oberta reconeixent i avaluant la informació i es comunica efectivament amb altres per trobar solucions a problemes complexos. Tenint en compte aquestes habilitats, s'elaboraren activitats en les quals l'alumnat pogués desenvolupar-les. Se seleccionaren articles de diari que tractessin de problemes complexos que permetessin a l'alumnat formular-se preguntes a partir dels seus coneixements de ciència, es fomentà la discussió i

⁶ Paul, R. C. (1992). *Critical Thinking: What Every Person Needs To Survive in a Rapidly Changing World*. (2nd revised ed.). Santa Rosa, CA: Foundation for Critical Thinking.

l'anàlisi dels problemes plantejats primer de manera individual i després en petit grup, i es demanà que arribessin a conclusions raonades.

En totes les activitats es combinà una part de reflexió personal per després poder discutir-les en petit i gran grup i així mirar de trobar possibles solucions. S'ha promogut l'aprenentatge actiu, s'ha estimulat la interacció entre els estudiants i el professor/a sempre atenent al desenvolupament de les creences epistemològiques dels estudiants. Així, doncs, s'incorporaren en el qüestionari de lectura crítica C.R.I.T.I.C. propostes d'aquests autors orientades al desenvolupament del pensament crític.

La primera publicació de la tesi *La lectura como medio para desarrollar el pensamiento crítico* és un escrit en què es donen unes pautes per dissenyar activitats de lectura crítica a classe de ciències i se n'analitzen dues aplicades a la classe de Química. Aquest article, publicat a *Educación Química*, respon al treball fet en la primera part de la recerca, orientada a dissenyar i validar possibles exemples d'activitats.

En aquest article s'explica com dissenyar activitats de lectura crítica a classe de ciències. A partir de la proposta de Bartz (2002) a través de l'acrònim C.R.I.T.I.C., i incorporant aportacions d'autors de pensament crític s'elaborà un nou qüestionari (vid. Taula 1).

Taula 1. Qüestionari C.R.I.T.I.C. (adaptat de Bartz, 2002)

En què pensar en llegir?	Exemples de preguntes	Habilitats cognitives
C Consigna, afirmació o problema que s'exposa en el text, i el model científic relacionat	<p>Quin problema s'exposa en el text?</p> <p>Quina és la idea principal?</p> <p>A qui pot interessar-ne la lectura?</p> <p>Amb quins continguts científics pot estar relacionat?</p>	<p>Comprendre la idea principal, seleccionar la informació bàsica i construir una frase nova.</p> <p>Reconèixer situacions de la vida dotades de contingut científic.</p> <p>Pensar en termes de models científics.</p>
R Rol de l'autor/a	<p>Qui ha escrit aquest document?</p> <p>Per què el deu haver escrit?</p>	<p>Inferir.</p> <p>Identificar el propòsit de l'autor/a.</p>
I Idees	<p>Quines idees o creences porten l'autor/a a escriure el text?</p> <p>Quines idees exposa?</p>	<p>Inferir.</p> <p>Reconèixer que la ciència no està lliure d'ideologia.</p> <p>Identificar el punt de vista de l'autor/a.</p>
T Test	<p>Es podria fer una prova o experiment per comprovar la credibilitat de l'afirmació principal?</p>	<p>Aplicar coneixements científics per plantejar propostes alternatives</p> <p>Formular una pregunta investigable científicament.</p> <p>Identificar i valorar el tipus de prova que aporta l'autor/a.</p>
I Informació	<p>Quines dades, fets o evidències aporta l'autor/a per donar suport a la idea principal?</p> <p>Són coherents?</p>	<p>Analitzar la informació aportada.</p> <p>Valorar la informació a partir dels coneixements propis.</p> <p>Argumentar a favor o en contra de les evidències, proves o experiments aportats.</p> <p>Jutjar la credibilitat de la font.</p>
C Conclusió	<p>Les conclusions estan d'acord amb el coneixement científic actual que coneixem? Per què?</p>	<p>Confrontar les conclusions del text amb els coneixements científics del lector.</p> <p>Extreure conclusions basades en proves.</p> <p>Argumentar acords i desacords.</p> <p>Comunicar conclusions vàlides.</p> <p>Demostrar la connexió i comprensió de fets del món amb fenòmens científics. Reflexionar sobre les implicacions socials de la ciència.</p>

En aquesta recerca es dissenyaren dues activitats. En la primera, es treballà un article de premsa, «Grafitis a prueba de bomba» (*La Vanguardia*, 10/09/07)⁷. L'article tractava de la dificultat d'esborrar els grafitis sobre vidres. Segons l'autor de la notícia, els grafitis sobre vidres són tan difícils d'esborrar perquè els grafiters barregen les tintes amb àcids. L'activitat es dissenyà per ajudar l'alumnat a aplicar els seus coneixements sobre Canvi Químic. Com que la informació del text no era del tot correcta, ja que els àcids —a excepció de l'àcid fluorhídric— no reaccionen amb el vidre, els alumnes podien qüestionar el fonament científic de la notícia.

El disseny de la segona activitat era una mica diferent ja que es pretenia que els alumnes llegissin dos articles de fonts diferents per extreure'n informació, comparar-la i identificar les diferències i semblances entre els punts de vista expressats. Els textos, un de periodístic —«Contaminación mortal»⁸— i un altre de divulgació científica —«¿Cuánto mercurio ingerimos a diario?»⁹—, plantejaven el problema del mercuri que ingerim a través del peix des d'enfocaments molt diferents. L'activitat es va plantejar com una aplicació dels continguts treballats fins al moment sobre dissolucions i càlcul de concentracions.

L'anàlisi de les dades d'aquest primer article ens permeté descriure com havien de ser les activitats de lectura crítica i a la vegada fer una primera diagnosi de les dificultats amb què s'enfrontaven els alumnes a l'hora de llegir textos de manera crítica, però pensàrem que era necessari definir amb més precisió les dificultats detectades per així poder trobar mecanismes de solució. Era necessari desenvolupar l'esperit crític de l'alumnat treballant el pensament crític. Això ens va conduir a seguir aprofundint en el camp del pensament crític. Partíem de la idea que les habilitats de pensament poden ser explícitament ensenyades en les classes amb bons resultats, com altres autors ja havien citat amb anterioritat (Conneerly, 2006; Scanlan, 2009).

En la segona publicació *The Use of Newspaper Articles as a Tool To Develop Critical Thinking in Science Classes* es millora la proposta d'activitat de lectura comparant la proposta de Bartz (2002) a través de l'acrònim C.R.I.T.I.C. amb aportacions d'autors importants que treballen en el camp del pensament crític, especialment Paul i Elder (2006). Concretament es compara les qüestions incloses en l'instrument C.R.I.T.I.C. que s'aplica a la lectura de textos i elements de raonament de Paul i Elder (2006) tot observant-ne les

⁷ «Grafitis a prueba de bomba», *La Vanguardia* (10/09/07) [www.lavanguardia.es/lv24h/20070910/53392852292.html].

⁸ «Contaminació mortal», *Avui* (25/09/04) [www.unescocat.org/ct/p5/alertes/pdf/set04-1.pdf].

⁹ Yves Scianna, «¿Cuánto mercurio ingerimos a diario?», *Mundo Científico*, 222, 78-80 (2001).

similituds. A partir d'aquestes dues propostes s'identificaren uns «Elements de lectura crítica de ciències» que considerem útils per orientar la lectura crítica d'articles de diari amb contingut científic i també per analitzar les dificultats de l'alumnat (vid. Taula 2).

Taula 2. «Elements de lectura crítica de ciències» comparats amb les categories definides per Bartz (2002) i els «Elements de raonament Paul i Elder» (2006) i exemples de qüestions relacionades

C.R.I.T.I.C. Bartz (2002)	«Elements de raonament» Paul i Elder (2006)	«Elements de lectura crítica de ciències»	Exemples de qüestions-tipus plantejades en les activitats d'aula
C [Consigna]: Quina és l'afirmació o problema que s'exposa en el text?	Tot raonament s'expressa completament, i és format al voltant de conceptes i idees	1. Identificar les idees principals del text	-Quin problema s'exposa en el text? Quina és la idea principal? -Amb quins continguts científics pot estar relacionada?
R [Rol de l'autor/a?]: Qui ha escrit aquest document? Per què el deu haver escrit? Ex. Diners, fama, poder, influència, publicitat, etc.?	Tot raonament té un propòsit	2. Identificar el propòsit de l'autor/a	-Qui ha escrit aquest document? -Per què el deu haver escrit?
I [Idees]: Aquesta informació es pot verificar? Qui la proporciona?	Tot raonament es fa des d'algun punt de vista. Tot raonament es basa en suposicions	3. Identificar les suposicions i el punt de vista de l'autor/a	-Com pensem que es posiciona l'autor de la notícia respecte a aquest tema. Escriviu frases del text que us ajudin a veure l'opinió de l'autor i justifiqueu la resposta - Quines suposicions fa l'autor en el text? Són justificables?

<p>T [Test]:</p> <p>Hi ha alguna raó per dubtar de l’afirmació, com podríem dissenyar experiment adequat? Com podríem donar les condicions necessàries que evitin variables no controlades, errors sistemàtics, o paranys en els resultats?</p>	<p>Tot raonament és un intent de contestar a alguna pregunta o assumpte.</p>	<p>4. Formular una pregunta científica a la qual dona resposta l’autor en l’article o Dissenyar un experiment científic per comprovar la informació del text</p>	<p>-Es podria fer una prova o experiment per comprovar la credibilitat de l’afirmació principal?</p> <p>-Quina pregunta es faria un/a científic/a per investigar aquest problema?</p>
<p>I [Informació]:</p> <p>Hi ha alguna font imparcial que ha dut a terme un examen rigorós i independent de l’experiment i ha publicat els resultats, idealment en una reconeguda revista?</p>	<p>Tot raonament es basa en informació</p>	<p>5. Identificar dades i evidències que dona el text</p>	<p>-Hi ha dades, arguments o evidències científiques en el text que justifiquen l’afirmació inicial?. Escriu-les</p>
<p>C [Conclusió]:</p> <p>Les conclusions estan d’acord amb el coneixement científic actual que coneixem? Per què?</p>	<p>Tot raonament conté inferències o interpretacions, les quals fan que es puguin treure conclusions i donar sentit a les dades</p>	<p>6. Treure conclusions inferint a partir d’evidències</p>	<p>Les conclusions estan d’acord amb el coneixement científic actual que coneixes?</p> <p>Escriu un text argumentatiu en què validis o refutis la informació científica del text.</p>

En la publicació 2 s'analitzaren aplicacions de dues activitats, grafitis i banyadors. Els articles seleccionats foren: «Grafitis a prueba de bomba» (*La Vanguardia*, 10/09/07)¹⁰ (vid. publicació 1) i «Continúa la polémica por los bañadores de Speedo» (*El Mundo*, 07/04/08).¹¹ El contingut del primer article s'explica en la publicació 1. En el segon article sortien opinions a favor i en contra de si els banyadors utilitzats pels nedadors havia contribuït a millorar els últims rècords olímpics. La notícia se seleccionà perquè els alumnes apliquessin els seus coneixements de cinemàtica i dinàmica a l'anàlisi d'un fet real.¹²

Les activitats es dissenyaren utilitzant els «Elements de lectura crítica de ciències» (vid. Taula III). Les preguntes foren les mateixes en les dues activitats a excepció de l'element 4 «Formular una pregunta científica a la qual dona resposta l'autor/a en l'article o Dissenyar un experiment científic per comprovar la informació del text», ja que depenia del contingut de l'article. En un article es demanà a l'alumnat que formulés una pregunta científica a investigar (pas previ per realitzar un experiment científic), i en l'altra activitat la pregunta ja estava plantejada en el text, i es demanava a l'alumnat que dissenyés un experiment científic per comprovar-la. Els resultats foren molt diferents, per tant detectàrem que hi havia diferències a l'hora d'identificar els «Elements de lectura crítica de ciències» en funció de les preguntes que es formulaven en les activitats. Aquest fet ens va fer adonar de les dificultats de l'alumnat per analitzar científicament la informació i, per tant, per connectar la ciència escolar a contextos reals.

Un altre aspecte que detectàrem era que la informació que aportava el text condicionava molt la identificació d'evidències. Si el text contenia informació amb fonament científic, els estudiants que tenien el model científic clar el reconeixien, però si el text no contenia informació, l'alumnat inventava evidències o feia afirmacions infundades, ja que ells consideraven que la informació escrita havia de ser verídica. Així, doncs, ens plantejàrem nous dubtes i ens preguntàrem sobre quin tipus de dades o arguments selecciona l'alumnat per validar la informació, en funció de quins criteris i què condiciona la posició que es pren quan en el text es donen arguments diversos o dades contradictòries. A més volíem analitzar quines idees científiques utilitzen els alumnes en l'anàlisi de la informació i esbrinar si es

¹⁰ «Grafitis a prueba de bomba», *La Vanguardia* (10/09/07) [www.lavanguardia.es/lv24h/20070910/53392852292.html].

¹¹ «Continúa la polémica por los bañadores Speedo», *El Mundo* (07/04/08) [www.elmundo.es/elmundodeporte/2008/04/07/masdeporte/1207569246.html o www.xtec.es/sgfp/llicencies/200809/memories/1891m.pdf].

¹² Aquest article es treballà a l'aula abans que la FINA (Federació Internacional de Natació) prengués la decisió de prohibir els banyadors de cos sencer impermeables.

fixaven en les idees de l'article, o en els seus propis coneixements o en la interacció de les dues. Fruit d'aquestes preguntes sorgí el tercer article.

El tercer article es basà en els resultats de l'aplicació d'una activitat plantejada al voltant de la lectura d'una notícia de premsa que havia sortit al diari *La Vanguardia* (12/01/2009) titulada «¿Google, contamina?». ¹³ L'article tractava sobre un estudi que havia fet la Universitat de Harvard en què demostrava que Google contribuïa a l'escalfament global. Segons l'autor de la notícia, Google obté tan bona qualitat en les seves recerques perquè utilitza al mateix temps diversos bancs de dades situats en diferents països. Com que els potents servidors informàtics necessiten molta energia per funcionar i refrigerar-se, contribueixen a les emissions de CO₂ a l'atmosfera en major mesura que els seus competidors. L'article donava moltes dades, tant quantitatives com qualitatives, per justificar la informació. També hi sortien els contraarguments que donava Google per defensar-se. L'article en cap moment argumentava com Google contribuïa a l'emissió de CO₂ a l'atmosfera. La notícia se seleccionà perquè tractava de manera implícita molts conceptes que formen part del currículum de l'ESO i batxillerat (Energia, Canvi climàtic, Canvi químic) i, per altra banda, sorgien arguments contradictoris, els que exposava la Universitat de Harvard i els que exposava Google. Per tant, en haver-hi arguments antagònics semblava que obligava l'alumnat a posicionar-se sense validar a cegues la informació del text.

Aquesta activitat es podia treballar en qualsevol curs, ja que el tema de l'energia s'estudia en diversos moments del currículum de ciències. Optarem per aplicar-la a 2n ESO i 1r BTX, ja que volíem veure si el fet de disposar de més coneixements de ciència, també tenia una repercussió més alta a l'hora d'aplicar els coneixements i ser més crític amb la informació. L'activitat finalitzava amb la redacció d'un text argumentatiu, en el qual els alumnes havien de respondre a la pregunta que formulava l'autor, després d'haver llegit la notícia i haver-se informat en altres webs. El text argumentatiu final ens permeté analitzar si havien estat crítics amb la informació i quines dades i idees científiques utilitzaven. Ens interessava analitzar si l'alumnat amb més coneixements de ciència utilitzava arguments més científics que els nens que no en disposaven tants. Per aquest motiu passarem l'activitat tant en el grup de ciències com en el de lletres.

Per tant, en el tercer article s'analitza quines idees científiques i dades utilitzen els alumnes en la seva argumentació a partir d'un problema plantejat en una notícia de premsa, i si hi ha diferències en funció del coneixement de ciència i de l'edat dels alumnes.

¹³ «¿Google contamina?», *La Vanguardia* (12/01/2009)
[<http://grupsderecerca.uab.cat/liec/content/does-google-cause-pollution>].

Durant aquest període en què he estat elaborant la tesi s'han anat presentant els resultats a diferents congressos, tant a nivell nacional com internacional, a la vegada s'han elaborat diferents materials didàctics.

Oliveras, B.; Sanmartí, N. (2008). «Análisis de una actividad orientada a promover la lectura crítica en las clases de ciencias». Congreso. Almería. A: *XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Almería.

Oliveras, B.; Sanmartí, N. (2009). «Lectura crítica, una herramienta para mejorar el aprendizaje de las ciencias». *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII (Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona), pp. 927-931 (ISSN 0212-4521)

Oliveras, B.; Sanmartí, N. (2009). «Treballar críticament articles de diari amb contingut científic. Els grafits». A: *II Congrés de Docència de Química a Secundària*. Girona

Oliveras, B.; Sanmartí, N. (2009). «Lectura crítica, una herramienta para mejorar el aprendizaje de las ciencias». A: *VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*. Barcelona.

Oliveras, B.; Sanmartí, N. (2010). «La lectura crítica de artículos de periódico con contenido científico». A: *XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Baeza.

Oliveras, B.; Márquez, C.; Sanmartí, N. (2011). «The Reading of Newspaper Articles as Tool for Developing Critical Thinking». A: *9th International Conference ESERA*.

Oliveras, B.; Márquez, C.; Sanmartí, N. (2012). «Critical Reading Activities To Develop Critical Thinking in Science Classes». A: Bruguière, C.; Tiberghien, A.; Clément, P. (eds.). *E-book Proceedings of the ESERA 2011 Conference*. Lyon, France: Science Learning and Citizenship General.

Oliveras, B.; Márquez, C.; Sanmartí, N. (2012). «Dificultades del alumnado al aplicar los conocimientos de ciencia en el análisis de un artículo de prensa: propuestas de mejora». A: *XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Santiago de Compostela.

Oliveras, B.; Sanmartí, N. *Leer.es*. Ministerio de Educación. [<http://docentes.leer.es/materiales/page/1?nivel=155>]

Oliveras, B.; Márquez, C.; Sanmartí, N. (2013). «La identificación de pruebas de un artículo de prensa y su aplicación en la argumentación de un problema real relacionado con la energía». A: *IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*. Girona.

2. Objectius

La finalitat principal d'aquesta tesi és analitzar les dificultats que ha de superar l'alumnat per ser competent en la lectura crítica d'articles de premsa en el marc de les classes de ciències.

A més s'estudia quins problemes mostren en connectar els seus coneixements escolars a una situació vinculada a la vida quotidiana, i a la vegada s'identifiquen diferents perfils de lectors d'articles de diari amb contingut científic. També s'elaboren criteris per al disseny d'activitats per promoure en l'alumnat la lectura crítica.

Objectiu 1. Dissenyar activitats de lectura crítica de notícies de diari amb contingut científic.

Objectiu 2. Analitzar les dificultats dels alumnes en llegir críticament articles de premsa. Concretament:

- Dificultats relacionades en aplicar els «Elements de lectura crítica de ciències»
- Dificultats relacionades amb el contingut de les lectures i el tipus de preguntes que es formulen en les activitats

Objectiu 3. Analitzar les idees científiques i les dades que utilitzen els alumnes en la seva argumentació i detectar si hi ha diferències en funció dels coneixements de ciència i de l'edat dels alumnes.

Objectiu 4. Identificar perfils de lectors d'articles de diari amb contingut científic.

3. Metodologia

La recerca es va realitzar en cinc centres diferents: IES Doctor Puigvert (Barcelona), IES Menéndez y Pelayo (Barcelona), IES Joan Puig i Ferrer de la Selva del Camp (Tarragona) i l'Escola Pia Sarrià-Calassanç (Barcelona). Les activitats han tingut una durada d'entre tres i cinc hores cadascuna, i les han realitzat els mateixos professors i professores que impartien la matèria en cada centre. Participaren un total de 215 estudiants d'entre dotze i setze anys (2n ESO fins 1r batxillerat).

Les activitats dissenyades es presentaren al professorat de les aules implicades en la recerca en una reunió de treball. Cal remarcar que aquests tipus d'activitats no s'havien realitzat mai a cap de les aules de ciències i, per tant, era una novetat per al professorat i per a l'alumnat implicat. Es discutí amb detall la metodologia d'aplicació a l'aula, però en canvi no es va aprofundir en el contingut científic dels problemes que tractaven els articles, ni en els objectius de recerca de la investigadora, ja que no es va voler condicionar els resultats. L'activitat s'havia de plantejar com una activitat més d'aula i s'havia de fer en grups cooperatius de quatre alumnes agrupats de manera heterogènia.

En especial es discutí la necessitat de fomentar la lectura cooperativa per ajudar a la millor comprensió del text. Se suggeriren diverses estratègies de lectura cooperativa (Kock i Eckstein, 1991). S'insistí molt al professorat en la importància de fomentar la comunicació entre l'alumnat i el professorat, i que aquesta comunicació afavorís els processos d'autoregulació de les dificultats que anessin sorgint (Jorba et al., 2000). Malgrat que una part del professorat opinava que no era necessari realitzar les activitats en grup i que individualment podien obtenir millors resultats, se'ls va demanar que promoguessin el treball en petits grups i l'intercanvi d'opinions entre iguals.

Cada professor/a va aplicar posteriorment l'activitat a la seva aula i va recollir tots els escrits que els alumnes van generar al llarg de l'activitat. Aquests escrits són les dades que s'han utilitzat per a l'anàlisi dels resultats.

En la primera publicació es realitzà una anàlisi qualitatiu. En la segona i tercera publicació es realitzaren una anàlisi tant quantitativa com qualitativa. Per fer l'anàlisi quantitativa es definiren unes categories d'anàlisi, i a partir d'aquestes categories es dissenyaren unes rúbriques per analitzar les respostes de l'alumnat. Els diferents nivells de les rúbriques han estat validats per dues professores amb gran experiència i trajectòria professional.

En la primera publicació s'analitzaren dues activitats de lectura crítica que s'havien treballat en l'IES Doctor Puigvert (Barcelona) amb alumnes de 15-16 anys (n=16). Per a l'anàlisi de les activitats s'utilitzaren els textos finals escrits pels alumnes en cada activitat.

En la segona publicació s'analitzaren dues activitats de lectura crítica que s'havien treballat en dos centres diferents, l'IES Doctor Puigvert (Barcelona) i l'IES Joan Puig i Ferrer (Tarragona) amb alumnes de 15-16 anys (n=61). Per fer l'anàlisi de les activitats es definiren sis categories que corresponen als sis «Elements de lectura crítica de ciències» (vid. Taula 2). Per valorar la idoneïtat de les respostes de l'alumnat en relació amb cada categoria ens basarem en la proposta de Paul i Elder (2005). Aquests autors en la seva *Guide for Educators: Critical Thinking Competency Standards*¹⁴ proposen uns indicadors per avaluar el pensament crític de l'alumnat. A partir d'aquests indicadors i de les respostes de l'alumnat es va definir una escala del 1-5 per avaluar la lectura crítica d'articles amb contingut científic (vid. Taula 1).

¹⁴ Paul, R.; Elder, L. (2005). *A Guide for Educators to Critical Thinking Competency Standards*. Foundation for Critical Thinking. [Retrieved May 20, 2010 from www.criticalthinking.org/TGS_files/SAM-CT_competencies_2005.pdf].

Taula 3. Rúbrica per analitzar els «Elements de lectura crítica en ciències» basada en els indicadors de Paul i Elder (2005)

Categories	Nivells
<p>Cat 1. Identificació de les idees principals del text</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Citen informació no rellevant o no reelaboren la informació. 2. Només identifiquen una de les idees o conceptes claus. 3. Fan referència a més d'una idea o concepte clau. 4. Expressen amb les seves pròpies paraules la informació més important. Identifiquen algunes de les idees i conceptes claus que s'usen d'una manera entenedora. Fan interaccions entre idees. 5. Expressen amb les seves pròpies paraules la informació més important de manera entenedora. Identifiquen totes les idees i conceptes claus que s'usen d'una manera entenedora.
<p>Cat 2. Identificació del propòsit de l'autor/a</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Citen informació irrellevant 2. La informació que expressen no es pot inferir del text. 3. Suposen que les notícies només són per informar d'una manera neutra i imparcial. 4. Identifiquen el propòsit de l'autor, però de manera poc precisa ja sigui perquè no redacten bé o perquè no concreten prou. 5. Comuniquen bé el propòsit que creuen que té l'autor/a. S'adonen que l'autor/a a més d'informar té altres intencions (crear polèmica, etc.)

<p>Cat 3. Identificació de les suposicions i punt de vista de l'autor/a</p>	<ol style="list-style-type: none">1. No contesten o citen informació irrellevant o no identifiquen el punt de vista de l'autor/a.2. Fan suposicions no raonables en funció d'evidències i no identifiquen el punt de vista de l'autor/a ni justifiquen el punt de vista expressat.3. Citen frases textuais del text sense inferir el punt de vista de l'autor/a.4. Fan suposicions raonables i identifiquen el punt de vista de l'autor/a, però no el justifiquen.5. Fan suposicions raonables i identifiquen i justifiquen el punt de vista de l'autor/a a partir del text.
<p>Cat 4. Formulació d'una pregunta científica a la qual dóna resposta l'autor (activitat1) o Disseny d'un experiment científic per comprovar la informació del text (activitat2)</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Plantegen preguntes poc coherents o experiments irrellevants.2. Es plantegen la pregunta sense concrecions o realitzarien experiments massa generals.3. Es pregunten qüestions a les quals no respon el text o realitzen experiments dirigits únicament a entendre el perquè del problema.4. Formulen preguntes fonamentades i importants des de la ciència analitzant només una de les variables, o realitzen un experiment per comprovar-ho basat en una de les variables.5. Formulen preguntes fonamentades i importants des de la ciència analitzant totes les variables a considerar, o realitzen un experiment per comprovar-ho basat en totes les variables.

<p>Cat 5. Identificació de dades i evidències que dóna el text</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Validen la informació per confiança amb el diari (no jutgen la credibilitat de la font) o perquè creuen que l'autor/a s'ha informat. 2. Citen informacions del text amb un raonament no elaborat i imprecís o bé treuen conclusions basades en informacions del text no rellevants i no es refereixen a si són evidències o no. 3. Fan referència a si el text dóna evidències o no, o a si les informacions que aporta tenen validesa científica sense més explicacions o donant arguments poc elaborats o sense buscar-ne per validar la informació del text. 4. Treuen conclusions fonamentades a partir d'informació aportada pel text (fets, dades, evidències, etc.), sense distingir el tipus de font (fet, opinió, argument científic, etc.). 5. Distingeixen entre fets, arguments científics i opinions del text. Treuen conclusions tenint en compte la informació de què disposen i per un raonament sensat demostren capacitat per analitzar i avaluar la informació objectivament.
<p>Cat 6. Argumentació de conclusions a partir d'evidències</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Citen arguments irrellevants 2. Arriben a conclusions a partir de coneixements quotidians sense activar els coneixements científics. 3. Activen els seus coneixements de ciència i mostren capacitat per argumentar acords i desacords, tot i que no confronten els seus coneixements amb la informació del text. 4. Confronten la informació del text amb els seus coneixements científics i mostren acords o desacords raonables sense fonamentar-los explícitament. 5. Confronten la informació del text amb els coneixements científics i mostren capacitat per argumentar de forma fonamentada acords i desacords

Secció I. Introducció

Per a l'anàlisi dels resultats s'utilitzaren les dades recollides a partir de les respostes de l'alumnat a les tasques realitzades en la *fase prèvia*, *durant* la lectura i la *fase després de la lectura*. Per tal de comparar les puntuacions mitjanes de cada categoria entre els dos centres i les dues activitats s'utilitzà una anàlisi de la variància de dues vies (ANOVA).

En la tercera publicació s'analitzà una activitat de lectura crítica que s'havia treballat en dos centres diferents, l'IES Menéndez y Pelayo (Barcelona) i l'Escola Pia Sarrià-Calassanç (Barcelona) amb alumnes de 13-14 anys i de 16-17 anys (n=117). Per analitzar les dades es definiren tres categories adaptades a la finalitat de la recerca (vid. Taula 4).

Taula 4. Nivells de cada categoria

Categories	Nivells
Cat 1. Identificació de les idees principals de ciència	1. No identifica que és un problema d'energia o identifica problema energia sense anomenar cap idea científica. 2. Identifica algunes de les idees científiques (fonts energia, transformació d'energia, transferència d'energia en forma de calor o degradació de l'energia) però no justifica científicament la relació CO ₂ i energia. 3. Identifica algunes de les idees científiques (fonts energia, transformació d'energia, transferència d'energia en forma de calor o degradació de l'energia) i justifica científicament la relació CO ₂ i energia (emissió de CO ₂ relacionat crema combustibles fòssils, etc.). 4. Identifica totes les idees científiques (fonts energia, transformació d'energia, transferència d'energia en forma de calor o degradació de l'energia) i justifica científicament la relació CO ₂ i energia.
Cat 2. Utilització de les dades del text i altres fonts	1. No utilitza cap dada 2. Utilitza dades qualitatives o/i quantitatives amb unitats no adequades o utilitza dades del text no rellevants 3. Utilitza dades rellevants del text, quantitatives i/o qualitatives, amb les unitats adequades. 4. Utilitza dades rellevants, quantitatives i/o qualitatives, del text i altres fonts amb les unitats adequades
Cat 3. Perfils de lectors d'articles de diari	1. Reprodueix la informació que llegeix en el diari sense contrastar-la amb altres fonts o les seves pròpies idees (lector crèdul). 2. Argumenta a partir de les seves creences sense tenir en compte la informació llegida (lector ideològic). 3. Contrasta la informació llegida, amb els seus coneixements de ciència i amb la informació trobada en altres fonts (lector crític)

En la publicació 3, s'han analitzat els textos argumentatius escrits pels alumnes tant en la *fase prèvia* (1r dia), com en la *fase de després* de la lectura (5è dia). Per comparar les diferències entre les categories es realitzà el test de Chi-Square.

4. Fonamentació teòrica

El marc teòric de la recerca fa referència a la importància de llegir críticament textos de diari a la classe de ciències. Aquesta fonamentació està extensament presentada en els tres articles publicats. Per evitar repeticions en el marc teòric, s'ha optat per presentar altres aspectes rellevants per a la recerca i que no es desenvolupen en profunditat en el marc teòric dels tres articles que formen el compendi. Aquests aspectes són:

1. El pensament crític. En aquest apartat definirem què entenem per pensament crític i perquè és important treballar el pensament crític a la classe de ciències. Ens centrarem en la proposta de pensament crític de Paul i Elder (2006), que ha estat la base de la nostra recerca.
2. Model lector. En aquest punt definirem el model interactiu en què ens situem en la recerca.
3. Procediment lector. Definirem el procediment lector a partir de la proposta de Solé (2002).

4.1. El pensament crític

L'escola ha de preparar els estudiants per participar en la societat com a ciutadans i ciutadanes. La societat actual, amb un accés generalitzat a la informació a través d'Internet i amb un bombardeig constant de dades, opinions i consignes, exigeix disposar de noves competències, entre les quals destaquem la que es relaciona amb la capacitat de pensar críticament i de comprendre i valorar tot tipus de textos als quals té accés, relacionats amb temàtiques moltes vegades amb una fonamentació científica que ens afecten directament (canvi climàtic, energies alternatives, grafits, aliments transgènics...).

Hi ha un acord considerable a considerar el pensament crític com una combinació d'habilitats i disposicions (Ennis, 1991; Halpern, 1998; Paul i Elder, 2005, Ten Dam i Volman, 2004). Les *habilitats* serien el component cognitiu, el saber què fer, analitzar arguments, jutjar la credibilitat de les fonts, identificar el focus de l'assumpte, contestar i preguntar aclariments i/o posar en dubte qüestions; les disposicions serien les actituds o predisposicions de l'alumnat vers el pensament crític, estar preparat per determinar i mantenir el focus en la conclusió o pregunta, estar disposat a tenir en compte la situació sencera, preparat per buscar i donar raons, sensible a estar ben informat, disposat a buscar alternatives, i jutjar quan les evidències i raons són insuficients. Alguns autors opinen que el pensament crític ha de ser comprès com unes habilitats i disposicions generals (Ennis, 1996; Paul, 1992), en canvi n'hi ha d'altres que opinen que han de ser habilitats i disposicions que varien en les diferents disciplines (McPeck, 1990).

Estaríem d'acord amb Brown (1997) quan diu que el pensament crític s'ha de desenvolupar en el context d'una disciplina específica, i en relació amb situacions o problemes de la vida quotidiana. Aquests tenen una funció de motivació, donen sentit a l'aprenentatge (Ten Dam & Volman, 2004), però molt especialment són importants per promoure el desenvolupament del pensament crític i reconèixer com s'utilitza la ciència per argumentar punts de vista (Halpern, 1998; Kennedy, Fisher & Ennis, 1991; Oliveras & Sanmartí, 2009). Una disciplina no és una col·lecció aïllada de fets. És un sistema de significats interrelacionats amb lògica que pressuposa i usa conceptes i eines del pensament crític (Elder i Paul, 2003; Paul i Elder, 2004). La biologia, per exemple, és el pensament crític aplicat a sistemes de vida. Cada disciplina genera una forma de pensament. D'altra banda cal considerar que la major part de les habilitats d'indagació científica clàssiques, com formular preguntes d'investigació, proposar hipòtesis, plantejar experiments o treure conclusions, es classifiquen com habilitats d'ordre superior. En aquest sentit l'assignatura de ciències seria un entorn excel·lent per al desenvolupament del pensament crític.

Donada, per tant, la relació important que existeix entre aprendre a pensar i aprendre l'ús de continguts és necessari que el pensament crític sigui ensenyat dins d'una disciplina de coneixement. Ensenyar a pensar contribueix a la construcció de coneixement científic. En comptes d'enfocar-se en l'aprenentatge repetitiu i en la memorització de fets, els estudiants que resolen problemes, discuteixen qüestions científiques i duen endavant indagacions s'involucren en un pensament actiu sobre diversos temes. Aquest pensament els ajuda a establir connexions entre conceptes i a construir representacions mentals. L'aprenentatge es torna més desafiant, interessant i motivador i pot desembocar en una comprensió i una retenció millors.

Diverses recerques demostren que les habilitats de pensament poden ser explícitament ensenyades en les classes amb bons resultats (Conneerly, 2006; Scanlan, 2009). Malgrat que compartim la importància de la instrucció de les habilitats de pensament pensem que s'han de treballar sempre associades a l'aprenentatge d'uns continguts conceptuals que possibilitin fonamentar l'argumentació. Estaríem d'acord amb Zoller (2000) que la principal finalitat de l'educació en ciència és el desenvolupament de les habilitats de pensament dels estudiants en el context específic de la ciència. Però per poder aplicar aquestes habilitats, l'alumnat haurà de disposar d'uns coneixements científics que facin possible transferir-los i aplicar-los a l'anàlisi de situacions diverses (socials, econòmiques, tecnològiques i ambientals). També hi ha acord en el fet que per promoure el pensament crític s'ha de prestar atenció al desenvolupament de les creences epistemològiques dels estudiants, facilitar un aprenentatge actiu al voltant de problemes relacionats amb situacions de la vida real i estimular

interaccions entre els estudiants que possibilitin parlar i compartir diferents formes de veure. Prendre decisions i resoldre problemes és l'essència de les disposicions envers el pensament crític (Facione, 1990).

Així, doncs, en aquesta recerca ens hem centrat a treballar habilitats de pensament crític a la classe de ciències. Concretament ens hem centrat a avaluar habilitats de pensament crític a partir de la proposta de Paul i Elder (2006). Aquests autors es refereixen a les habilitats de pensament com a «Elements de raonament» (vid. Figura 1).

Paul i Elder descriuen vuit «Elements de raonament» (2006):

1. Tot raonament té un «propòsit». Per entendre alguna proposició, un ha de ser capaç de definir clarament el seu «propòsit» (per exemple, per persuadir, denunciar, etc.).
2. Tot raonament és un intent de contestar a alguna pregunta o assumpte.
3. Tot raonament es basa en «suposicions».

Un pensador eficaç procura identificar clarament les suposicions de l'escriptor/a i determinar si són justificables.

4. Tot raonament es fa des d'algun «punt de vista».
5. Tot raonament es basa en «informació», en dades i evidències. El/a bon/a pensador/a procura identificar la informació de l'escriptor/a, i assegurar-se que tota la informació utilitzada sigui clara, acurada i pertinent a la pregunta a debat. També avalua si l'escriptor/a ha recollit informació suficient.
6. Tot raonament s'expressa completament, i es forma al voltant de conceptes i idees. Per això és important identificar conceptes clau i explicar-los clarament.
7. Tot raonament conté «inferències o interpretacions» per les quals traiem conclusions i donem significat a les dades. És important inferir només el que l'evidència implica.
8. Tot raonament porta a algun lloc, o té implicacions i conseqüències. És important localitzar les «implicacions» i conseqüències que surten del raonament, buscant implicacions negatives així com positives, considerant totes les conseqüències possibles.



Figura 1. Elements de pensament, segons Paul i Elder (2006)¹⁵

4.2. El model interactiu

Des d'una perspectiva tradicional, la comprensió lectora es produeix automàticament un cop l'aprenent és capaç de descodificar amb precisió i rapidesa. Més moderna i científica és la visió que llegir és comprendre. Per comprendre és necessari desenvolupar diverses destreses mentals o processos cognitius: anticipar el que dirà un escrit, aportar els coneixements previs, fer-ne hipòtesis i verificar-les, elaborar inferències per comprendre el que només se suggereix, construir un significat.

Al llarg dels darrers anys s'han fet diverses propostes per explicar el procés lector, entre aquestes destacarem el model ascendent o *bottom up* i el descendent o *top down*. El model ascendent suposa que quan llegim processem de manera jeràrquica les diferents unitats (lletres, paraules, frases, etc.) i les anem integrant fins que la descodificació és completa; aleshores podem entendre el text. El model descendent implica també un processament jeràrquic, però a l'inrevés. Se suposa que el coneixement del món i del tema del text ens

¹⁵ Paul, R.; Elder, L. (2006). *The Miniature Guide to Critical Thinking Concepts and Tools*. Foundation for Critical Thinking. [www.criticalthinking.org/files/Concepts_Tools.pdf.]

permeten fer anticipacions i entendre el que llegim més fàcilment. Com més coneixement previ es té, menys necessitat hi ha de fixar-se acuradament en el text.

Nosaltres ens centrarem en el model interactiu. El model interactiu considera que tant el processament de la informació textual a nivell ascendent com a nivell descendent són condicions necessàries però no són suficients per explicar la lectura. Segons aquest model, el significat no es troba completament en el text ni en el lector, sinó que és fruit de la interacció que s'estableix entre ambdós.

Es considera que en llegir un text el subjecte comença guiat fonamentalment pel mateix text, processant la informació de manera ascendent. Però en la mesura que aquest procés aporta al lector un nucli d'informació, aquest activa un petit nombre de dades o esquemes de coneixement que permeten integrar la informació i ajuden en la comprensió de les frases següents. El subjecte construeix, doncs, un model a partir dels esquemes activats pels elements inicials del text, model que va essent precisat a mesura que la informació inicialment implícita es va fent explícita. A vegades passa que les expectatives o hipòtesis que el subjecte deriva del model format són contradites per la informació nova que presenta el text, fet que obliga el subjecte a revisar les seves hipòtesis i posar en joc determinades estratègies per resoldre el seu error de comprensió.

La teoria dels esquemes explica com la informació continguda en el text s'integra als coneixements previs del lector/a i influeixen en el seu procés de comprensió. De manera que s'entén la lectura com el procés mitjançant el qual el lector/a tracta de trobar la configuració d'esquemes apropiats per explicar el text en qüestió. D'aquesta manera, el lector/a assoleix la comprensió d'un text només quan és capaç de trobar en el seu arxiu mental (en la seva memòria) la configuració d'esquemes que li permeten explicar el text en forma adequada.

El lector/a és un subjecte actiu que utilitza diverses fonts de coneixement per obtenir informació del text a partir de la seva representació del món, de la mateixa manera que reconstrueix el significat del text per interpretar-lo d'acord amb els seus propis esquemes conceptuals. Mentre llegeix, el lector/a processa la informació que prové del text i, a partir d'aquesta informació, juntament amb els seus coneixements previs, va reconstruint les seves estructures de memòria, que esdevenen cada cop més riques quant a continguts temàtics i processos de raonament. És a dir, la lectura permet modificar les estructures de coneixement del subjecte. La lectura és una activitat cognitiva complexa que implica un procés actiu de processament de la informació per part del lector/a, qui en l'acte de llegir realitza activitats d'anàlisi, síntesi i creació o reconstrucció. El lector/a construeix el significat a partir de la informació continguda en el text i dels seus propis coneixements per mitjà d'un procés de

generació i verificació d'hipòtesis, que li permeten tant la integració de la informació com el control de la pròpia comprensió. Cada una d'aquestes dimensions del procés inclou components perceptius, cognitius i lingüístics (Alonso, 2005).

Aquest model es distancia de les posicions tradicionals quan assenyala com a tret fonamental que la comprensió d'un text mai depèn únicament del lector/a, sinó que implica, sempre, tres elements diferents: El lector/a que comprèn, el text a comprendre i l'activitat de la qual forma part la comprensió. Aquests tres elements, a més, ocorren dins un context sociocultural que modela i és modelat pel lector/a. El context sociocultural influencia la manera com es llegeixen els llibres i el valor que se'ls dóna. En cap moment, però, volem suggerir que el lector/a, l'activitat i el text són elements estàtics i independents. Cap d'aquests tres elements pot ser considerat de manera aïllada. Al contrari, les capacitats del lector/a sempre les observarem en relació amb un text determinat, aquest èxit variarà, també, en funció de l'activitat. Alguns textos serviran millor que d'altres per a activitats diferents i l'ús que es faci del text dependrà en bona part de les capacitats del lector/a i de l'activitat dissenyada. La interrelació entre el lector/a, el text i l'activitat és, a més, dinàmica, canvia amb el pas del temps. En apropar-se a un text, el lector/a porta una sèrie de capacitats cognitives, motivacionals, lingüístiques i no lingüístiques. Algunes d'aquestes capacitats poden experimentar canvis en el procés de lectura. Per exemple, el lector/a pot aprendre dades i fets nous, o pot esdevenir més interessat en el tema sobre el qual llegeix. Alguns d'aquests canvis poden esdevenir permanents, de manera, posem, que el lector/a serà capaç de passar un examen sobre aquella matèria, o iniciarà les lectures següents amb més coneixements i motivació. Finalment, el procés de comprensió canvia a mesura que el lector/a madura i es desenvolupa cognitivament, a mesura que adquireix experiència amb textos de major complexitat, i a mesura que es beneficia de la instrucció. Entenem, doncs, que la lectura és una activitat motivada, orientada a una finalitat, i el resultat de la qual depèn, per tant, de la interacció entre les característiques del text i l'activitat del lector/a, que en afrontar la lectura té en compte diferents coneixements, propòsits i expectatives (Alonso, 2005).

Hi ha una qüestió, que forma part del procés de comprensió, i a la qual no s'ha prestat atenció des de la investigació psicològica; aquesta qüestió fa referència no només al grau en què el lector/a arriba a sintetitzar les idees que l'autor/a comunica i a construir un model de la situació de què parla el text, sinó també a identificar la intenció amb la qual l'autor/a diu el que diu. És important identificar la intenció de l'autor/a en la mesura que els textos no s'escriuen perquè sí, sinó amb una intenció comunicativa, i comprendre-la amb profunditat

implica ser capaços d'identificar i valorar la intenció amb què són escrits (ho veurem extensament en l'apartat següent).

Tal com diu Cassany (2006), aprendre a llegir és molt més complex, ja que requereix no només desenvolupar aquests processos cognitius sinó també adquirir els coneixements socioculturals particulars de cada discurs, de cada pràctica concreta de comunicació escrita (a la vida real llegim de manera diferent un poema, una novel·la, unes instruccions de la torradora, Internet, etc.). A més de fer hipòtesis i inferències i de descodificar les paraules, cal conèixer com un autor/a i els seus lectors i lectores utilitzen cada gènere. Per exemple, en el cas de llegir una notícia de premsa hem de reconèixer les parts (avantítol, títol, cos), l'organització en paràgrafs independents que ordenen les dades de més rellevants a menys, etc. Per tant, ens situarem en l'orientació sociocultural entenent que la lectura i l'escriptura són «construccions socials, activitats socialment definides». En llegir i escriure no només executem regles ortogràfiques sobre un text; també adoptem una actitud concreta i un punt de vista com a autors o lectors i utilitzem uns estils de pensament preestablerts per construir unes concepcions concretes sobre fets de la realitat. A més, el que escrivim o llegim configura la nostra identitat social: com cadascú es presenta en societat, com és vist pels altres, com es construeix com a individu dins d'un col·lectiu (Cassany, 2005).

Segons Paul i Elder (2006), un pensador crític és aquell que formula problemes amb claredat i precisió, acumula i avalua informació rellevant i utilitza idees abstractes per interpretar aquesta informació. Segons aquests autors, un pensador crític arriba sempre a conclusions i solucions, provant-les amb criteris i estàndards rellevants. Un pensador crític reconeix i avalua els supòsits, implicacions i conseqüències pràctiques i pensa solucions a problemes complexos i es comunica efectivament.

Per treballar les habilitats de pensament cal una nova manera de treballar a les classes. Caldrà deixar temps a l'alumnat perquè s'apropiïn dels problemes, perquè elaborin bones preguntes, perquè plantegin hipòtesis i així puguin elaborar bones argumentacions (Izquierdo, 2004). Entenem, doncs, que per aconseguir el desenvolupament del pensament crític de l'alumnat és fonamental el paper del professor.

En aquesta línia, diversos currículums recents de tot el món emfatitzen la necessitat que en el segle XXI tot l'alumnat aprengui ciències en una forma que els permeti avaluar críticament qüestions científiques i tecnològiques innovadores. Per poder assolir això, l'alumnat necessita una «alfabetització científica». Entenem que la forma d'aconseguir una alfabetització científica i una comprensió profunda és a través de l'aprenentatge per indagació,

l'argumentació, la presa de decisions i el pensament crític, és a dir, a través dels elements dels quals es compon el pensament d'ordre superior (Zohar, 2006).

4.3. El procediment lector

Solé (2002) divideix el procés de la lectura en tres subprocessos, que són: abans de la lectura, durant la lectura i després de la lectura. Segons l'enfocament interactiu, la comprensió és un procés a través del qual el lector/a elabora un significat en interacció amb el text. Lector/a i text tenen la mateixa categoria, tot i que aquest model dóna molta importància als coneixements previs del lector/a a l'hora d'enfrontar-se a qualsevol text. D'aquí la importància d'activar-los en la fase que Solé (2002) anomena «prèvia a la lectura».

a) Abans de la lectura

Com en tot procés interactiu, primer s'han de crear les condicions necessàries, en aquest cas de caràcter afectiu. Un primer pas per possibilitar uns bons nivells de comprensió per part de l'alumnat seria fixar-se prèviament els objectius de la lectura i assegurar-se que l'alumnat se'ls representa adequadament. La comprensió lectora, però, no depèn només del text, sinó que també és important la informació que ja té el lector/a. Els coneixements que els estudiants ja tenen són un dels factors que determinen la seva capacitat d'interpretar el contingut i processar la nova informació. És per tant, altament recomanable, ajudar els estudiants a activar aquells coneixements sobre el tema que ja tenen emmagatzemats dins la memòria. Un cop activats aquests coneixements previs, els serà més fàcil establir les connexions necessàries entre el que saben i el que han de llegir. Una tasca important del professor/a, també previ a la lectura, és la contextualització del text i l'aclariment del significat dels conceptes o expressions que presumiblement els alumnes desconeguin, sempre que no es puguin deduir del context.

Però abans d'abordar la lectura pròpiament dita, cal incentivar els estudiants a formular hipòtesis sobre el contingut. Els lectors i les lectores experts fan prediccions. Es fixen en la forma externa, en l'autor/a, la data, en el destinatari si en té, en el títol, subtítols, els canvis de lletra, és a dir, en tot allò que pot ajudar a construir-se una representació sobre el contingut del text. Per utilitzar totes aquestes pistes cal que l'estudiant reconegui la tipologia del text que té davant (diari, revista, text científic, etc.) i en conegui les seves característiques principals. És important ajudar l'alumnat a explicitar aquestes informacions (dir quin tipus de text anem a llegir, quina n'és l'estructura, com trobarem organitzada la informació, etc.) (Alonso, 2005).

La motivació amb què llegim és responsable de moltes de les diferències individuals que apareixen al llarg del procés de comprensió. Aquesta motivació depèn de les creences que els lectors i lectores tenen respecte a l'objectiu que han d'aconseguir en el text. Solé (2002) recomana que, quan una persona inicia una lectura s'acostumi a contestar les següents preguntes: «Per què vaig a llegir?» (determinar els objectius de la lectura), «Què sé del text?» (activar el coneixement previ), «De què tracta el text?», «Què em diu la seva estructura?» (formular hipòtesis i fer prediccions sobre el text).

b) Durant la lectura

Com ja hem assenyalat, el procés de construcció del significat es fa a partir de la interacció del lector/a amb el text: una part de la informació l'aporta el text i una altra part prové dels coneixements previs que té el lector/a. La lectura posa en pràctica la interacció entre text i lector/a i permet verificar les prediccions, que es confirmen o es rebutgen en llegir els paràgrafs. En el cas que les hipòtesis no es verifiquin, cal revisar-les i fer-ne d'altres. La generació d'hipòtesis ha d'acompanyar-nos durant tot el procés de lectura. Si trobem algun concepte difícil o alguna paraula desconeguda, intentarem deduir-ne el significat a través del context. El lector/a ha d'aprendre a esquivar l'obstacle o falta de comprensió momentània i continuar llegint, ja que sovint el mateix text resolt el problema en proporcionar noves dades contextuais. Així actuen els lectors i lectores experts. Quan el context no proporciona la resposta esperada és quan s'ha de recórrer a fonts externes de consulta: preguntar a un company/a, al docent o consultar el diccionari. Un primer pas per veure si la comprensió s'ha produït o no serà la reformulació d'allò que hem llegit, en paraules nostres i de manera breu. Serà aquest el moment d'identificar els mots o conceptes que ens han semblat difícils i d'intentar clarificar-los a partir del context.

Tan important com identificar les informacions més rellevants del text és comprendre les relacions que s'estableixen entre els diferents fragments d'informació. Lluny d'aparèixer explícitades en el text, sovint aquestes relacions han de ser inferides pel lector/a. Aquestes inferències són possibles a partir dels indicadors textuais (connectors, signes gràfics, etc.). Alguns mecanismes per ajudar al lector/a a representar-se aquestes relacions poden ser: elaboració de resums (selecció i sintetització de les idees més importants), esquemes (representació gràfica de les idees més importants), mapa d'idees o respondre a preguntes formulades pel docent. Les preguntes formulades pel professor/a són de vital importància ja que ajuden a establir inferències i a identificar arguments i idees contradictòries.

L'objectiu final d'aquests processos de construcció conjunta del significat d'un text és el desenvolupament de la capacitat d'autoregulació en el lector/a. És a dir, la capacitat no només de desenvolupar un grau acceptable de competència com a lector/a sinó d'esdevenir autònom en els processos de detecció de les seves dificultats amb cada nou text i de selecció i ús de recursos per superar aquestes dificultats. Per tant, en aquesta fase del procés lector caldrà ajudar l'alumnat a formular hipòtesis i fer prediccions sobre el text, aclarir possibles dubtes sobre el text, resumir el text, rellegir parts confuses, consultar el diccionari i pensar en veu alta per assegurar la comprensió.

Les activitats i preguntes realitzades abans i durant la lectura, hauran de consolidar la comprensió, de tal manera que sigui més fàcil per l'alumne/a respondre les preguntes o activitats realitzades després de la lectura.

c) Després de la lectura

L'objectiu de l'última part del procés lector és fer preguntes o activitats que no es puguin resoldre directament pel text per demostrar si realment l'han entès. Caldrà, doncs, en aquesta fase que l'alumnat faci resums, formuli i respongui preguntes, recompti i utilitzi organitzadors gràfics, escrigui un text.

Secció II

Publicacions

5. Publicació 1

L'article publicat a la revista *Educación Química* «La lectura como medio para desarrollar el pensamiento crítico» [Reading as a Means to Develop Critical Thinking] dona unes pautes per dissenyar activitats de lectura crítica a classe de ciències a partir de la proposta de Bartz (2002) a través de l'acrònim C.R.I.T.I.C. S'analitzen dues activitats aplicades a la classe de Química.

La lectura como medio para desarrollar el pensamiento crítico

Begoña Oliveras y Neus Sanmartí*

ABSTRACT (Reading as a means to develop critical thinking)

Critical thinking is a crucial aspect that every citizen needs to be able to take part in a democratic and plural society. The current society, with a generalized access to information through Internet and with a constant bombardment of data, opinions and watchwords, demands new competences. Among them we would choose the one that relates to the capacity to think critically and to understand every kind of text to which it has had access and that are related to subjects, many times with a scientific basis, that affect us directly (climate change, alternative energies, transgenic foods...).

This article shows the results of applying two activities of critical reading carried out in the context of Chemistry classes. The texts have been selected taking the contents worked previously and the social relevance of the problem that they discuss, without forgetting and taking into account its possible potential for arousing the interest of the student.

KEYWORDS: critical thinking, chemistry learning acquisition, high schools, abilities, critical reading

Introducción

Educación para la sustentabilidad del planeta comporta desarrollar la capacidad de leer todo tipo de textos y modos comunicativos, y de analizar críticamente la información. Actualmente transmitir información no es un reto de la escuela, pero sí lo es desarrollar la capacidad de los jóvenes para saber encontrarla, comprenderla y leerla críticamente, de manera que posibilite su toma de decisiones fundamentadas. Cuando como lectores nos enfrentamos a un texto podemos tomar distintas posiciones, pero sin duda la más difícil es la posición crítica, en la que el lector ha de llevar a cabo un proceso de negociación entre el texto y sus conocimientos para poder construir su propia interpretación.

En esta línea, el proyecto PISA prioriza la competencia de comprensión lectora, definiéndola como "la capacidad de comprender, utilizar y analizar textos escritos para alcanzar los objetivos del lector, desarrollar sus conocimientos y posibilidades y participar en la sociedad" (OECD, 2006). Pero tal como indica Cassany (2006), no se trata sólo de comprender el texto, sino de situarlo en su contexto sociocultural y reconocer cómo el autor utiliza el género discursivo y con qué finalidades.

Adquirir una buena competencia lectora contribuye a la alfabetización o, tal como se tiende a nombrar actualmente, la literacidad científica, teniendo en cuenta que estar alfabetizado científicamente implica no sólo comprender las gran-

des ideas de la ciencia sino también ser capaz de hablar, leer y escribir argumentando en función de estas ideas y problematizándolas.

Podemos acceder a la producción científica a partir de la lectura de todo tipo de textos: Internet, periódicos, libros de divulgación científica, artículos científicos... Por ello la enseñanza de las ciencias no puede obviar la formación de los estudiantes como lectores de escritos distintos de los del libro de texto. Esta formación pasa también por despertar el interés de los que aprenden para seguir leyendo sobre ciencias una vez finalizados los estudios, es decir, para seguir aprendiendo (Da Silva y Almeida, 1998). Leer no es un simple instrumento de transmisión de la ciencia, sino que es una parte constitutiva de la ciencia, una manera de aprenderla (Norris y Phillips, 2003).

En este artículo se analizan algunas actividades aplicadas en clases de Química de secundaria (14-16 años) orientadas a desarrollar la capacidad del alumnado de leer críticamente y se discute su fundamentación y algunos de los resultados obtenidos.

¿Qué se entiende por leer críticamente?

Tradicionalmente los profesores de ciencia han tenido poca preocupación por el texto, y el leer no se ha considerado una parte importante de la educación científica (Wellington y Osborne, 2001). Pese a ello, la lectura ha sido, y continúa siendo, uno de los recursos más utilizados en las clases de ciencias.

Los estudiantes creen que "leer es ser capaz de decir las palabras correctamente" (Baker y Brown, 1984) y, generalmente, los textos científicos se les presentan como una herramienta para almacenar y transmitir conocimiento. Se les pide

* Universitat Autònoma de Barcelona.

Correos electrónicos: bolivera@xtec.cat, neus.sanmarti@uab.es

que localicen alguna información y la recuerden, y los que son capaces de realizar estas tareas se consideran buenos lectores desde un punto de vista tradicional y, al mismo tiempo, buenos aprendices. Pero estos mismos alumnos pueden tener dificultades cuando se les pide que analicen, sintetizen, valoren o interpreten un texto. Es decir, cuando han de integrar la información que proporciona el texto con sus propios conocimientos y crear uno de nuevo, una interpretación que vaya más allá del contenido de la lectura en sí, y que tenga en cuenta las intenciones del autor y lo que había previamente en la mente del lector (Phillips, 2002).

La lectura es un proceso constructivo. Leer implica establecer relaciones entre el autor, el texto y el lector del texto. Leer no es conocer las palabras, ni un proceso lineal de acumulación de significados, ni una simple localización y repetición de la información. La lectura depende de los conocimientos previos del lector y requiere contextualizar e inferir las intenciones del autor y la construcción activa de nuevos conocimientos (Craig y Yore, 1996; Yore, Craig y Maguire, 1998). Es crucial reconocer qué hay en el texto, qué pretende el autor y qué estaba en la mente del lector antes de leerlo. No todas las interpretaciones del texto son igualmente buenas, aunque normalmente puede haber más de una interpretación válida.

Cuando se encuentran el mundo del lector, definido como las creencias conocimientos y emociones que éste tiene antes de leer un texto (Phillips y Norris, 1999), y el mundo del papel, conceptualizado como la comprensión del mundo que viene definida en el texto (Olson, 1994), los lectores pueden posicionarse epistemológicamente de diferentes maneras respecto a dicho texto (Norris y Phillips, 1987):

- Una primera posibilidad es que adopten una posición dominante y permitan que sus ideas previas condicionen la información del texto, forzando una interpretación que no sea consistente con su contenido.
- Otra posibilidad es que los lectores permitan que el texto condicione sus ideas previas y hagan interpretaciones en contra de ellas.
- Finalmente, pueden adoptar una postura crítica e iniciar una negociación interactiva entre el texto y sus creencias u opiniones para conseguir una interpretación sea lo más consistente y completa posible y, al mismo tiempo que tenga en cuenta sus ideas previas y la información del texto. Ésta es la posición que más nos interesa en este trabajo.

Un estudio hecho por Phillips y Norris (1999) con estudiantes de secundaria que habían hecho cuatro cursos de ciencia demuestra que los estudiantes no acostumbran a integrar bien sus ideas previas con la información del texto. La mayoría aceptan las afirmaciones del texto e implícitamente confían en los autores y en raras ocasiones cuestionan su autoridad. Pocos estudiantes evalúan el contenido del texto contrastándolo con sus ideas previas. Ello explica que las ideas de ciencia que tenían antes y después de leer cambien muy poco. Para una gran parte de los alumnos el texto tiene un peso más

importante que sus propias creencias o lo que es lo mismo, el mundo del papel es más importante que el mundo propio.

Si Olson (1994) tiene razón cuando dice que comprender la ciencia es el resultado de comprender los textos, será muy importante que los profesores aprendamos a ayudar a los estudiantes a encontrar cómo establecer puentes entre estos dos mundos (y también con el mundo del entorno sociocultural). El conocimiento es siempre contextualizado, y cada lector construye su interpretación desde su comunidad y en función de su cultura. La literacidad científica pasa no sólo por recordar lo que dicen los textos con contenidos científicos sino también por tener una posición crítica ante ellos. Leer significa comprender, interpretar, analizar y criticar los textos. Éste es el sentido fundamental de literacidad (Cassany, 2006).

Esta capacidad de analizar críticamente los textos —los datos y argumentos que aportan—, y de justificar el propio punto de vista, requiere el desarrollo del pensamiento crítico, campo en el cual se está investigando desde diferentes perspectivas (Ennis, 1996; Paul y Elder, 2005; Phillips y Norris, 1999; Geert, 2004). Desde los distintos puntos de vista se coincide en que para promover el pensamiento crítico se debe prestar atención al desarrollo de las creencias epistemológicas de los estudiantes, facilitar un aprendizaje activo alrededor de problemas relacionados con situaciones de la vida real y estimular interacciones entre los estudiantes que posibiliten hablar y compartir distintas formas de ver.

El pensamiento crítico incluye formular hipótesis, ver un problema desde puntos de vista alternativos, plantear nuevas preguntas y posibles soluciones, y planificar estrategias para investigar. Pero también el desarrollo de un conjunto de actitudes. Ennis (1991) y Kennedy *et al.* (1991) distinguen entre habilidades —analizar argumentos, juzgar la credibilidad de las fuentes, identificar el foco del asunto, preguntar dudas y responderlas o poner en entredicho las cuestiones—, y actitudes o disposiciones —estar interesado por plantear preguntas y por llegar a conclusiones, estar dispuesto a tener cuenta la situación globalmente y a buscar y dar razones, ser sensible a estar bien informado y a buscar alternativas, y tender a juzgar si las evidencias y razones aportadas son insuficientes.

La comprensión crítica de textos comporta asumir que el discurso no refleja la realidad con objetividad, sino que ofrece una mirada particular y contextualizada. El lector crítico examina la información y el conocimiento que aporta el texto desde su perspectiva, lo discute y propone alternativas (Cassany, 2006). Para construir esta interpretación crítica, el lector realiza inferencias pragmáticas, estratégicas o proyectivas. Estas inferencias requieren bastantes recursos cognitivos, son conscientes y no se aplican forzosamente durante la lectura propiamente dicha.

¿Cómo enseñar a leer críticamente?

Para poder analizar, interpretar y criticar un texto de contenido científico se requiere haber integrado en la memoria conocimientos abstractos y complejos. Al leer un texto encontramos unas pistas que nos llevan a activar un determinado

modelo teórico, a partir del cual realizamos inferencias, lo evaluamos y aprendemos, estableciendo relaciones entre lo que conocemos y las nuevas ideas. Sin activar un modelo teórico, o bien la lectura no tiene sentido, o bien adquiere sentidos que no posibilitan conectar con los del autor.

Por tanto, enseñar a leer críticamente en las clases de ciencias pasa en primer lugar por disponer de saberes bien articulados en esquemas. El aprendizaje de la ciencia tiene que ser algo más que dar respuestas condicionadas y memorizar informaciones o conocimientos aislados. Los estudiantes han de poder acercarse a los escritos con referentes científicos a partir de un proceso interactivo-constructivista (Holliday *et al.*, 1994).

De acuerdo con Brown (1997) creemos que el pensamiento crítico se desarrolla en el contexto de una disciplina específica, y en relación a situaciones o problemas de la vida cotidiana. Éstos tienen una función de motivación, dando sentido al aprendizaje (Geert, 2004), pero muy especialmente son importantes para promover el desarrollo del pensamiento crítico (Halpern, 1998; Kennedy *et al.*, 1991). Cada disciplina proporciona modelos de referencia —o maneras de mirar— para analizar el problema y sin ellos es difícil poder pensar sobre él de forma crítica. Muchas veces, para poder interpretar el problema desde su complejidad, distintos modelos provenientes de disciplinas diferentes habrán de dialogar entre sí (Bonil *et al.*, 2004), pero sólo se podrá establecer este diálogo si se conocen, si al menos se han construido en una primera versión general.

Pero activar el modelo o modelos teóricos asociados a la lectura de un texto con contenido científico no es fácil ya que generalmente son implícitos, cosa que dificulta su comprensión y valoración (Marbà *et al.*, 2005; 2008). Por eso será importante trabajar la lectura de textos científicos en la misma clase de ciencias, para poder ayudar al alumnado a conectar su contenido con los saberes que dan sentido a lo que se lee y aprender a hacer las inferencias necesarias.

Pero no es suficiente leer y comprender un texto, sino que es necesario ser capaz de leerlo críticamente e inferir, por ejemplo, la credibilidad de los datos y argumentos que aporta. Desde esta perspectiva, leer supone reconocer que el texto es un instrumento cultural, con valores y situado en una época histórica. Es decir, que su autor no es una persona neutra, sino que tiene unos conocimientos, una cultura y unas intenciones que se plasman en el texto y que el lector tiene que llegar a interpretar. Así, en un texto hace falta reconocer la ideología y el estatus y grado de certeza de los argumentos científicos que aparecen en él, diferenciando entre afirmaciones, hipótesis, especulaciones, predicciones... (Cassany, 2006).

Se considera que el aprendizaje cooperativo y la discusión en grupo fomentan el aumento de habilidades de orden superior, como criticar, analizar y juzgar, y mejora las estrategias de razonamiento. Paul (1992) propugna que los profesores pueden ayudar a sus alumnos a trabajar el pensamiento crítico discutiendo las ideas encontradas en los textos, promoviendo que hablen de sus ideas y puntos de vista, estimulando la discusión entre ellos sobre los problemas y sus posibles solucio-

nes, y planteando tareas para que construyan categorías de clasificación en lugar de dárselas hechas.

También se considera importante prestar atención a las creencias epistemológicas de los estudiantes y a las emociones que despierta el hecho de leer. Los valores, los sentimientos y las emociones forman parte de la lectura y también han de ser objeto de análisis y reflexión.

Entendemos que leer es el resultado de una actividad social compartida. Los alumnos entienden mejor un texto y retienen mejor la información cuando éste se ha analizado en grupo que cuando el texto se ha trabajado únicamente de manera individual (Dansereau, 1987; Colomer, 2002). Las estrategias de lectura cooperativa se han demostrado muy útiles tanto para estimular el placer de los alumnos por la lectura, como para hacerlo críticamente (Márquez y Prat, 2005; Prat *et al.*, 2007).

También es necesario promover estrategias orientadas a la reflexión metacognitiva sobre cómo leemos y a la autorregulación (Sardà *et al.*, 2006). Estas estrategias son básicas para aprender a participar críticamente en la propia comunidad y en sus prácticas sociales. La participación es otra idea clave asociada al pensamiento crítico, y la escuela debería ofrecer oportunidades para observar cómo se participa, imitar prácticas y/o generarlas, así como para reflexionar sobre todo ello. Un texto no se puede analizar si no se establecen relaciones entre la comunidad del autor y la del lector (Wellington y Osborne, 2001; Marbà *et al.*, 2009) y los contextos de aprendizaje que se elijan se deben escoger de manera que posibiliten a los estudiantes tomar decisiones y responsabilizarse.

Actividades para aprender a leer críticamente textos con contenido científico

En el anexo se reproducen 2 ejemplos de actividades realizadas en el contexto de clases de Química (14-16 años). Los textos se han seleccionado teniendo en cuenta los contenidos trabajados previamente y la relevancia social del problema que tratan, sin olvidar su posible potencial para despertar el interés del alumnado.

En el diseño de estas actividades se han aplicado distintos tipos de estrategias didácticas:

- a) En primer lugar, hemos utilizado un cuestionario para afrontar la lectura del texto, adaptado de Bartz (2002) a partir de aportaciones provenientes de Paul y Elder (2005), Norris y Ennis (1990), Scalan (2006), Cassany (2006), OECD (2006) y del grupo de investigación LIEC (*Llenguatge i Ensenyament de les Ciències*) de la UAB (Prat *et al.*, 2008).

Este cuestionario trata de promover que el alumnado identifique las principales afirmaciones del discurso y los intereses que mueven al autor a construirlo y el punto de vista que adopta, valore la solidez, fiabilidad y validez de las evidencias y argumentos aportados y detecte incoherencias, imprecisiones, errores i/o contradicciones, que son formas de aproximarse al texto que le han de posibilitar una lectura significativa y crítica.

Hemos comprobado que el cuestionario es una guía aplicable al análisis de todo tipo de textos. Con anterioridad lo habíamos aplicado al análisis de anuncios del periódico (ver el ejemplo de la figura 1), anuncios en Internet (ejemplo de la figura 2) y textos audiovisuales como una película (por ejemplo, “Una verdad inconveniente” de Al Gore sobre el cambio climático).

En esta ocasión el cuestionario se ha aplicado al análisis de artículos periodísticos y de divulgación científica (ver actividades del anexo).

El cuadro 1 reproduce el cuestionario-tipo aplicado y las capacidades cognitivas asociadas que consideramos se ayudan a desarrollar. En función del contenido del texto, del problema que plantea y de los objetivos de la lectura, las preguntas pueden variar y no tiene por qué aplicarse siempre de la misma forma.

- b) En el diseño de cada actividad también se han tenido en cuenta las tres fases del proceso lector: *fase previa* (activación de ideas previas y formulación de hipótesis iniciales), *durante la lectura* (regulación del proceso de lectura) y *después de la lectura* (evaluación y búsqueda de implicaciones).

Cuando se escoge un texto como parte central de una actividad de aprendizaje, antes de la lectura propiamente dicha es importante compartir con el alumnado su propósito, cuál es el producto final esperado y el proceso para llegar a él, así como las razones de todo ello. Sin este conocimiento es difícil que los que aprenden puedan re-

gular su aprendizaje, ya que les es imposible encontrar sentido a todo aquello que se les pide que lleven a cabo (Sanmartí y Jorba, 1995).

Las tareas previas a la lectura realizadas tienen como finalidad contextualizar la lectura en el conjunto de la secuencia didáctica, introducir el objetivo del trabajo a realizar, explorar las representaciones iniciales sobre el contenido de la lectura y sobre su autor, y activar conocimientos previos. Los distintos miembros del grupo-clase exponen sus puntos de vista, se comparan y se discuten y regulan siempre que sea necesario.

Durante la lectura se promueve que el lector identifique el problema que plantea, las soluciones que defiende el autor, las evidencias y todo tipo de argumentos que aporta, las conclusiones, los valores asociados a su contenido...

Como veremos en el apartado siguiente, hemos promovido que la lectura se lleve a cabo en el marco de pequeños grupos cooperativos, de forma que sus miembros comparen las distintas representaciones y las regulen.

Después de la lectura se anima a los estudiantes a establecer relaciones entre lo leído y la producción final que se espera de ellos. En general las tareas se orientan a profundizar en el rol científico y en el rol comunicador.

Desde el rol científico se promueve que piensen cómo se plantearía el problema un científico, cómo planificaría la búsqueda de soluciones o comprobaría las tesis del autor o autora del artículo, qué conocimientos que se necesitan para poder elaborar la producción final y cómo encontrar la información necesaria.

Desde el rol comunicador, se discuten las características del tipo de texto o modo comunicativo elegido, cómo planificar su realización y los criterios de evaluación que han de posibilitar valorar la calidad del producto final. Pueden ser textos escritos de distintos tipos —un artículo para la revista de la escuela u otros, una carta al periódico, una presentación en PowerPoint para dar a conocer el



Figura 1. Anuncio que pretende fundamentar “científicamente” la eficacia de un producto. La actividad realizada aplicando el cuestionario C.R.I.T.I.C está descrita en Prat et al. (2008).



Figura 2. Anuncio de una marca de automóviles, utilizado en otras actividades de lectura crítica. Puede verse en: www.movimientoBlueMotion.com

Cuadro 1. Cuestionario C.R.I.T.I.C (adaptado de Bartz, 2002).

	<i>¿En qué pensar al leer?</i>	<i>Ejemplos de preguntas</i>	<i>Habilidades cognitivas</i>
C	Consigna , afirmación o problema que se expone en el texto, y el modelo científico relacionado	¿Qué problema se expone en el texto? ¿Cuál es la idea principal? ¿A quién puede interesar su lectura? ¿Con qué contenidos científicos puede estar relacionada?	Comprender la idea principal, seleccionar la información básica y construir una oración nueva. Reconocer situaciones de la vida dotadas de contenido científico. Pensar en términos de modelos científicos.
R	Rol del autor	¿Quién ha escrito este documento? ¿Por qué lo debe haber escrito? ¿El autor sabe del tema?	Inferir. Identificar el propósito del autor.
I	Ideas	¿Qué ideas o creencias llevan al autor a escribir el texto? ¿Qué ideas expone?	Inferir. Reconocer que la ciencia no está libre de ideología. Identificar el punto de vista del autor
T	Test	¿Se podría hacer una prueba o experimento para comprobar la credibilidad de la afirmación principal?	Aplicar conocimientos científicos para plantear propuestas alternativas Formular una pregunta investigable científicamente. Identificar y valorar el tipo de prueba que aporta el autor.
I	Información	¿Qué datos, hechos o evidencias aporta el autor para apoyar la idea principal? ¿Son coherentes?	Analizar la información aportada. Valorar la información a partir de los conocimientos propios. Argumentar a favor o en contra de las evidencias, pruebas o experimentos aportados. Juzgar la credibilidad de la fuente.
C	Conclusiones	¿Las conclusiones están de acuerdo con el conocimiento científico actual que conocéis? ¿Por qué?	Confrontar las conclusiones del texto con los conocimientos científicos del lector. Extraer conclusiones basadas en pruebas. Argumentar acuerdos y desacuerdos. Comunicar conclusiones válidas. Demostrar la conexión y comprensión de hechos del mundo con fenómenos científicos Reflexionar sobre las implicaciones sociales de la ciencia.

tema a alumnos de otros cursos, una participación en debates en forums, blogs u otros instrumentos que actualmente son de fácil manejo y gran difusión, etc.

- c) Finalmente se ha promovido la lectura cooperativa, la ayuda mutua y la co-regulación del pensamiento y de la acción a lo largo de toda la actividad.

El aula se organiza en grupos de 4 alumnos y se combina el trabajo y la reflexión individual con la puesta en común en el marco del pequeño grupo y, posteriormente, en gran grupo. Por ejemplo, durante la lectura a veces todos los miembros del grupo leen el texto completo pero en función de una pregunta distinta (Kock y Eckstein, 1991), y posteriormente ponen en común las diversas respuestas. Así un alumno o alumna lo puede leer con la finalidad de identificar el problema que se discute y el objetivo con que posiblemente el autor escribió el texto, otro los argumentos y evidencias que aporta y su posible interés, otro los valores asociados al problema planteado, etc.

Otras veces el texto se divide en partes y cada estudiante lee una de ellas y resume su contenido para los demás. Y otras veces leen todos a la vez, pero van comparando qué entienden y las ideas que extraen. Cuando ya

tienen experiencia en distintas formas de organizar la lectura, los mismos alumnos pueden escoger el método que creen que les funcionará mejor.

Al mismo tiempo, en las distintas etapas de realización de la actividad se estimula que los estudiantes lleven a cabo procesos de autorregulación, a partir de comparar sus ideas con las de los compañeros, de discutir las razones de las diferencias, y de coevaluar las producciones. También se discuten los criterios de evaluación de la producción final, tanto del contenido científico como de las formas de expresarlo, y luego se aplican al análisis de otros escritos o de los propios. Siempre se parte de una reflexión o escrito individual, para poder compararlo posteriormente con otros. Cuando se llevan a cabo coevaluaciones, la finalidad es además sugerir nuevas reflexiones o mejoras a los compañeros y compañeras evaluados.

Los ejemplos de actividades que se presentan en el anexo se realizaron como actividades de aplicación, después de haber trabajado el modelo teórico científico que los estudiantes tenían que activar para analizar el texto. Ocuparon entre tres y cuatro horas de trabajo en el aula.

Primeros resultados

El análisis de las respuestas del alumnado muestran que no es fácil aplicar un pensamiento crítico al análisis de los distintos textos trabajados.

A leer los artículos la mayoría piensa que los autores tienen visiones pesimistas de los problemas que tratan; en cambio cuando se les pide su opinión personal, son más positivos, demostrando una confianza plena en que los avances científicos podrán resolverlos. Dicen frases del tipo: "con un poco de investigación se pueden encontrar soluciones".

En todas las actividades hemos comprobado que los estudiantes presuponen que un periodista es una persona informada y documentada. Si el texto contiene alguna palabra que ellos consideran científica (ácido, mercurio, concentración, residuos...), la consideran un indicador suficiente para avalar el fundamento científico de la noticia. Para validar su contenido, muchos alumnos argumentan que en el texto se hace referencia a estudios que demuestran las afirmaciones que contienen, aunque no se especifique quién y cómo se han realizado.

La mayoría opina sobre el contenido del documento a partir de sus ideas previas, sin relacionarlo con los aprendizajes realizados en la clase de ciencias. Tienen muchas dificultades para establecer conexiones con los contenidos científicos que conocen y sólo aportándoles alguna pista u orientándolos son capaces de reconocer los conocimientos que han de activar para interpretar la noticia o para proponer soluciones al problema planteado.

Por ejemplo, en la primera actividad del anexo ("*Graffiti a prueba de bomba*"), cuando se pide a los estudiantes que piensen cómo plantearía el problema una persona científica y cómo planificaría su resolución, se centran en ampliar la información sobre los productos utilizados para realizar los graffiti diciendo frases como: "*Descubrir la composición química de los 'sprays'*" o "*estudiar las características de los ácidos*". Ningún alumno plantea el problema en términos de investigar cómo interaccionan los ácidos con el vidrio. Sólo se fijan en una de las variables a investigar y no en la interacción entre ambas, y tienen grandes dificultades para plantear problemas científicamente investigables.

Consecuentemente tampoco son capaces de buscar evidencias científicas en el texto o en otros de los consultados para ampliar la información y, por tanto, de criticar el fundamento científico del artículo. Inicialmente piensan en los productos para realizar graffiti sobre vidrios como pinturas y creen que el problema se puede resolver encontrando un compuesto que disuelva estas "pintadas". Tampoco piensan en relacionar el mundo macroscópico del que habla el artículo (propiedades del vidrio), con el mundo microscópico (estructura de este material), ni para explicar el hecho, ni para pensar en soluciones. En el momento en que se les animó a establecer estas relaciones fue cuando detectaron contradicciones entre el conocimiento científico y las ideas que el autor exponía en el artículo.

La pauta dada para guiar su trabajo planteada en esta actividad (ver página 242) ayudó al alumnado a centrarse en la

cuestión, analizarla y pensar en cómo resolver el problema. Está por comprobar si estos mismos estudiantes, con más práctica en la realización de este tipo de actividades, serían capaces de aproximarse científicamente al problema más autónomamente.

En la segunda actividad, en la cual los alumnos han de comparar el contenido de artículos que hablan del mismo tema, muestran dificultades para identificar diferencias significativas, aunque hemos constatado que si se les ayuda a fijarse en las distintas variables, las detectan mejor. Por ejemplo, se dan cuenta de que en un artículo se citan las fuentes explícitamente y en el otro no, que la información aportada no siempre está bien estructurada, que las concentraciones de mercurio que se citan son diferentes, que las conclusiones tienen finalidades diferentes..., aspectos que sin esta guía no los hubieran percibido. También hemos comprobado que al comparar dos textos les es más fácil detectar las intenciones de los autores.

La búsqueda en Internet de informaciones complementarias ha permitido al alumnado darse cuenta de que la información puede variar en función de la fuente y que es necesario validarlas a partir de criterios propios, pero fundamentados.

Finalmente, los alumnos acaban las actividades realizando una producción escrita. En la primera actividad realizan un texto argumentativo y este texto permite comprobar si los alumnos han logrado los objetivos que nos planteábamos y son capaces de rebatir el fundamento científico del autor. La mayoría de textos son coherentes aunque hemos detectado que tienden a argumentar sólo sobre alguna de las variables posibles, pero no en relación a todas. También valoramos positivamente la iniciativa de uno de los grupos-clase que realizó esta actividad, al proponer como tarea final escribir una carta al director del periódico argumentado que la noticia publicada tenía algunos errores.

En cuanto a la segunda actividad, los alumnos como producto final escriben un texto comparando los dos artículos. Es importante destacar que en este caso tuvieron en cuenta un mayor número de variables entre las posibles, por lo que se puede afirmar que, a medio plazo, aumenta el grado de complejidad de los textos producidos. Hemos constatado que la comparación de artículos a partir de una serie de rasgos esenciales establecidos mejora su análisis crítico y que el hecho de contrastar la información ha ayudado a cuestionar la fiabilidad de algunos datos o fuentes.

Después de la realización de estas actividades el alumnado tiene más interrogantes que antes respecto a los temas científicos estudiados. Y pidió realizar más tareas de este tipo, con lo que se puede afirmar que se captó su interés por la lectura de textos de actualidad y por su análisis crítico.

Reflexiones finales

La lectura de estos artículos ha ayudado al alumnado a conectar la ciencia escolar con el mundo real. Pensamos que la lectura de textos con contenido científico de diferentes fuentes tiene un papel fundamental en el aprendizaje de las cien-

cias, no sólo para mejorar la comprensión de fenómenos científicos sino también para ayudar al alumnado a desarrollar una serie de capacidades para desenvolverse en el mundo y poder discutir con argumentos científicos y con espíritu crítico problemas de relevancia social.

Destacaríamos especialmente que el tipo de preguntas planteadas a los estudiantes en las actividades, derivadas del cuestionario C.R.I.T.I.C, y la organización del trabajo en pequeños grupos cooperativos, posibilitaron la implicación de todo tipo de alumnos y su aprendizaje. Cuestionaron no sólo los puntos de vista de los autores de los artículos, sino también los suyos propios, lo que les llevó a autorregular sus ideas iniciales.

Valoramos que la secuencia de las tareas, propuesta en cada actividad, es otro de los aspectos-clave para un buen funcionamiento de este tipo de actividades. Es importante que los alumnos se representen desde el inicio las razones por las que se les propone realizarlas y qué se espera que al final sean capaces producir.

También que, al menos en las primeras actividades de este tipo que se lleven a cabo, es necesario ayudarles a conectar el mundo sobre el que leen con el mundo de la ciencia. Sorprende que, a pesar de realizarlas en el marco de las clases de Química, no se les ocurra hacerlo de forma espontánea. Pero cuando reconocen la conexión y que les posibilita buscar y encontrar informaciones complementarias útiles para fundamentar mejor su opinión, se sienten muy motivados.

Otro aspecto a destacar es la dificultad en reconocer evidencias, en el texto o provenientes de su experiencia, que sean significativas para poder validar la información que aportan los distintos documentos consultados, ya que a priori todos piensan que la información escrita es siempre cierta e imparcial.

Finalmente, valoramos como muy importante que la actividad finalice con la realización de alguna acción en la que los estudiantes tengan que comunicar las conclusiones a las que han llegado, argumentándolas, y que autoevalúen su producción. El hecho de hablar o escribir les ayuda a reorganizar sus ideas, teniendo en cuenta el modelo científico de referencia, y a interiorizarlas.

En estos momentos en que desde distintos entornos sociales y marcos teóricos se postula la necesidad de orientar los currículos hacia el desarrollo de competencias en el alumnado, creemos que este tipo de actividades son idóneas. No en vano se define a la competencia científica como “Capacidad de utilizar el conocimiento científico para identificar preguntas y obtener conclusiones a partir de evidencias, con la finalidad de comprender y ayudar a tomar decisiones acerca del mundo natural y de los cambios que la actividad humana produce en él” (PISA, 2000). Sin olvidar, siguiendo a Paulo Freire (1978), que “No leemos ni comprendemos significados neutros; leemos discursos de nuestro entorno y comprendemos datos e informaciones que nos permiten interactuar y modificar nuestra vida”.

Bibliografía

- Baker, L. y Brown, A.L., “Metacognitive skills and reading”, en P.D. Pearson, R. Barr, M.L. Kamil, P. Mosenthal (eds.), *Handbook of reading research*, (pp.353-394), New York, EEUU: Longman, 1984.
- Bartz, W.R., Teaching Skepticism via the CRITIC Acronym and the Skeptical Inquirer, *The Skeptical Inquirer*, **26**(5), 42-44, 2002.
- Bonil, J., Calafell, G., Orellana, L., Espinet, M., Pujol, R.M., Bonil, J.; Calafell, G., El diálogo disciplinar, un camino necesario para avanzar hacia la complejidad, *Investigación en la escuela*, **53**, 83-97, 2004.
- Brown, A., Transforming schools into communities of thinking and learning about serious matters, *American Psychologist*, **52**, 399-413, 1997.
- Cassany, D., *Tras las líneas: sobre la lectura contemporánea*, Barcelona, España: Anagrama, 2006.
- Colomer, T., La enseñanza y el aprendizaje de la comprensión lectora, en: Lomas, C. (eds.), *El aprendizaje de la comunicación en las aulas*, (pp. 85-106) Barcelona, España: Ed. Paidós, 2002.
- Craig, M.T.; Yore, L.D., Middle school students' awareness of strategies for resolving reading comprehension difficulties in science reading, *Journal of Research in Development in Education*, **29**, 226-238, 1996.
- Da Silva, C.; Almeida, M.J., Condições de produção da leitura em aulas de física no ensino médio: um estudo de caso, en: Almeida, M.J. y Da Silva, C. (editores), *Linguagens, leituras e ensino da ciências*, Campinas, Brasil: Associação de Leitura do Brasil, 1998.
- Dansereau, D., Transfer from cooperative to individual studying, *Journal of Reading*, **30** (7), 614-619, 1987.
- Ennis, R.H., Applying soundness standards to qualified reasoning, *Informal Logic*, **24**(1), 23-39, 2004.
- Ennis, R.H., Critical Thinking: A Streamlined Conception, *Teaching Philosophy*, **14**, 5-25, 1991.
- Ennis, R.H., *Critical Thinking*, Englewood Cliffs, EEUU: Prentice Hall, 1996.
- Geert Ten Dam, Critical thinking as a citizenship competence: teaching strategies, *Learning and Instruction*, **14**, 359-379, 2004.
- Hager, P., Sleet, R., Logan, P., Hooper, M., Teaching Critical Thinking in Undergraduate Science Courses, *Science & Education*, **12**, 303-313, 2003.
- Halpern, D.F., Teaching critical thinking for transfer across domains. Dispositions, skills, structure training, and metacognitive monitoring, *American Psychologist*, **53**, 449-455, 1998.
- Holliday, W.G., Yore, L.D., Alvermann, D.E., The reader-science learning-writing connection: Breakthroughs, barriers, and promises, *Journal of Research in Science Teaching*, **31**, 877-893, 1994.
- Kennedy, M., Fisher, M.B., Ennis, R.H., Critical thinking: literature review and hended research, en: L. Idol, and B. Fly Jones (eds.), *Educational values and cognitive instruction*:

- Implications for reform* (pp. 11–40), Hillsdale, EEUU: Lawrence Erlbaum, 1991.
- Kock, A., Eckstein, S.G., Improvement of Reading Comprehension of Physics Texts by Students' question Formulation, *International Journal of Science Education*, **13**(4), 473-485, 1991.
- Marbà, A., Márquez, C., El conocimiento científico, los textos de ciencias y la lectura en el aula, *Enseñanza de las ciencias*, Número extra, 2005.
- Marbà, A., Márquez, C., Sanmartí, N., ¿Qué implica leer en clase de ciencias?, *Alambique*, **59**, 102-111, 2009.
- Márquez, C., Prat, A., Leer en clase de ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, **23**(3), 431-440, 2005.
- Norris, S.P., Ennis, R.H., *Evaluating Critical Thinking*, Melbourne, Australia: Hawker Brownlow, 1990.
- Norris, S.P., Phillips, L.M., Explanations of reading comprehension: Schema theory and critical thinking theory, *Teachers College Record*, **89**, 281-306, 1987.
- Norris, S.P., Phillips, L.M., How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy, *Science Education*, **87**, 224-240, 2003.
- OECD/PISA, *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework*, Paris, Francia: OECD Pub. Service, 2006.
- Oliveras, B., Sanmartí, N., Treballant les competències a la classe de Química, *Educació Química*, **1**, 17-23, 2008.
- Olson, D.R., *The world on paper*, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1994.
- Paul, R., Elder, L., *The Miniature Guide to Critical Thinking Concepts and Tools*, Foundation for critical thinking, consultada por última vez en marzo 20, 2009 en la URL http://www.criticalthinking.org/files/Concepts_Tools.pdf, 2005.
- Paul, R.C., *Critical thinking: What every person needs to survive in a rapidly changing world* (2nd revised ed.), Santa Rosa, EEUU: Foundation for Critical Thinking, 1992.
- Phillips, L.M., Making new and making do: Epistemological, normative and pragmatic bases of literacy, en: D.R. Olson, D. Kamala, & J. Brockmeier (eds.), *Literacy and conceptions of language and mind*, (pp. 283-300), Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2002.
- Phillips, L.M., Norris, S.P., Interpreting popular reports of science: what happens when the reader's world meets the world on paper?, *International Journal of Science Education*, **21**(3), 317-327, 1999.
- Prat, A., Márquez, C., Marbà, A., Literacitat científica i lectura, *Temps d'Educació*, **34**, 67-82, 2008.
- Prat, A., Márquez, C., Marbà, A., Reading critically press advertisements in the science class, VIIth ESERA Conference, Malmö University, 2007.
- Sanmartí, N., Jorba, J., Autorregulación de los procesos de aprendizaje y construcción de conocimientos, *Alambique*, **4**, 59-77, 1995.
- Sardà, A., Márquez, C., Sanmartí, N., Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de ciencias, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, **5**(2), 2006.
- Scanlan, J.S., *The effect of Richard Paul's Universal Elements and Standards of Reasoning on twelfth grade composition*, Foundation for critical thinking, consultada por última vez en marzo 20, 2009 en la URL <http://www.criticalthinking.org/resources/SScanlan.pdf>
- Wellington, J., Osborne, J., *Language and literacy in science education*, Buckingham, UK: Open University Press, 2001.
- Yore, L.D., Craig, M.T, Maguire, T.O., Index of science reading awareness: An interactiveconstructive model, text verification, and grades 4–8 results, *Journal of Research in Science Teaching*, **35**, 27–51, 1998.

Anexo

En este anexo se reproducen dos ejemplos de actividades realizadas con alumnos de 14-16 años para trabajar la lectura crítica en clases de química.

ACTIVIDAD 1: “GRAFITIS A PRUEBA DE BOMBA” (Oliveras y Sanmartí, 2008).

En esta actividad se promueve que los estudiantes se sitúen en el rol de científico para averiguar si el contenido del artículo se adecua al conocimiento químico.

La actividad se planteó como una aplicación de los contenidos trabajados hasta ese momento alrededor del concepto de cambio químico y la relación entre las propiedades de los materiales y los distintos tipos de enlaces. Se centró en el análisis de un artículo periodístico titulado “Grafitis a prueba de bomba”, que planteaba el problema de eliminar los grafitis dibujados sobre el vidrio. Según el autor del artículo el problema era debido a los ácidos (sin especificar) que mezclaban los grafiteros con las tintas.

Los objetivos con que fue planteada esta actividad se relacionan con el desarrollo de la capacidad del alumnado para:

1. Aplicar el conocimiento que había empezado a construir sobre las propiedades de los materiales y el enlace químico al análisis de un hecho y a la búsqueda de soluciones a un problema.
2. Leer críticamente un artículo de prensa e interesarse por su lectura.
3. Encontrar información en Internet para resolver un problema reconociendo el conocimiento teórico que guía la búsqueda.
4. Escribir un texto argumentado las opiniones de forma fundamentada.
5. Trabajar en grupo, cooperativamente.

Realizada en: IES Doctor Puigvert, Barcelona (España) con alumnos de 15-16 años de clase de Ciencias (Química). La duración de la actividad fue de cuatro horas. La clase se organizó en grupos de cuatro, distribuidos al azar.

Título del texto: “Grafitis a prueba de bomba”. **Autor:** Lluís Serra. **Publicado en:** *La Vanguardia* (10/09/07).

<http://arquinfad.org/b2evolution/media/2007-09-10%20Grafitis%20a%20prueba%20de%20bomba.pdf>

Inicio de la actividad:

Se pidió al alumnado que leyera el título de la noticia y el texto al pie de la fotografía. Cada estudiante, individualmente, pensó la respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿En qué periódico se ha publicado el artículo? ¿Quién es su autor?
2. Fijaos en el título y en las imágenes e intentad imaginar de qué trata la noticia.
3. ¿A quiénes creéis que va dirigida?
4. ¿Por qué creéis que os propongo leer y discutir el contenido de este artículo en la clase de Química?

Después se inició una conversación para intercambiar puntos de vista.

Lectura:

La lectura se dividió en siete partes. Cada alumno leía una y, en grupo, consensuaron el principal contenido de cada una de ellas (el problema, dificultades para la limpieza, soluciones, sanciones a los grafiteros...).

Posteriormente respondieron individualmente al siguiente cuestionario:

1. ¿Cuál es el problema que plantea el autor en este artículo?
2. ¿Con qué finalidad crees que lo escribió?
3. ¿Te parece bien que haya grafiteros? ¿Por qué?
4. ¿El autor piensa que hay solución al problema? ¿Tú qué piensas? Justifica la respuesta.
5. El autor del artículo es probablemente un periodista. ¿Tú crees que también es científico? ¿Está interesado en la ciencia? Razona tu respuesta.
6. ¿Cómo crees que se podrían borrar las pintadas de los cristales?

Resolución del problema de la limpieza de los grafitis

Después del trabajo individual los alumnos se volvieron a agrupar y se les pidió que razonaran como científicos y definieran qué problema se plantearían. El cuestionario fue:

1. Imaginaos que sois científicos y os piden que leáis este artículo. ¿Cuál será el problema que buscaríais resolver?
2. ¿El autor dice que la causa de la dificultad de borrar los *grafitis* son los ácidos mezclados con tintas o el alquitrán? ¿Creéis que es simplemente una hipótesis o que es un hecho con base científica?
3. Para resolver el problema ¿qué conocimientos os harían falta?
4. ¿Qué pasos seguiríais para resolver el problema? ¿Qué información buscaríais y dónde?

Si no sabían cómo plantearse o resolver el problema, se ayudó a los grupos con la siguiente pauta de trabajo:

Para solucionar el problema...

Podéis seguir los pasos siguientes:

- a) Escribir todas las aplicaciones que conozcáis del vidrio.
- b) Deducir las principales propiedades del vidrio.
- c) A partir de vuestros conocimientos de química, justificar por qué creéis que el vidrio tiene estas propiedades.
- d) Una de las propiedades del vidrio es que es inerte químicamente y por eso se utiliza como envase de reactivos químicos como, por ejemplo, ácidos. Si es así, ¿quiere decir que el autor de la noticia se equivoca? Escribir las palabras-clave que creéis que os ayudaran a encontrar en Internet información útil para argumentar vuestra opinión.
- f) Finalmente, individualmente, escribir una carta al director de *La Vanguardia* argumentado las razones por las que el autor del artículo debería revisar o no algunas de las afirmaciones incluidas en texto.

Para escribir la argumentación el alumnado disponía de la pauta siguiente:

Pauta para construir una argumentación:

— Mi idea es que.

— Mis razones son.

— Argumentos en contra de mi idea pueden ser.

— La evidencia que daría para convencer a otros es.

Con las informaciones y datos recogidos y tus conocimientos, redacta la carta para defender tu idea.

De esta pauta se pueden deducir criterios para evaluar la calidad del escrito propuesto y mejorarlo a partir de la co-evaluación entre los mismos alumnos:

Redactor/a: Evaluador/a.....

Criterios de evaluación	Sí	R	No	¿Qué aconsejarías para mejorarlo?
1. ¿La idea que se defiende es relevante en relación al problema planteado?				
2. ¿Las razones o argumentos tienen base científica?				
3. ¿Tienen en cuenta los puntos de vista contrarios?				
4. ¿Indica evidencias que convencen?				
5. ¿Está escrita de una manera que se entiende?				

ACTIVIDAD 2: Comparación de artículos

En esta actividad los alumnos tuvieron que leer dos artículos de fuentes diferentes para extraer información, compararla e identificar las diferencias y semejanzas entre los puntos de vista expresados. Los textos, uno periodístico y otro de divulgación científica, planteaban el problema del mercurio que ingerimos a través del pescado desde enfoques muy diferentes.

Los objetivos con que fue planteada se relacionan con el desarrollo de la capacidad del alumnado para:

1. Aplicar el conocimiento que había empezado a construir sobre disoluciones y cálculo de concentraciones al análisis de un hecho.
2. Comparar críticamente textos con información similar, pero de registro diferente, y contrastar el estilo, los recursos, la estructura y el contenido.
3. Encontrar otros puntos de vista sobre el tema en Internet y cuestionarse las diferencias en función de la fuente.
4. Escribir un texto comparando los dos artículos.
5. Formularse nuevas preguntas a partir de la lectura de los artículos.
6. Trabajar en grupo, cooperativamente.

Realizada en: IES Doctor Puigvert, Barcelona (España), 16 alumnos de 15-16 años con dificultades de aprendizaje, clase de Ciencias (Química). Duración tres horas.

Textos:

TEXTO 1: *Contaminació mortal*

Autor: Janet Larsen

Publicado en: AVUI (25/09/04)

<http://www.unescocat.org/ct/p5/alertes/pdf/set04-1.pdf>

TEXTO 2: *¿Cuánto mercurio ingerimos a diario?*

Autor: Yves Scianna

Publicado en: Mundo Científico, 222: 78-80 (2001)

Antecedentes

Los alumnos habían estado aprendiendo sobre disoluciones y cálculo de concentraciones. La actividad se planteó como una aplicación de los contenidos trabajados hasta ese momento. La clase se organizó en grupos de cuatro, distribuidos al azar.

Inicio de la actividad

Para iniciar la actividad se les pidió que leyeran el título de las noticias y el texto al pie de la fotografía. Cada alumno, individualmente, pensó la respuesta a las siguientes preguntas:

1. Lee el título de cada artículo. ¿Qué te sugiere cada título?
2. ¿En función del título prevés la intencionalidad de la lectura? (alarmista, pesimista, sensacionalista, informativa...).
3. ¿Quién es el autor de cada artículo? ¿Dónde ha sido publicado?
4. ¿Cómo está organizado cada artículo?:

Título

Resumen

Notas a pie de página

Después se inició una conversación para intercambiar puntos de vista.

Lectura

Como el objetivo era comparar los dos artículos, todos los miembros del grupo leían el texto completo pero en función de una pregunta distinta, y posteriormente ponían en común las diversas respuestas. Así un alumno o alumna lo leía con la finalidad de identificar el tipo de contaminantes que trataba el texto, otro se centraba en los argumentos y evidencias que aporta y su posible interés, otro el rigor científico del texto y el último buscaba la coherencia entre el título y el contenido. Este mismo rol lo repitieron para los dos artículos.

Posteriormente respondieron individualmente las siguientes cuestiones:

5. ¿Qué es el mercurio capilar? ¿Qué significa que el nivel de mercurio capilar es de 20 µg/g?
6. Una vez leídos los dos textos escribe un texto comparándolos. Fíjate en las siguientes propiedades o rasgos para hacer la comparación:
 - a) Tipo de contaminación y contaminantes que trata y conclusiones a las que llega cada artículo
 - b) Fundamentación de los argumentos, en qué se basa por hacer sus afirmaciones (piensa en los argumentos que da cada artículo por habla de contaminación).
 - c) Coherencia entre el título y el contenido que después se trata.
 - d) Rigor científico con que se da la información
7. ¿Por qué crees que los autores han escrito estos artículos?

A continuación, en grupos de cuatro, respondían las mismas cuestiones para los dos artículos. Primero habían de pensar individualmente la respuesta y después la ponían en común para elaborar la tabla comparativa.

8. Artículo: ¿Contaminación mortal?	8. Artículo: ¿Cuánto mercurio ingerimos a diario?
Metales pesados que se citan en el artículo. Fuente de procedencia del mercurio. ¿Cómo llega estos metales a las personas? Efectos de los metales pesados sobre las personas. ¿Cuál es la forma más tóxica de este metal? ¿Cómo se obtiene el metilmercurio? Según el artículo, ¿está bien definida la concentración de mercurio tóxica por la salud? Tipo de contaminación que trata ¿Por qué no es recomendable no comer tanto atún, pez espada y tiburón, y en cambio sí los otros pescados? ¿Qué sucede cuando se establecen medidas para resolver el problema? Conclusión del artículo. ¿Os parece que está bien organizada la información? Fijaos en los subtítulos. ¿Es coherente el subtítulo y el contenido?	Metales pesados que se citan en el artículo. Fuente de procedencia del mercurio. ¿Como llega estos metales a las personas? Efectos de los metales pesados sobre las personas. ¿Cuál es la forma más tóxica de este metal? ¿Cómo se obtiene el metilmercurio? Según el artículo, ¿está bien definida la concentración de mercurio tóxica por la salud? Tipo de contaminación que trata. ¿Por qué no es recomendable no comer tanto atún, pez espada y tiburón, y en cambio si los otros pescados? ¿Qué sucede cuando se establecen medidas para resolver el problema? Conclusión del artículo. ¿Os parece que está bien organizada la información? Fijaos en los subtítulos. ¿Es coherente el subtítulo y el contenido?

Aplicación

También en pequeño grupo responden a las preguntas siguientes:

9. ¿Qué os hace pensar que podéis creer lo que dice el texto del periódico *AVUI* y del *Mundo Científico*? ¿Que artículo os merece más credibilidad? ¿Por qué?
10. ¿Cómo lo harías para comprobar si lo que expone el texto tiene validez? ¿Dónde buscarías la información?
11. Tras leer los artículos seguramente estáis preocupados por el contenido de mercurio que ingerimos a diario y queréis contrastar la información del artículo de la revista *Mundo Científico*.
 - 11.1 Buscar en Internet la cantidad máxima de mercurio que pueden contener los productos alimentarios, concretamente el pescado. Para ello, pensar primero las palabras o frases clave que tenéis de escribir. Anotarlas.
 - 11.2 Escribir la dirección de tres páginas Web encontradas que hablen de la concentración de mercurio permitida en el pescado.
 - ¿Dan el mismo valor de concentración?
 - ¿Qué página Web os merece más credibilidad? ¿Por qué?
 - ¿Cuál es la concentración que indica?

A continuación se pusieron en común las concentraciones encontradas, se comentaron las diferencias y se discutieron la fiabilidad de las fuentes.

Seguidamente el alumnado contestaba las siguientes cuestiones individualmente:

12. Según el artículo “Contaminación mortal” la fuente principal de contaminación por mercurio son las centrales térmicas de carbón. ¿Está justificada esta afirmación?
13. Tras leer estos dos textos, ¿te quedan dudas o te has planteado nuevas preguntas? Escríbelas:

Finalmente entre todos los componentes del grupo redactaban un texto comparando los dos artículos. Para escribir la comparación el alumnado disponía de la pauta siguiente:

Comparando los dos artículos observamos:

- Con respecto al tipo de contaminación que se trata...
- Con respecto a la fundamentación...
- Con respecto a la coherencia....
- Con respecto al rigor científico....
- Por lo tanto podemos concluir que...

Cada alumno del grupo tenía que seleccionar una de estas propiedades o rasgos esenciales del texto y justificar su elección. Posteriormente debía contraponer las propiedades en función del rasgo elegido para finalmente llegar a una conclusión. De esta pauta se deducen criterios para evaluar la calidad del escrito propuesto y mejorarlo a partir de la co-evaluación entre los mismos alumnos:

Redactor/a:

Evaluador/a.....

Valoración: 5, muy bien hecho; 4, bastante bien; 3, medianamente bien; 2, bastante incompleto; 1, mal.

Diferentes partes del texto	Estará bien hecho si en el texto...	Valoración y comentarios
1. Comparación basada en la fundamentación de los argumentos	Ha justificado la elección del rasgo esencial. Describe todos los argumentos que da el artículo 1. Describe todos los argumentos que da el artículo 2 Contrapone los argumentos de los dos textos en función del rasgo esencial (la fundamentación).	
2. Comparación basada en los tipos de contaminación que trata	Ha justificado l'elección del rasgo esencial. Describe todos los tipos de contaminación y su fuente (artículo 1). Describe todos los tipos de contaminación y su fuente (artículo 2). Contrapone los tipos de contaminación de los dos textos. Compara las conclusiones de los dos artículos	
3. Comparación de la coherencia entre el título y el contenido que después se trata en cada artículo	Ha justificado la elección del rasgo esencial. Describe la relación entre el título y el contenido (artículo 1). Describe la relación entre el título y el contenido (artículo 2). Contrapone la coherencia de los dos artículos.	
4. Comparación del rigor científico con que se da la información. Justificación de la elección del rasgo esencial.	Describe el rigor científico del artículo 1. Describe el rigor científico del artículo 2. Contrapone los dos artículos en función del rigor científico.	
5. Conclusiones a las que se llegan	Las conclusiones contemplan las 4 propiedades del texto analizadas.	

6. Publicació 2

L'article publicat a la revista *International Journal of Science Education* «The Use of Newspaper Articles as a Tool To Develop Critical Thinking in Science Classes» millora la proposta d'activitat de lectura plantejada en la publicació 1. L'article compara la proposta de Bartz (2002) a través de l'acrònim C.R.I.T.I.C. amb aportacions d'autors importants que treballen en el camp del pensament crític, especialment Paul i Elder (2006). A partir d'aquestes dues propostes s'identificaren uns «Elements de lectura crítica de ciències» que considerem útils per orientar la lectura crítica d'articles de diari amb contingut científic i també per analitzar les dificultats de l'alumnat.

RESEARCH REPORT

The Use of Newspaper Articles as a Tool to Develop Critical Thinking in Science Classes

Begoña Oliveras*, Conxita Márquez and Neus Sanmartí
Department of Science and Mathematics Education, University Autònoma of Barcelona, Bellaterra, Barcelona, Spain

The aim of this research is to identify the difficulties experienced by secondary school students (aged 15–16) with the critical reading of newspaper articles with scientific content. Two newspaper critical reading activities in relation to the study of various scientific contents were designed and carried out in two schools (61 students in total), one with a student population from a medium to high social and economic bracket and the other with students from a medium to low social and economic bracket. These activities were designed taking into account the phases of the reading process: before, during and after reading. In order to analyse the difficulties ‘Elements of science critical reading’ were identified on the basis of the ‘Elements of reasoning’ of Paul and Elder and the categories proposed by Bartz C.R.I.T.I.C. questionnaire and a scale was drawn up. The results show that the activities designed were useful in helping students to read critically. We also rated very positively the instrument created to assess the students’ answers: the scale based on the performance indicators of Paul and Elder. This instrument enabled us to detect the aspects of critical thinking where students have the most difficulties: identifying the writer’s purpose and looking for evidence in a text. It was also shown that the stance taken in the articles also had an influence on the results.

Keywords: *Secondary school; Scientific literacy; Critical thinking; Newspaper critical reading*

Introduction

Reading is a fundamental process in science learning since it is not only one of the most often used resources during the school years but can also become a basic tool for ongoing learning throughout life. The media and particularly the written press

*Corresponding author. Department of Science and Mathematics Education, University Autònoma of Barcelona, Bellaterra, Barcelona, 08193, Spain. Email: bolivera@xtec.cat

provide the main sources of scientific information for most adults (Jarman & McClune, 2002; Korpan, Bisanz, Bisanz, & Henderson, 1997). In these media, opinions are often based on scientific knowledge which the reader needs to know in order to be able to make a critical analysis. This information can influence what people believe and how they behave, consequently, competence in evaluating media reports of science is important (Norris, Phillips, & Korpan, 2003). Understanding and evaluating reports of science in newspapers is frequently included in the literature as an attribute of a scientifically literate person (Korpan et al., 1997; Wellington, 1991).

Research has been done on how to teach and learn about science news, some of which focuses on students, analysing their perceptions and understanding of science from newspapers (Halkia & Mantzouridis, 2005; Korpan et al., 1997; Norris et al., 2003; Phillips & Norris, 1999; Ratcliffe, 1999; Ratcliffe & Grace, 2003) and other research is based on teachers, their perceptions and use of newspapers (McClune & Jarman, 2010). Research in the UK at least suggests that science teachers frequently use news reports in the classroom, but often simply to emphasise the relevance of science in everyday life (Halkia & Mantzouridis, 2005; McClune & Jarman, 2010).

The aim of this research is to provide an in-depth analysis of the difficulties experienced by students at two schools with the critical reading of two newspaper articles with scientific content and, for this purpose, we designed an instrument to rank the students' responses to each of the 'Elements of science critical reading'.

What is Meant by Critical Reading?

Students believe that 'reading is being able to say the words correctly' (Baker & Brown, 1984) and, generally, scientific texts are presented to them as a tool for acquiring knowledge that they have to store in their memories. However, according to Olson (1994), reading should be seen as an active process involving the construction of meaning based on the text, whereby the reader consciously makes three different worlds interact: the world of the reader made up of his or her knowledge, beliefs or emotions, the world on paper defined in the text and the outside world. This means that the meaning of the text is not contained in the text itself but that readers have to construct the meaning using their own references. Therefore, reading depends on readers' prior knowledge and requires them to contextualise and infer the writer's intentions and actively construct new knowledge (Yore, Craig, & Maguire, 1998).

Readers can take different epistemological positions with respect to a text. In this study, we are interested in the critical position, whereby the reader starts an interactive relationship between the text and his or her beliefs or opinions in order to obtain the most consistent and complete interpretation possible, while still taking into account his or her previous ideas and the information contained in the text. Therefore, in order to be a competent reader, it is not sufficient to be capable of reading and understanding a text, but it is also necessary to be able

to read it critically and, to infer, for example, whether the data and arguments it contains are credible. Reading means understanding, interpreting, analysing and criticising texts. This is the basic meaning of literacy (Norris & Phillips, 2003).

However, we should not forget that the text is a cultural instrument with values situated in a particular time in history. In other words, its author is not a neutral person but someone with knowledge, a culture and intentions that are reflected in the text and that the reader needs to interpret. Knowledge is always contextualised and readers construct their interpretations based on their community and culture. Critical reading and, therefore critical thinking, depend on the context and culture in which they are situated (Pithers & Soden, 2000).

The ability to analyse texts and the data and arguments they provide critically and to justify one's own point of view requires the development of critical thinking, an area in which research is being carried out from various perspectives (Ennis, 1996; Paul & Elder, 2006; Phillips & Norris, 1999; Ten Dam & Volman, 2004; Zoller, Ben-Chaim, & Ron, 2000).

There has been much debate on the question 'What is critical thinking?' (Kennedy, Fisher, & Ennis, 1991). There is currently considerable consensus concerning the perception of critical thinking as being a combination of abilities and dispositions (Ennis, 1996; Ten Dam & Volman, 2004). The abilities are the cognitive element, knowing what to do and the dispositions are the students' attitudes or predispositions towards critical thinking.

In this research, we have focused on assessing critical thinking abilities based on the proposal by Paul and Elder (2006). These authors refer to thinking abilities as 'Elements of reasoning' (Table 1).

We would agree with Zoller et al. (2000) that the most important aim in science education is to develop students' thinking abilities within the specific context of science. There is a consensus that in order to promote critical thinking attention must be focused on developing students' epistemological beliefs, enabling active learning using problems relating to real-life situations and encouraging interaction between students to enable them to talk and share different viewpoints. All this necessarily implies a new way of working in the classroom. Students must be given time to approach problems, to form good questions, consider hypotheses and thereby formulate good arguments (Izquierdo, 2004). Therefore, we believe that the working methodology used by teachers plays an essential role in developing critical thinking among students. If teachers think students learn exclusively through the transmission of information from the teacher to the students, it is quite likely that they will not invest any time in encouraging cooperational work and the exchange of ideas between peers.

On the other hand, teachers who believe that discussing and thinking about problems promotes students' intellectual development and a greater understanding of scientific ideas, will encourage discussion between peers and between the students and the teacher, thereby establishing meaning making interactions (Scott, Mortimer, & Aguiar, 2006). These teachers engage their students in the language of thinking.

Based on this perspective, we believe it is very important to work on critical thinking in science classes but as Dreyfus and Jungwirth (1980) noted, students find it difficult to transfer it to real contexts. Therefore, we see the need to apply critical thinking to real issues. Reading newspaper articles could be a means to help students to apply critical thinking to their day-to-day lives.

Critical Reading of Newspaper Texts with Scientific Content

It is important to note that the science written about in newspapers or other sources (the internet, magazines, etc.) is very different to the science written about in an academic context. The purpose of the scientific news stories that appear in the press is to communicate but not teach science. Different types of articles with a scientific context can be found in the press depending on whether it is their purpose to provide scientific information, explain problems arising in connection with science or to use scientific arguments to back up ideas to be defended or discussed. In our research, the texts worked on fell into the last category. This type of article can be found in daily newspapers (where the source is easily identified) but also in any search of the internet, which makes it more difficult to ascertain the author. Critical thinking about science in the news requires an understanding of science but it also requires a degree of media awareness (Jarman & McClune, 2007, 2010; McClune & Jarman, 2010). Therefore, we have to help students to understand that science in the news and other sources of information (the internet) have significant strengths as well as limitations as sources of information and recognise the key role of news media in flagging up developments in science and socio-scientific issues.

Bearing in mind that the main purpose of the press is communication, it is logical for newspaper articles about science to contain very little specialised information as that would impede communication. This can make it difficult to read articles on science from sources not directly designed for teaching the subject. Scientific facts can be found in newspapers but the evidence for such facts cannot always be found, nor is it possible to recognise the theoretical model used as a basis (Márquez & Prat, 2005; Martins, Mortimer, Osborne, Tsatarelis, & Jimenez-Aleixandre, 2001). Accordingly, in order to perform a critical interpretation of newspaper articles with scientific content, students must be able to activate the scientific knowledge learnt at school and, clearly, that is not an easy connection to make but one that needs to be learned, which we believe has to be done in science class. Therefore, in order for students to be able to read newspaper articles with scientific content, the science curricula used in schools must provide sufficient scientific knowledge and be meaningful (Millar, 2006). The point is not so much to transmit a lot of information but to promote the construction of general and abstract theoretical models which can potentially be used to interpret very varied facts and analyse subjects which do not form the hard core of science (Duschl, 1990).

Each discipline provides theoretical models of reference to analyse phenomena and problems and without them it is difficult to be able to think critically. Therefore, we would agree with Brown (1997) when he says that critical thought must be developed

in the context of a specific discipline and in relation to situations and problems connected to daily life, which are what many newspaper articles discuss. Their function is to motivate and give meaning to learning (Ten Dam & Volman, 2004), but more specifically, they are important for promoting the development of critical thinking and recognising how science is used to argue points of view (Kennedy et al., 1991; Oliveras & Sanmartí, 2009).

When students read about science-related ideas, advances, issues or problems they must be able to establish connections between their knowledge of science and the content of the reading, so that they are able to understand the text and analyse it critically (while learning about science). Establishing these connections requires learning to be based on activities designed for this purpose and help from the teacher to ensure that students are able to activate the scientific model implicit in the text as well as the elements enabling them to carry out a critical reading.

One of the tools for promoting critical reading is proposed by Bartz (2002) in the form of the C.R.I.T.I.C acronym. According to the author, the letters of the acronym represent the concepts that constitute critical reading. Each letter represents a task, in the form of a question that the student reader has to consider in order to apply critical thinking to his or her reading (see first column, Table 1).

Similarities can be found between the questions included in the C.R.I.T.I.C questionnaire applied to the reading of texts and the first seven reasoning elements of Paul and Elder (2006). Based on these two approaches, we identified certain 'Elements of science critical reading' that we considered useful to guide the critical reading of newspaper articles with scientific content and also to analyse students' difficulties. The eighth element of reasoning of Paul and Elder (implications and consequences) was not included in this research study as an 'Element of science critical reading', given the characteristics of the articles and the fact that the purpose of the classroom work was geared towards a critical analysis of the scientifically based arguments used in the texts rather than proposing discussions and consequences. However, we consider that the eighth element of reasoning of Paul and Elder to be essential. Discussing with students the 'implications and consequences' for them, their families, their friends and their communities of science issues reported in the news is a very important aspect of a science education that aims to promote 'scientific literacy'.

Table 1 shows the 'Elements of science critical reading' extracted from the two approaches and contains examples of the question types included in the activities designed as part of this research study. A basic element in the critical reading of science articles is identifying the writer's purpose, his or her ideas and the assumptions he or she made when writing the text. In this regard, the 'Elements of science critical reading' were defined with elements 2, 3 and 4 aiming to encourage students to think of the writer's 'purpose', 'point of view', 'assumptions' and 'questions'.

In the design and application of the activities to promote critical reading, the questions posed are important as are other methodological strategies. Among these strategies, we consider those related to cooperational learning and group discussion to be essential as they improve the comprehension of texts (Dansereau, 1987) as well as critical reading (Márquez & Prat, 2005; Oliveras & Sanmartí, 2009; Paul,

1992), while also encouraging the development of thinking abilities (Hager, Sleet, Logan, & Hooper, 2003).

Objectives of the Research

The specific objectives of the research are as follows:

- (1) To analyse students' difficulties in applying the 'Elements of science critical reading' defined in the reading of press articles.
- (2) Identify how the content of the readings and the types of questions raised in the activities affect the students' answers.

Project Description

Selection of Articles

Two newspaper texts with scientific content were selected¹. These texts were chosen according to the theoretical models recently worked on at the sample schools and the interest they could awaken in the students (15 years old). The aim was to detect whether the students could apply the scientific knowledge they had learnt in the classroom to the analysis and interpretation of real current problems. The articles selected were included in the features section of the newspaper and were not aimed at providing scientific information, but used scientifically based arguments to back up statements or discuss issues surrounding a current event.

The subject of the graffiti article was the difficulty involved in removing graffiti on glass. According to the author of the news report, graffiti on glass is so difficult to remove because graffiti writers mix acid with the paints they use. The news story was chosen so that the students could apply their knowledge of chemical change. Since the information in the text was not completely correct, because acids (apart from hydrofluoric acid) do not react with glass, the students were able to question the scientific basis of the news story.

The swimsuit article contained opinions for and against whether the swimsuits used by swimmers had helped improve the latest Olympic records. The news story was chosen so that the students could apply their knowledge of cinematics and dynamics to the analysis of an actual event.

Subject Selection or Research Population

The research was conducted in two secondary schools in Catalonia (Spain). School 1 is situated in Barcelona and its students come from a low social and economic bracket, with 30% of them being immigrants. School 2 is in a town, near Barcelona with a population of 4,000 and its students are from a medium to high social and cultural bracket, with 9% being immigrants. A total of 61 students took part (15–16 years of age), 30 in school 1 and 31 in school 2. They were from four different classes (2 per school). The two activities were applied in both the schools, one in each class,

Table 1. Elements of science critical reading

C.R.I.T.I.C. Bartz (2002)	'Elements of reasoning' Paul and Elder (2006)	'Elements of science critical reading'	Examples of question types posed in classroom activities
C [<i>Claim?</i>]: What is the claim being considered?	All reasoning is expressed through, and shaped by, concepts and ideas	1. Identify the main ideas of the text	What problem does the text present? What is the main idea?
R [<i>Role of the claim?</i>]: Who is making the claim and is there something in it for them, for example, money, fame, power, influence, and publicity?	All reasoning has a purpose	2. Identify the writer's purpose	What scientific content could it relate to? Who wrote this document? Why must he or she have written it?
I [<i>Information backing the claim?</i>]: Is it public information that can readily be verified? Who provided it?	All reasoning is done from some point of view All reasoning is based on assumptions	3. Identify the writer's assumptions and viewpoints	What position do you think the writer of the news story takes on this issue? Write sentences from the text that help to see the writer's opinion and justify the answer What assumptions does the writer make in the text? Are they justifiable?
T [<i>Test?</i>]: If there is some reason to doubt the claim, how might we design an adequate test? What would provide rigorous conditions that preclude uncontrolled variables, systematic error, or cheating from biasing the results?	All reasoning is an attempt to answer some question	4. Formulate a scientific question which the writer answers in the article or design a scientific experiment to verify the information in the text	Could an experiment or test be carried out to verify the credibility of the main assumption? (swimsuits) What question would a scientist ask to investigate this problem? (graffiti)
I [<i>Independent test?</i>]: Has any unbiased source actually carried out a rigorous independent test of the claim and published the results, ideally in a reputable, peer-reviewed research journal?	All reasoning is based on information	5. Identify data and evidence given in the text	Are there any arguments or scientific evidence in the text that support the initial assumption? Write them down
C [<i>Cause proposed?</i>]: What is held out as a causal explanation for the claim and is it consistent with the physical laws of the universe?	All reasoning contains inferences or interpretations by which we draw conclusions and give meaning to data	6. Draw conclusions based on the evidence	Are the conclusions in line with the current scientific knowledge you have? (swimsuit) Write a text validating or rejecting the scientific information in the text (graffiti)

and therefore each student only carried out one activity. The four classes were given by four different teachers and contained around 12–20 students.

The two schools were characterised by the importance placed on experimental work. The activities were presented to the teachers of the classes involved in the research at a meeting. It should be noted that these types of activities had never been conducted in any of the science classes and, therefore, this was something new for the teachers and students involved. The methodology for application in the classroom was discussed in detail with the teachers involved. The expectation was that the activity would be approached as just another class task and had to be conducted in cooperative groups of four students grouped on an assorted basis.

Each teacher then conducted the activity in her class and collected all the written work generated by the students throughout the activity. This written work formed the basis of the data used to analyse the results.

Critical Reading Activities Designed

To encourage critical reading of the articles and reflection, critical reading activities were proposed which included questions relating to those shown in Table 1.

The activities were designed taking into account the three phases of the reading process (before reading, during reading and after reading). In the first phase (*before reading*) the students' preliminary ideas on the key information in the lead paragraph and the scientific knowledge were activated. The questions proposed to activate these ideas were: 'Read the title and look at the picture: What do you think the news story is about? Which newspaper was it published in? Who wrote it? Why are we reading this text in science class? What scientific content could the text relate to?'. The students replied first individually and then discussed the questions in a large group.

In the second phase (*during reading*) the emphasis was placed on regulating the reading process. The students in groups of four were encouraged to help each other identify the problem posed by the writer, his or her intentions and the evidence and arguments he or she used. They also discussed specific sentences from the text and analysed the different viewpoints. The students answered the questions relating to elements 1 to 5 (Table 1). The questions were the same in the two activities apart from those relating to element 4 ('formulate a scientific question or experiment'), due to the difference in the scientific content of the texts.

Specifically, in the text on graffiti activity, the students were asked to formulate a scientific question to be researched. On the other hand, in the activity on swimsuit activity, the question was already posed in the text and the students were asked to design a scientific experiment to demonstrate it.

The third phase (*after reading*) was designed for the students to assess the scientific basis for the news stories and draw up a text arguing their viewpoint. Before writing the final discussion text the students had to answer a series of questions to think about the science model implicit in the text and discuss the problems it raised, first in small groups and then with the whole class. The questions aimed at thinking about the scientific model were different in each activity (Figure 1).

Once the students had agreed on the problem to be investigated in depth by the whole group/class, the students looked up information on the internet to resolve any questions that had arisen or to validate any ideas they had discussed or the data provided. It should be noted that in previous sessions, the students had worked on the credibility criteria required to analyse websites. Using the researched information, the students thought about and connected various arguments or scientific ideas and constructed their own lines of argument.

With this information the students had to write a text, validating or criticising the scientific content of the news story in the case of the activity on graffiti or taking a stance on whether the new swimsuits contributed towards improving swimmers' speed (Table 1). They wrote the text based on guidelines encouraging them to consider their idea, formulate reasons supporting it and think of possible arguments against their idea and the evidence they could use to convince others (Osborne, Erduran, & Simon, 2004).

The activities lasted for 5 hours plus the homework and were carried out in February 2009.

Data Analysis

Based on the 'Elements of critical reading' we defined six categories used to analyse the data collected in this study. A table was drawn up with an assessment scale of 1

- Graffiti activity (graffiti on glass):**
- What is the problem posed by the writer in this article?
 - How do you think that the writer knows that the cause of the problem is the acids mixed with the kerosene? Is it just a hypothesis or does it have a scientific basis?
 - Do you think that the graffiti could be removed from the glass?
 - What knowledge would we need to explain the problem?
 - Which steps would you follow to explain the problem? Where would you look for the information?
 - Follow these steps to help explain the problem posed:
 - a) Write down all the applications of glass.
 - b) Try and deduce the properties of glass based on this list.
 - c) How is it that glass has these properties?
 - d) Do these properties help you to know anything else about glass?
 - e) How do the acids interact with the glass? Do all the acids interact in the same way?
- Swimsuit activity (new swimsuits):**
- Discuss these two sentences from the text. What do they mean?
 - *The new swimsuit helps you to float*
 - *The new swimsuit is of more benefit to large people.*
 - Make a list of the properties a swimsuit must have in order to improve swimmers' speed (think of the design, the material.....).

Figure 1. Questions in the after reading phase aimed at identifying and applying the scientific model implicit in the texts

to 5 for each category. The scale was defined on the basis of the scale proposed by Paul and Elder (2005) to rank the levels of critical reasoning but it was modified according to what the students had written in their attempt at critical reading.

The scale and the classification of the students' answers were validated by two experienced teachers. These teachers are experts in applying innovative science teaching projects and in research, particularly in the field of relationships between language and science learning. This scale is shown in Table 2.

To analyse the results relating to the first five categories, the data collected from the students' answers to the tasks performed *during the pre-reading and reading phase* were used. On the other hand, the results relating to category 6 were obtained in the *after reading* phase when the students had reformulated the problem and researched information to support their ideas.

Results and Discussion

The average scores in each category between the two schools and the two activities were compared, together with the interaction between them, using a two-way analysis of variance. All statistical tests were assessed as significant when the p values obtained were less than 0.05.

The students who did not answer the questions were considered lost values in the analysis.

The research results were organised by objective.

Objective 1: To analyse students' difficulties in applying the 'Elements of science critical reading' defined in the reading of press articles.

To achieve objective 1 of the research we focused on the means in each category. The results (Figure 2) show that category 2 (identify the writer's purpose) and category 5 (identify data and evidence given in the text) were those that students found the most difficult overall.

There were various answers to the question 'Why must he or she have written it?' relating to category 2 (Table 2). We set out below an example of each level of the scale (1–5) which can relate to both activities 1—graffiti or swimsuit: 'because he/she was affected' (level 1, graffiti), 'they want to detract from the Olympic records' (level 2, swimsuits), 'to inform people' (level 3) (swimsuits and graffiti), 'to show people the consequences of graffiti' (level 4, graffiti), 'to provide information on the reasons for the controversy surrounding these swimsuits' (level 5, swimsuits).

It should be noted that most students chose level 3. In relation to this category the results can be explained by the fact that most of the students were convinced that the purpose of the text was to inform and that this information is always neutral and unbiased. Few students went any further than merely stating that the intention was just to inform and could not think of any possible reasons why this information was given, such as to create controversy or convince readers to use certain swimsuits or brands. Therefore, the most frequent answers were of the following type: 'To inform about a news event that has taken place'.

Table 2. Scale based on the performance indicators of Paul and Elder (2005)

Categories	Rubric
Category 1. Identification of the main ideas of the text	<p>They cite non-relevant information or do not reproduce the information</p> <p>They only identify one of the key ideas or concepts</p> <p>They mention more than one key idea or concept</p> <p>They express in their own words the most important information. They identify some of the key ideas and concepts used in a way showing understanding. They make connections between ideas</p> <p>They express in their own words the most important information in a way showing understanding. They identify all the key ideas and concepts used in a way showing understanding</p>
Category 2. Identification of the writer's purpose	<p>They cite irrelevant information</p> <p>The information they express cannot be inferred from the text</p> <p>They assume that news stories are only used to inform in a neutral and unbiased manner</p> <p>They identify the writer's purpose but in a not very precise way because they do not express themselves well or because they are not specific enough</p> <p>They communicate the purpose that they believe the writer has well. They realise that the writer has other intentions besides providing information (creating controversy...)</p> <p>They do not answer or cite irrelevant information or they do not identify the writer's viewpoint</p>
Category 3. Identification of the writer's assumptions and viewpoints	<p>They make unreasonable assumptions based on evidence and do not identify the writer's viewpoint or justify the point of view expressed</p> <p>They cite sentences word for word from the text without inferring the writer's viewpoint</p> <p>They make reasonable assumptions, identifying the author's viewpoint but they do not justify it</p> <p>They make reasonable assumptions and identify and justify the writer's viewpoint based on the text</p>

(Continued)

Table 2. Continued

Categories	Rubric
Category 4. Formulation of a scientific question which the writer answers (graffiti) or Propose an experiment to verify the information in the text (swimsuit)	<p>They pose questions that are not very coherent or propose irrelevant experiments</p> <p>They pose the question without being specific or perform experiments that are excessively general</p> <p>They ask questions which are not answered in the text or perform experiments aimed at merely understanding the reason behind the problem</p> <p>They formulate reasoned important questions from a science standpoint, only analysing one of the variables or perform an experiment for verification based on only one of the variables</p> <p>They formulate reasoned important questions from a science standpoint, analysing all of the variables to be taken into consideration, or perform an experiment for verification based on all the variables</p>
Category 5. Identification of data and evidence given in the text	<p>They validate the information due to their confidence in the newspaper (they do not judge the credibility of the source) or because they think that the writer is informed</p> <p>They cite information in the text with basic or imprecise reasoning or draw conclusions based on irrelevant information in the text or do not mention whether it is evidence or not</p> <p>They mention whether the text provides evidence or not, or whether the information it provides is scientifically valid without giving further explanation or giving very basic arguments or without looking for an argument to validate the information in the text</p> <p>They draw reasoned conclusions based on the information provided in the text (facts, data, evidence, ...), without identifying the type of source (fact, opinion, scientific source, ...)</p> <p>They distinguish between facts, scientific arguments and opinion in the text. They draw conclusions taking into account the information available and using sensible reasoning</p> <p>they demonstrate the ability to analyse and evaluate the information objectively</p> <p>They cite irrelevant arguments</p>
Category 6. Arguing conclusions based on evidence	<p>They reach conclusions based on daily knowledge without activating scientific knowledge</p> <p>They activate their knowledge of science and demonstrate the ability to argue agreement and disagreement, although they do not challenge their knowledge using information in the text</p> <p>They challenge the information in the text using their scientific knowledge and show reasonable agreement and disagreement without giving explicit grounds</p> <p>They challenge the information in the text with their scientific knowledge, showing an ability to argue agreements and disagreements in a reasoned manner</p>

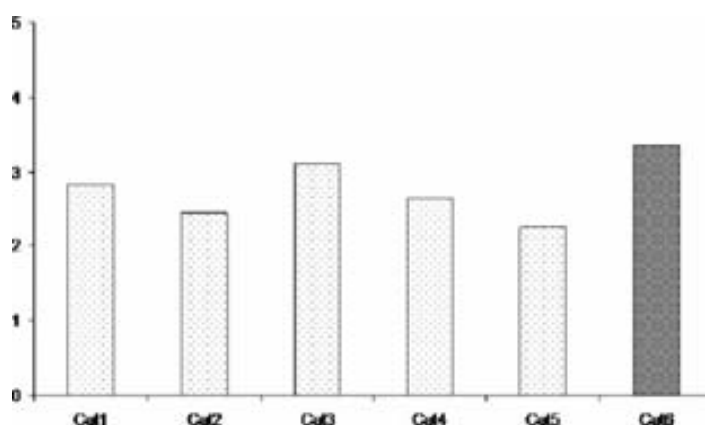


Figure 2. Average scores in each category (categories 1–5 before reading, during reading, category 6: after reading).

With respect to category 5, there were different answers, although most related to lower levels (1, 2). In the graffiti activity there were no level 4 or 5 answers. Some examples are shown below:

‘We think it has a scientific basis because it is in the newspaper’ (level 1, graffiti), ‘I think that he/she has obtained information from the clean-up squad’ (level 2, graffiti), ‘It certainly has a scientific basis as the writer has investigated and taken samples of the graffiti and analysed it’ (level 3, graffiti), ‘There are patches that help swimmers to float and they have an influence in races where floatability is important. Because there is less friction, speed is increased’ (level 4, swimsuits), and ‘There is no evidence because these are only opinions from people. I think that other arguments and tests would be required to make it really scientific’ (level 5, swimsuits).

With respect to category 5, the difficulties detected related to the assumption by the students that a journalist is an informed and qualified person. If, in addition, the text contained a word that they considered to be scientific (acid, floatability, concentration, etc.), they considered this to be a sufficient indicator to support the scientific basis of the news story and, therefore, they saw it as proof of what the writer said.

Category 6 (draw conclusions from the evidence) obtained the best results. The ideas relating to this category pinpoint the students’ critical thinking performance throughout the activity. This category appeared in the students’ written work at the end of the activity and resulted from their thinking about the science model implicit in the text and comparing their own viewpoints with the information they had gathered. It was shown that, although the students first seemed convinced that the information given in the article was objective and did not question its scientific basis, in the end they were able to compare the world on paper with the reader’s world (Olson, 1994), thereby becoming more critical of the content of the text. It could be stated that overall they learned something. It was seen that most of the students were able to read critically.

In the graffiti activity, the students mostly reached the conclusion that the information in the text was not completely accurate since most acids do not react with

glass and, in any case, only some specific acids, such as hydrofluoric acid, should have been mentioned. Although at first they were not sure whether the problem was due to the fact that there were types of glass with different properties or acids that did attack glass, after consulting the internet, they were able to decide. They were therefore able to judge the scientific basis of the reading. This can be seen in this example relating to level 5:

To the editor of "La Vanguardia" newspaper. I am writing concerning an article you published on graffiti. I have been researching information and it is not true that the problem is due to the reaction between glass and a mixture of acids and tar, since only one acid reacts with glass (hydrofluoric acid) and not all, or practically all, acids, as the author stated. (...). We have looked at websites and found that there are other acids that react but they are not by knowledgeable people. If you do not believe us you can go to the website I have found which is from a reliable source. We could also obtain evidence by performing an experiment.

It should also be noted that there were students who were not able to make a critical reading and, in the end, they validated the information in the text, giving priority to the world on paper, even though they had found information on the internet that contradicted the scientific basis of the news story.

Some students, when asked to provide a critical viewpoint, did not fulfil this request but, instead, made an analysis based on whether they agreed with graffiti or not, or with the use of acids in graffiti. They had difficulties when it came to questioning the scientific basis for the story. In fact, they rewrote the information using their own knowledge and information they had found, without recognising that the writer did not say what they stated. This can be seen in this example relating to level 1:

The text has positive and negative aspects. It is true that the graffiti writers ruin glass, walls ... but if the graffiti writers had places to do their graffiti, this would not happen (...). In conclusion, in some ways the writer is right. It is dangerous for young people to mix acids with other substances and on some points I do not agree with the writer because I believe, for example, that graffiti writers should have somewhere to do their graffiti without anyone prohibiting them.

The same happened in the swimsuit activity. Most of the students were able to form an opinion on the information read and most of them gave scientific arguments as to why the swimsuits improved the swimmers' speed (level 5).

I think that the swimsuit helps you to float and because there is more floatability friction is reduced and speed increased. (...). I would convince anyone who did not believe me by performing an experiment (...) using a robot resembling a person and giving it the same strength, I would put the Speedo swimsuit on it and then take it off. If the speed with the swimsuit is greater, then the swimsuit helps you to float.

On the other hand, some students, despite detecting that the swimsuits had special properties and characteristics, finally concluded that the swimsuits did not help improve speed. These students justified the records of the 2008 Olympic Games with arguments such as: the swimmer's efforts, his or her physical fitness and good

training. Some students even talked about a good diet as an argument to justify the increase in Olympic records. They did not consider the variable mentioned in the article to be important:

I think that the swimsuits, of whatever brand, do not influence the result. The fabric used in the swimsuit must have properties that improve the swimsuit but do not improve speed. Each swimmer can have his or her favourite brand and think that brand of swimsuit is ideal because it has given them a good record. However, in fact that is not the case. It is actually the swimmer's physical qualities that enable him or her to obtain this result (...) (level 2).

We consider that the ability to read science critically is shown in the results of category 6—draw conclusions from the evidence—as this is when students show that they are capable of identifying the main scientific arguments given in a text, comparing them with those relating to the corresponding scientific theoretical model, the possible evidence obtained in experiments and/or reliable sources of information, and making a critical analysis of the contents of the text. This would be the difference between reading critically and reading science critically because the student is capable of identifying the essential ideas of a text, the evidence or scientific arguments and the writer's intentions, which would indicate a good level of reading comprehension but if the student does not compare the scientific arguments in the text with the corresponding theoretical models, the student is not necessarily reading science critically.

We believe that the instrument designed for assessing the students' capacity for critical reading (Table 2) to be effective as the 5 levels in each category include differentiated aspects which enabled us to encompass all the students' answers and therefore detect the specific difficulties shown by students in critical reading.

The instrument was useful for reading the two articles which are quite different and therefore it could be used to assess students' capacity for critical reading in other articles with scientific content.

Objective 2: Identify how the content of the readings and the types of questions raised in the activities affect the students' answers. The results of the activities carried out were compared according to the various categories (Table 3).

The results show that there are significant differences in categories 4 and 5, but not in the rest.

As for category 4, graffiti activity required the students to formulate a problem that could be scientifically investigated, without the text giving any clues. In contrast, in swimsuit activity the problem was presented and the students were asked to think of a scientific experiment to demonstrate whether or not the swimsuits contributed to improving swimmers' speed. As could be expected, the results showed that the students found it more difficult to think of problems that could be scientifically investigated than scientific experiments that could be performed to answer a question.

For example, when the students were asked in graffiti activity how they thought a scientist would consider the problem, they concentrated on the products used to write the graffiti and wrote sentences such as: 'Find out the chemical composition of the spray paints' or 'Study the characteristics of the acids'. No students approached

Table 3. Mean plus standard deviation for each activity ($N = 61$)

Categories	Graffiti activity	Swimsuit activity	p
1	2.88 \pm 1.4	2.81 \pm 1.2	0.821
2	2.60 \pm 1.2	2.31 \pm 1.1	0.251
3	2.91 \pm 1.5	3.24 \pm 1.2	0.323
4	2.10 \pm 0.6	3.11 \pm 1.4	<0.05
5	1.30 \pm 0.7	3.04 \pm 0.7	<0.001
6	3.50 \pm 1.6	3.25 \pm 1.7	0.804

the problem by investigating how the different acids interacted with the glass. They merely concentrated on one of the variables to be researched and not on the interaction between the two. This difficulty can be interpreted as being due to the fact that the question was too broad and not focused enough and therefore the students replied from a very general perspective.

However, when they had to think of a scientific experiment, they were much more precise and some of the students made a connection between the two variables: type of swimsuit and speed. Most of the students concentrated on demonstrating that with the new swimsuits, the times were reduced:

The experiment would be for the same swimmer to swim 50 m in a conventional swimsuit and 50 m wearing the Speedo swimsuit, in the same conditions (same swimming pool, same venue, same water temperature ..) and calculate the best time.

It should be noted that not all the students realised the need to control the variables. Some did not specify where they would conduct the experiment and others talked about carrying out the experiment in different swimming pools or using different swimmers:

Put the Speedo swimsuit on one group of four people and then put a normal suit on another four. If the swimmers wearing the Speedo swimsuit are first then that means that the swimsuit improves swimming speed and if not, that it does not.

Category 5 was also very different in the two activities. It was shown that the information provided in the text had an influence on recognising the evidence. If the texts contained information with a scientific basis, the students who understood the scientific model then recognised it. On the other hand, students invented evidence or made unfounded assumptions since, initially, they were completely confident that the writer's statements were true. The text on graffiti did not explicitly include any arguments or information justifying why the graffiti writers used acids and the only proof given in the text was the difficulty in removing the graffiti. Despite the lack of arguments, all the students initially thought that the writer's statement was true and, therefore, the graffiti writers used paints mixed with acids of whichever type. Their arguments were presented using unfounded assumptions that they considered to be evidence: 'I think that he or she has obtained information from the clean-up squad'.

In contrast, the text in *Swimsuit activity* contained sentences such as ('the new swimsuit helps you to float' or 'it is of more benefit to larger people') which, although they were arguments given by a swimmer, had a scientific basis. The text also said that the swimsuit was made of neoprene and, given this information, it could be inferred that the material had other properties that helped reduce friction. It should be noted that the only proof given in the text was the large number of records that had recently been beaten. We saw that the students who had assimilated the scientific basis ('if friction is reduced, speed increases') were able to detect information in the text that confirmed their idea and provide arguments, even though they had problems making a distinction between data, opinions, scientific arguments or evidence (Table 2). 'The swimsuit helps you to float, it is elastic and helps you gain speed in the water. I think that they are valid from a scientific standpoint because that is what people who have tried the swimsuit say' (level 3).

Based on knowing that the material was neoprene, some students talked about how it was slippery and that the way it compressed the body smoothed out any irregularities in the swimmer's skin. Some students concentrated on floatability to argue the increase in speed. Other students mentioned the improved floatability as a cause for the increase in speed but did not know how to argue this and possibly the fact that they were unsure of the scientific idea could have led them to identify floatability as a relevant issue since it is one of the few scientific terms in the text. Some students justified that the Speedo swimsuit helped improve speed by arguing that the number of Olympic records had increased and, therefore, it could be said that they were able to identify a piece of evidence in the text.

Conclusions and Implications

The use of critical reading activities in the classroom improves the ability to read critically (Figure 2, category 6). We believe that it is not sufficient merely to read texts in the classroom and then ask questions about their contents, but students also have to be helped to understand, assess and reflect on the contents of the texts in a critical manner and also to recognise that science journalism is a distinct genre. We think that the fact that the majority of the activity was carried out in groups could have contributed to a better analysis of and reflection on the tasks involved. There are numerous studies that show that students learn more effectively when there is active participation in the activity through discussion, dialogue and interaction (Alexander, 2008; Chi, 2009; Mercer & Littleton, 2007).

The students' answers show that it is not easy to apply critical thinking to the analysis of texts. According to Phillips and Norris (1999), most students accept at first sight the information contained in the text and implicitly trust the writers. We identified that there are aspects of critical thinking where students have greater difficulties: identifying the writer's purpose and looking for evidence in a text. We believe that by working on different critical reading activities with texts from various sources (internet, newspapers, magazines, etc.), students can develop this skill and learn to read between the lines. We have also observed the difficulty experienced by some students

in connecting science at school with the science that they read about in the press as in most articles no evidence is provided and the scientific theoretical model on which an article may be based is not identified. This makes it difficult for students to pinpoint scientific evidence in the text. Therefore, before reading the text, it is important to work on the differences between data, opinion, scientific arguments and evidence, bearing in mind what each one means and thinking about how each one is obtained (Roberts & Gott, 2006). Making a distinction between these concepts can help students to read more thoroughly and analyse the information better.

We agree with various authors that what has the most effect on improving students' critical thinking is what the teachers think teaching and learning science means (Zohar & Schwartz, 2005). It is a fact that teachers have not been trained in critical thinking and usually complain of the lack of time and resources to make it a part of class activities (Barnes, 2005). In this study, we put forward a proposal for working critically with newspaper articles but we think that without a belief in the importance of class discussion (Márquez & Prat, 2005; Paul, 1992; Ten Dam & Volman, 2004) on the interpretation of facts with a scientific basis it is difficult for students to develop critical thinking. Authors such as Osborne (2010) and Hayes and Devitt (2008) take the view that collaborative discourse between students represents the ideal means to help students improve the quality of their thinking, always taking into account that discussions need to be regulated and guided by the teacher.

We also detected significant differences in some categories depending on the activities involved, specifically in category 4 (formulate a scientific question or an experiment) and in category 5 (identify data, evidence and scientific arguments in the text). In relation to category 4, the students had more difficulties formulating a scientific question relating to a subject than in designing a scientific experiment to verify specific information in the text, although some students also had problems with the control of variables. We think that more emphasis needs to be placed on formulating scientific questions in science classes (an area that is assessed in the PISA programme) (Organisation for Economic Cooperation and Development/Programme for International Student Assessment [OECD/PISA], 2006), while helping students to think of all the variables to be taken into account, and encouraging them to reflect more on the conclusions of experiments in the lab and whether the conclusions comply with the objectives.

As for category 5, if the text does not contain scientific arguments, data or evidence to support the information, the students make unfounded assumptions and consider them as such, since they are convinced that information always has a basis. This shows that there is a need to read texts from different sources (newspapers, science magazines, the internet, etc.) and work on identifying the data, evidence and scientific arguments they contain since this is what students will be reading throughout their lives.

Lastly, we would like to point out that the activities designed on the basis of the 'Elements of science critical reading' (Table 1) proved to be very useful, both in helping students to read critically and in motivating them to do so. Although this research did not include element of science critical reading number 7, 'Implications and consequence', we consider it essential to introduce it as another element.

The scale based on the performance indicators of Paul and Elder (2005) (Table 2) was very useful for detecting where students' difficulties with critical reading lie. If we want to help students to be critical we have to think of the difficulties they may have and use them as a basis to work on. The various levels identified are a useful tool for describing the steps to be followed by students to reach the maximum level for each indicator, thereby developing their ability to read science critically. In this regard, we would encourage teachers to work on critical reading activities and use Table 2 to identify the difficulties and successes of their students and use this as a basis for helping students progress to higher levels.

We can conclude that the critical reading activities analysed helped to connect different concepts studied in science classes and apply them to the analysis of a real-life problem. We think it important to do this in the context of science classes aimed at teaching specific theoretical models as through a specific discipline teachers can provide the means for incorporating school science into daily life while encouraging critical thinking (Brown, 1997; Kennedy et al., 1991). After carrying out the activities, the students asked to do more of them which means we can say that they encouraged an interest in reading current texts and analysing them critically. This suggests that students find this type of activity motivating (Nolen, 2003).

Lastly, it is important to state that the objectives associated with critical reading cannot be achieved in a single activity and, therefore, they must be included regularly throughout the students' school career.

Acknowledgements

Based on work supported by Spanish MCYT grant EDU-2009-13890-C02-02) and Catalan PRI 2009SGR1543. The authors thank the teachers and students involved in the research.

Note

1. <http://grupsderecerca.uab.cat/liec/content/use-newspaper-articles-tool-develop-critical-thinking-science-classes-bego%C3%B1-oliveras> (The articles may be found at the above link).

References

- Alexander, R.J. (2008). *Towards dialogic teaching: Rethinking classroom talk*. York: Dialogos.
- Baker, L., & Brown, A.L. (1984). Metacognitive skills and reading. In P.D. Pearson (Ed.), *Handbook of reading research* (pp. 353–394). New York: Longman.
- Barnes, A. (2005). Critical thinking revisited: Its past, present, and future. *New Directions for Community Colleges*, 130, 5–13.
- Bartz, W.R. (2002). Teaching skepticism via the CRITIC acronym and the skeptical inquirer. *The Skeptical Inquirer*, 26(5), 42–44.
- Brown, A. (1997). Transforming schools into communities of thinking and learning about serious matters. *American Psychologist*, 52, 399–413.

- Chi, M.T.H. (2009). Active–constructive–interactive: A conceptual framework for differentiating learning activities. *Topics in Cognitive Science*, 1, 73–105.
- Dansereau, D. (1987). Transfer from cooperative to individual studying. *Journal of Reading*, 30(7), 614–619.
- Dreyfus, A., & Jungwirth, E. (1980). A comparison of the ‘Prompting Effect’ of out-of-school with that of in-school contexts on certain aspects of critical thinking. *European Journal of Science Education*, 2(3), 301–310.
- Duschl, R. (1990). *Restructuring science education: The importance of theories and their development*. New York: Teachers College Press.
- Ennis, R.H. (1996). *Critical thinking*. New York: Prentice Hall.
- Hager, P., Sleet, R.J., Logan, P., & Hooper, M. (2003). Teaching critical thinking in undergraduate science courses. *Science & Education*, 12, 303–313.
- Halkia, Kr., & Mantzouridis, D. (2005). Students’ views and attitudes towards the communication code used in press articles about science. *International Journal of Science Education*, 27(12), 1395–1411.
- Hayes, K.D., & Devitt, A.A. (2008). Classroom discussions with student-led feedback: A useful activity to enhance development of critical thinking skills. *Journal of Science Education Research*, 7, 65–68.
- Izquierdo, M. (2004). Un nuevo enfoque de la Enseñanza de la química: contextualizar y modelizar [A new approach of chemistry education: contextualization and modeling]. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 92(4/6), 115–136.
- Jarman, R., & McClune, B. (2002). A survey of the use of newspapers in science instruction by secondary teachers in Northern Ireland. *International Journal of Science Education*, 24(10), 997–1020.
- Jarman, R., & McClune, B. (2007). *Developing scientific literacy: Using news media in the classroom*. Maidenhead, UK: McGraw-Hill Education.
- Jarman, R., & McClune, B. (2010). Developing students’ ability to engage critically with science in the news: Identifying elements of the ‘media awareness’ dimension. *Curriculum Journal*, 21(1), 47–64.
- Kennedy, M., Fisher, M.B., & Ennis, R.H. (1991). Critical thinking: Literature review and hended research. In L. Idol & B. Fly Jones (Eds.), *Educational values and cognitive instruction: Implications for reform* (pp. 11–40). New York: Hillsdale.
- Korpan, C.A., Bisanz, G.L., Bisanz, J., & Henderson, J.M. (1997). Assessing literacy in science: Evaluation of scientific news briefs. *Science Education*, 81, 515–532.
- Márquez, C., & Prat, A. (2005). Leer en clase de ciencias [Reading in the science classroom]. *Enseñanza de las Ciencias [Education of the Science]*, 23(3), 431–440.
- Martins, I., Mortimer, E., Osborne, J., Tsatarelis, Ch., & Jimenez-Aleixandre, P. (2001). Rethorics and science education. In H. Behrendt, H. Dahncke, R. Duit, W. Gräber, M. Komorek, A. Kross, & P. Reiska (Eds.), *Research in science education, past, present and future* (pp. 189–198). Netherlands: Kluwer Academic.
- McClune, B., & Jarman, R. (2010). Critical reading science-based news reports: Establishing a knowledge, skills and attitudes framework. *International Journal of Science Education*, 32(6), 727–752.
- Mercer, N., & Littleton, K. (2007). *Dialogue and the development of children’s thinking: A sociocultural approach*. London: Routledge.
- Millar, R. (2006). Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499–1521.
- Nolen, S.B. (2003). Learning environment, motivation, and achievement in high school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(4), 347–442.

- Norris, S.P., & Phillips, L.M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224–240.
- Norris, S.P., Phillips, L.M., & Korpan, C.A. (2003). University students' interpretation of media reports of science and its relationship to background knowledge, interest, and reading difficulty. *Public Understanding of Science*, 12(2), 123–145.
- Oliveras, B., & Sanmartí, N. (2009). La lectura como medio para desarrollar el pensamiento crítico [Reading as a means to develop critical thinking]. *Educación Química [Chemistry Education]*, 20(1), 233–245.
- Olson, D.R. (1994). *The world on paper*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Organisation for Economic Cooperation and Development/Programme for International Student Assessment. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework*. Paris: OECD Publishing Service.
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328, 463–466.
- Osborne, J.F., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argument in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020.
- Paul, R. (1992). *Critical thinking: What every person needs to survive in a rapidly changing world* (2nd revised ed.). Santa Rosa, CA: Foundation for Critical Thinking.
- Paul, R., & Elder, L. (2005). *A guide for educators to critical thinking competency standards*. Foundation for critical thinking. Retrieved May 20, 2010 from http://www.criticalthinking.org/TGS_files/SAM-CT_competencies_2005.pdf.
- Paul, R., & Elder, L. (2006). *The miniature guide to critical thinking concepts and tools*. Foundation for critical thinking. Retrieved May 20, 2010 from http://www.criticalthinking.org/files/Concepts_Tools.pdf.
- Phillips, L.M., & Norris, S.P. (1999). Interpreting popular reports of science: What happens when the reader's world meets the world on paper? *International Journal of Science Education*, 21(3), 317–327.
- Pithers, R.T., & Soden, R. (2000). Critical thinking in education: A review. *Educational Research*, 42(3), 237–249.
- Ratcliffe, M. (1999). Evaluation of abilities in interpreting media reports of scientific research. *International Journal of Science Education*, 21(10), 1085–1099.
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issue*. Philadelphia: Open University Press.
- Roberts, R., & Gott, R. (2006). The role of evidence in the new KS4 National Curriculum for England and the AQA specifications. *School Science Review*, 87, 29–39.
- Scott, P., Mortimer, E., & Aguiar, O. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, 90, 605–631.
- Ten Dam, G., & Volman, M. (2004). Critical thinking as a citizenship competence: Teaching strategies. *Learning & Instruction*, 14(4), 359–379.
- Wellington, J. (1991). Newspaper science, school science: Friends or enemies? *International Journal of Science Education*, 13(4), 363–372.
- Yore, L.D., Craig, M.T., & Maguire, T.O. (1998). Index of science reading awareness: An interactive constructive model, text verification, and grades 4–8 results. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 27–51.
- Zohar, A., & Schwartz, N. (2005). Assessing teachers' pedagogical knowledge in the context of teaching higher-order thinking. *International Journal of Science Education*, 27(13), 1595–1620.
- Zoller, U., Ben-Chaim, D., & Ron, S. (2000). The disposition toward critical thinking of high school and university science students: An inter-intra Israeli-Italian study. *International Journal of Science Education*, 22(6), 571–582.

7. Publicació 3

L'article publicat a la revista *Research in Science Education* «Students' Attitudes to Information in the Press: Critical Reading of a Newspaper Article With Scientific Content» analitza quines idees científiques i dades utilitzen els alumnes en la seva argumentació a partir d'un problema plantejat en una notícia de premsa, i si hi ha diferències en funció del coneixement de ciència i de l'edat dels alumnes.

Students' Attitudes to Information in the Press: Critical Reading of a Newspaper Article With Scientific Content

B. Oliveras · C. Márquez · N. Sanmartí

© Springer Science+Business Media Dordrecht 2014

Abstract This research analyses what happens when a critical reading activity based on a press article dealing with an energy-related problem is implemented with two groups of students of 13–14 years old and 16–17 years old in the same school (a total of 117 students). Specifically, the research analyses the students' profiles from the standpoint of their attitudes to the information given in the news story and the use they make of it when writing an argumentative text. It also analyses the difficulties the students have when it comes to applying their knowledge about energy in a real-life context. Lastly, some strategies are suggested for helping students to critically analyse the scientific content of a newspaper article. Three reader profiles were identified (the credulous reader, the ideological reader and the critical reader). No significant differences were found in reading profiles in terms of age or scientific knowledge. The findings show that the activity helped to link science learning in school with facts relating to an actual context, particularly in the case of students with more science knowledge.

Keywords Contextualisation · Energy · Argumentation · Critical reading · Newspaper

Introduction

One of the aims of science teaching at school is to help produce independent people who are capable of analysing information critically and applying the knowledge they have acquired in a diverse range of situations. Students have difficulties analysing and understanding texts with scientific content although they would seem to have the necessary scientific knowledge to understand them (McClune and Jarman 2011). Probably, our greatest challenge as educators is to ensure that students are able to transfer the knowledge learnt in the classroom to the analysis of situations that arise in a variety of contexts. Press articles can help students to connect their knowledge (school knowledge) to everyday situations (Oliveras et al. 2013). The ability to analyse and respond critically to the ideas expressed in newspaper articles with scientific content is a significant characteristic of scientific literacy (Korpan et al. 1997; Wellington 1991), and therefore, it is vital to help students to read and interpret this type of text. Scientific literacy means not just understanding what texts with scientific context are saying but also

B. Oliveras (✉) · C. Márquez · N. Sanmartí
Department of Science and Mathematics Education, University Autònoma of Barcelona, Bellaterra,
Barcelona, Spain
e-mail: bolivera@xtec.cat

adopting a critical stance towards such texts. Reading means understanding, interpreting, analysing and criticising texts. This is the fundamental meaning of literacy (Norris and Phillips 2003).

The written press is the main source of scientific information for most adults (Jarman and McClune 2002; Korpan et al. 1997), and the opinions and actions presented in these media are often based on scientific knowledge that the reader must know how to analyse critically. There has been a variety of research work on teaching and learning science from newspapers (Halkia and Mantzouridis 2005; Korpan et al. 1997; Norris and Phillips 2003; Phillips and Norris 1999; Ratcliffe 1999; Ratcliffe and Grace 2003). McClune and Jarman (2010) identified five essential elements necessary to respond critically to science in the press (knowledge of science; knowledge of writing and language; knowledge about news, newspapers and journalism; skills; and attitudes).

We consider that the critical reading and analysis of a press article with scientific content is an activity that needs to be worked on at school. In a previous research study, we analysed the difficulties experienced by secondary school students when reading a newspaper article critically and designed an instrument to help students develop their capacity to analyse articles with scientific content critically (Oliveras et al. 2013). The research presented in this article focuses on identifying the various critical reading profiles for this type of article and also attempts to analyse students' difficulties when it comes to applying their knowledge of energy in a real-life context. The research was carried out with students beginning the study of energy at 13–14 years old and students who had worked on this subject for one or two school years (16–17 years of age) but who were studying different specialities, either the humanities or sciences option.

Theoretical Framework

Critical Reading of Press Articles With Scientific Content

We consider reading to be an active process of constructing meaning based on the text. The meaning of the text is reconstructed by the reader based on his or her own references. According to Norris and Phillips (1987), when the reader's world, meaning the ideas that the reader has before reading the text, and the paper world (Olson 1994), defined as the understanding of the world given in the text, meet, readers can adopt various epistemological positions with respect to the text by:

1. adopting a dominant position, enabling their previous ideas to affect the information in the text,
2. enabling the text to have an impact on their previous ideas and make interpretations against them, or
3. adopting a critical stance to begin an interactive negotiation between the text and their beliefs or opinions in order to reach an interpretation that is as consistent and complete as possible.

McClune and Jarman (2011) identified certain indicators to analyse students' critical reading level. According to these authors, 'students who have a higher critical reading ability are able to evaluate new information by comparing it to what they already know and to information from other sources and, at the same time, able to give reasons why they agree, disagree or would seek more evidence' (p. 698). We will adopt this idea of the critical reader in

this research work. Therefore, we consider that in order to achieve critical reading, it is not sufficient for readers to compare their own ideas with those of the text (Norris and Phillips 1987), but they must also be able to compare the information in the text with other sources (McClune and Jarman 2011). Students will need to identify the relevant data and arguments given in the article to then be able to analyse their credibility by comparing them with other sources.

In addition, critical reading depends on the reader's previous knowledge and requires the reader to contextualise and infer the author's intentions and actively construct new knowledge (Yore et al. 1998). To read a science-related press article critically, students must have background knowledge of the science topic to which the article refers, and be able to activate and apply it in a real-life context. By focusing our research on identifying various reading profiles with respect to a press article, we analysed which relevant information in the text the students identified in order to analyse the news story, which knowledge on energy they activated and what position they adopted based on this information and its comparison with other sources. The final argumentative text which the students wrote enabled us to identify the different positions taken.

Difficulties With Applying Knowledge of Energy Learnt in the Classroom to a Real Problem

There is a general agreement among science teachers on the importance of choosing the teaching of energy as a focus of interest in the science curriculum, since this is a central idea which provides an important key to our understanding of the way things happen in the physical, biological and technological world (Duit 1986; Hinrichs and Kleinbach 2002; Papadouris et al. 2008). Furthermore, energy issues have personal, social and environmental implications that may help to enhance students' interest in learning. Understanding these implications is necessary in order to make informed decisions concerning the current situation of planetary emergency (Bybee 1991). However, we need to ask ourselves which ideas of energy we need to help students to construct so that they can make informed decisions.

Various approaches to the concept of energy have been used in the school context, ranging from the classic definition as the ability of a body or system to perform work (Warren 1983) to defining energy as a quasi-material substance that participates in the processes that happen around us (Duit 1987; Millar 2005; Schmid 1982). Like Duit (1986), we think that the construction of an appropriate idea of energy means taking into consideration three characteristics: conservation, transfer and degradation. On the other hand, students attribute energy to specific bodies and not to the system formed by objects that interact, and therefore it is important to present energy as distributed between objects of a system rather than simply located with certain individual objects (Domenech et al. 2007; Kaper and Goedhart 2002; Millar 2000).

There is a considerable consensus that in the classroom, the point is not to start talking about energy, trying to define it (Jiménez-Aleixandre and Gallástegui-Otero 1995; Sexl 1981; Trumper 1991), but rather to identify the changes in a system and explain them as the result of interactions (Papadouris et al. 2008; Pintó et al. 2005). The idea of energy can be introduced later, together with the search for links between the various changes and attempts to quantify them. A comprehensive approach to the concept requires applying this knowledge in a variety of situations where changes are identified, placing particular emphasis on relationships between science, technology, society and the environment. It means demonstrating the close link between problems with energy (its role in our lives, problems associated with obtaining and using energy resources) and the current planetary emergency, and the need to be prepared to take decisions in this regard. Therefore, it is important to design curricular material which

explores energy in different contexts in order to be able to apply the key ideas of conservation, transfer and degradation.

The principle of the conservation of energy is quite different to students' everyday perception. They see how energy is constantly 'spent' around them (Chisholm et al. 1992). Therefore, teaching energy cannot just be restricted to discussing conservation but must also give equal importance to the idea of the degradation of energy to avoid this gap between students' everyday perceptions and the model of energy we would like them to construct. Energy is only conserved in isolated systems, and most of the systems in our surroundings (even in the physics laboratory) are open systems, and there are constant transfers of energy into the environment.

In general, a good command of knowledge involves the ability to use it to interpret a range of situations and to transfer it (Gilbert et al. 2011). Therefore, we agree with Nordine et al. (2011) that the teaching of energy must be based on daily objects and phenomena and must be considered in a qualitative manner. The objective is to ensure that students can learn about the concept of energy in a meaningful way that enables them to analyse and interpret real-life problems. However, real problems are complex, and their analysis from a scientific standpoint involves activating various types of knowledge, using and analysing evidence, constructing reasons and taking decisions (Jiménez-Aleixandre and Gallástegui-Otero 1995). In this research study, students were asked to approach the critical analysis of the content of a press article on a real social and environmental problem relating to energy, a complex problem where making decisions would require taking into account different knowledge about the sources, transfer and degradation of energy.

Argumentation, Scientific Data and Ideas

Argumentation aids scientific literacy (Driver et al. 2000; Duschl and Osborne 2002; Erduran et al. 2004). Current research indicates that when students engage in argumentation activities, they can develop complex reasoning and critical thinking skills (Lawson 2003; Sadler 2004), as they understand how knowledge is generated and validated in science (Driver et al. 2000; Osborne et al. 2004), and improve their communication skills (Kuhn and Udell 2003).

We can define argumentation from two points of view: an individual or structural meaning as well as a social or dialogic meaning (Jimenez-Aleixandre and Erduran 2008). In terms of the structural meaning, many science educators adapt Toulmin's (1958) model of argumentation in that a claim or explanation is justified using various supports such as evidence, logic, warrants and reasoning (McNeill and Krajcik 2008; Sampson and Clark 2008). The claim is the statement that answers the original question or problem. The evidence is a piece of scientific data that backs up the claim, which can consist of either quantitative or qualitative measurements that are used to answer a question, solve a problem or make a decision (Aikenhead 2005). Reasoning is a justification that connects the evidence to the claim and shows how or why the data count as evidence by using appropriate and sufficient scientific principles. Argument justifies a claim using either evidence or reasoning (McNeill 2011). A second aspect of argumentation focuses on a social meaning in which there is dispute or debate among individuals. From this point of view, arguing is seen as a social activity in which an individual tries to convince others either through talk or writing about the validity of a particular assertion (Sampson and Clark 2008).

Many studies suggest that students have difficulties with argumentation, particularly when it comes to evaluating assertions (Driver et al. 2000), identifying evidence (Clark and Slotta 2000; Kuhn 1991; Osborne et al. 2004; Yang 2004), justifying assertions with evidence and evaluating arguments (Sadler 2004). These difficulties become more acute when students are

asked to construct arguments on the basis of press articles. The texts we can give students to read from newspapers are characterised by the fact that the theoretical model of reference used to interpret the facts they discuss is very implicit (Martins et al. 2001; Norris and Phillips 2003), and this means that students have to infer the arguments from the text. Therefore, for students to read newspaper articles with scientific content, science curricula used in schools must provide sufficient knowledge and be meaningful (Millar and Osborne 1998). The point is not so much to transmit a large amount of information but rather to encourage the construction of theoretical, general or abstract models that have the potential to be used to interpret very diverse facts and analyse topics that do not form part of the hard core of science (Duschl 1990).

Most of the studies on argumentation have been performed on the basis of school or academic events, but an increasing number deal with reasoning in areas of daily life (for example, Jiménez-Aleixandre et al. 2000; McNeill 2011; Osborne et al. 2004; Simmoneaux 2001; Yang 2004; Yang and Anderson 2003; Zohar and Nemet 2002). In one of these studies (Yang 2004), it was shown that the students had difficulty incorporating theory and evidence when it came to evaluating socio-scientific issues. According to Yang, students' reasons were based on their epistemological beliefs and personal opinions. In real-life contexts, even adults are insufficiently skilled at giving scientific arguments in relation to social issues (Kortland 1996; Kuhn 1991; Ratcliffe 1996), and both adults and children have difficulties relating evidence (data) and theory (claims), which is essential to creating a valid argument (Kuhn 1991). Yang and Anderson (2003) showed that high school students' use of scientific information in reasoning was often judged to be simple and could be easily affected by emotional factors that tinged the evaluation of the evidence. Therefore, a difficulty in transferring critical thinking skills when analysing of socio-scientific issues was identified and, as a result, students need to be supported to identify scientific justifications. To achieve this, classroom activities need to be designed in meaningful contexts (Yang 2004), and students need to understand the structure of an argument and have the necessary scientific concepts (McNeill and Krajcik 2008).

We believe that to construct robust arguments about real problems, students need to be able to identify and interpret all the evidence, as different assertions may be possible depending on the interpretation of the evidence (Osborne et al. 2004). Teachers need to create situations in which the students need to use data as evidence to solve a problem. Developing the skill and ability to argue effectively is a long-term process that comes only with recurrent opportunities to engage in argumentation throughout the curriculum. The main message is that all of these studies, including our own, show that improvement at argumentation is possible if it is explicitly addressed and taught (Osborne et al. 2004; Zoller et al. 2000).

Credibility of Data

Evaluating media reports requires the ability to assess whether the evidence is valid and reliable, to distinguish correlations from causes and observations from inferences, and to assess the degree of risk (Millar and Osborne 1998; Monk and Osborne 1997). According to Gott et al. (1999), a datum must have a known (or estimated) reliability and validity before it can be used in evidence. Some questions that could help students perform this datum analysis could be: Has the value of the appropriate variable been measured? Has the parameter been sampled so that the datum represents the population? Does the datum have sufficient precision?

The credibility of different sources of information can be defined as the consideration of the grounds for confidence through the use of interrogatory tools, such as the critical asking of 'reports about the origin of evidence, whether the evidence is simply correlational or whether

there is a plausible theoretical mechanism, whether the results are reproducible, whether they are contested or about the authority of the scientific source' (Driver et al. 2000, p. 301). Students' difficulty with assessing the credibility of evidence is well documented in the related literature (Dawson & Venville 2009; Nicolaidou et al. 2011; Reiser 2004; Sandoval and Millwood 2005). Students are known to objectivise evidence, seeing data as factual rather than constructed and open to interpretation (Lemke 1990; Sandoval and Çam 2011), and when constructing their own explanations, students seem to take for granted the meaning of data and routinely fail to explain the relation of the data to the claims (McNeill et al. 2008; Sandoval and Millwood 2005). Research has shown that one of the important reasons students faced difficulties in evaluating the credibility of evidence was that they lacked the criteria needed to be able to evaluate evidence (Wu and Hsieh 2006). Students need to understand the way evidence is used in science to validate knowledge claims, because so many of the situations in which citizens interact with science involve judgments about evidence (Gott and Duggan 1996).

Not many studies have been done on how to help students improve their analysis of the credibility of evidence. A study performed by Nicolaidou et al. (2011) used an instructional framework to support students' assessment of the credibility of evidence. According to these authors, in order to help students assess the credibility of evidence, there must be a good learning context. This context must be relevant to the students' lives, it must produce socio-scientific dilemmas, contain complex tasks in meaningful ways and make students need to assess the evidence, while working in a group, and provide opportunities for public discussions of the final decisions. But most importantly, students must compare different types of sources (data, reports, opinions, interviews) of various credibility levels, reflect on who the author of the evidence is, the author's background and what was the source of funding for producing each piece of evidence (Nicolaidou et al. 2011; Oliveras et al. 2013). The teacher and textbooks are the most important sources of information to which students have access, and they are used to being taught to accept the information from these sources without questioning them (Clark and Slotta 2000). However, increasingly, the Internet is now being used as a source of information (Butler 1995; Clark and Slotta 2000) and, therefore, students need to learn to check the data they find on this medium as it is the source they will use most in their lives outside school.

Students react in the same way as adults to sources of information. For some students, a source may be more credible if the source is only slightly more informed than the student. Students might prefer lower credibility sources closer to their own level (Clark and Slotta 2000). Another factor influencing students assessing the credibility of evidence is images. Relevant illustrations aid learning from text, and illustrations may help poor readers more than good readers. Images help students in various ways, evoking prior domain knowledge and establishing a preliminary mental model of the situation (Clark 2000). Students often choose to take one position or another completely at random and, therefore, it is very important to teach them the skills required to critique and analyse information sources in a reasoned manner (Linn 2000).

Schools certainly spend very little time on analysing and interpreting data but, on the other hand, in the curriculum, students are explicitly or implicitly expected to handle data and not raise concerns over the credibility of the evidence (Driver et al. 2000). The school science curriculum should include practice in questioning and manipulating different sorts of real data in a variety of ways (Tytler et al. 2001). There is no question that the assessment of the credibility of data requires explicit development of skills that help students to critically analyse data and evidence (Nicolaidou et al. 2011).

Objectives of the Research

1. To analyse which scientific ideas students use in their arguments and identify whether there are any differences according to their knowledge of science and age.
2. To analyse which data students use in their arguments and identify whether there are any differences according to their knowledge of science and age.
3. To identify various profiles of press article readers and detect whether there are any differences according to the students' scientific knowledge and age.

Project Description

Selection of the Article

The first stage of the research consisted of selecting a newspaper text¹ with scientific content. The article dealt with a study performed by Harvard University that showed that Google contributed to global warming. According to the author of the news article, Google's searches are of such a high quality because it uses several databases situated in different countries at the same time. As these powerful servers need a considerable amount of energy to function and cool down, they contribute to CO₂ emissions into the atmosphere to a greater extent than its competitors' servers. The article provided a lot of quantitative and qualitative data to back up the information. The article also contained the arguments put forward by Google to defend itself. The article did not at any point argue how Google contributed to the emission of CO₂ into the atmosphere.

The article was chosen because it dealt implicitly with many aspects discussed in the classroom on the concept of energy and also enabled students to perform a critical analysis. When this news story was published, it created a great deal of controversy, and contradictory information and data also appeared in various media, particularly on the Internet. This news story had previously appeared in 'The Times' newspaper although the same paper had subsequently corrected the story, stating that the assertions it contained had been interpreted incorrectly. As the information given in the text was the subject of much debate, the idea was for the students to check the information against other sources so that they could question it and be able to adopt a position on it. Another aim was to analyse whether the students with the most scientific knowledge (students of between 16 and 17 years old taking the science option) were best able to detect the key ideas on energy that appeared in the article and also conduct a better critical analysis of the information.

Subject Selection

The research was carried out at a secondary school in Catalonia (Spain). The school is in Barcelona and its students are from a medium to high sociocultural level. A total of 117 students aged 13–14 and 16–17 years old took part. The students came from four different classes: two classes of 13–14-year-olds (61 students), a class of 30 16–17-year-olds taking the humanities option and 26 16–17-year-olds taking the science option (a total of 56 16–17-year-olds). The 16–17-year-old students were in post-compulsory secondary education, and this

¹ <http://grupsderecerca.uab.cat/liec/content/does-google-cause-pollution>

was the first year they had chosen to follow a science or humanities study option. The four classes were taught by four different teachers. These ages were chosen because the topic of energy is dealt with for the first time in the curriculum at 13–14 years old and for the last time at 16–17 years old for students who choose the science option (26 students in our case). The activity was carried out in science class in the case of the 13–14-year-olds and as part of a science course within the core curriculum for all students in the case of the 16–17-year-olds. This course covers the study of current scientific problems or events with an emphasis on argumentation and is basically a course that imparts scientific information.

A meeting was held with the teachers of the classes involved in the research to present the proposal for the work. It should be noted that this type of activity had never been conducted in any of the classes and, therefore, it was something new for the teachers and students involved. The methodology to be applied in the classes was discussed in depth, but there was no detailed discussion of the scientific content of the article or of the research objectives. The activity was to be undertaken in the same way as any other classroom activity in diverse cooperative groups of four students.

In particular, there was a discussion on the need to encourage cooperative reading to aid comprehension of the text, and different cooperative reading strategies were suggested. It was emphasised to the teachers that it was important to encourage communication between the students and teachers and that this communication should facilitate self-regulation with respect to difficulties that would arise. Each teacher subsequently applied the activity to his/her class and collected all the students' written work generated throughout the activity. This written work made up the data used to analyse the findings.

Activity Design

To help the students with critical reading, a critical reading activity was designed based on the proposal of Oliveras et al. (2013). The activities were designed taking into account the three phases of the reading process (before reading, during reading and after reading). In the first phase, *before reading*, the students' preliminary ideas on the key information in the lead paragraph and the scientific knowledge were activated. The questions proposed to activate these ideas were 'Read the title and look at the picture. What do you think the news story is about? Which newspaper was it published in? Who wrote it?' The students were then given two questions to activate their scientific knowledge before reading the article: 'Write the content that you think you need to know in order to understand this news story. Does it have anything to do with what you have studied and with your knowledge?' Lastly, they answered the question in the title: 'Does Google cause contamination?' in accordance with their initial point of view.

In the second phase (*during reading*), the aim was to emphasise the regulation of the reading process based on cooperative reading in small groups. After reading the article, the students answered a series of questions, first individually and then they compared what they had written with their classmates to reach a final joint written piece of work. The purpose of the questions was to help the students reflect on the content of the news story and analyse the various points of view and arguments given by both sides in the article, as well as the data and evidence provided (Fig. 1).

The students then had to do some research on the Internet and were asked to check the information given in the text against other sources of information and select the most reliable source on the basis of certain criteria of credibility discussed earlier (Fig. 2). Once they had

Question to answer based on the reading	1st. individual piece of writing	2nd. piece of writing after comparing with classmates in the group
a. What is the first claim made in the article? What did the person say?		
b. What is the main argument given in the article to back up this initial claim?		
c. What data or evidence is given in the article to support the argument?		
d. Which arguments are given by Google to counter those given by Harvard University?		
e. What data or evidence is given by Google to support its arguments?		
f. What conclusion is reached in the article?		

Fig. 1 Questions designed for students to think about the content of the news story and analyse the various points of view and arguments

finished this part, they then pooled their work. They discussed the new information they had found on the Internet and compared it with the data given in the article.

The third phase, *after reading*, required the students to assess the scientific basis for the news stories and draw up a text arguing their viewpoint. Before writing the final discussion text, the students discussed the issues raised in the text, first in small groups and then with the whole class. They wrote their texts individually, answering the initial question posed in the article (Does Google cause pollution?). To help them write the text, they could follow the guidelines proposed. They wrote the text-based guidelines encouraging them to consider

- Look on the internet for information on two different websites on how many grams of CO₂ are emitted in each Google search to confirm or refute the data given in the article. Also make a note of any other arguments you find.

a. To do the research think of the key words to write down to do the search. Write them here first.

b. Results of the search:

Sources	mg or g of CO ₂
Harvard University (La Vanguardia article)	7 mg
Google/(La Vanguardia article)	
Website: www.	
Website: www.	

c. Who says so? Write down the name(s) of the author(s) of the websites.

d. Which of the information is more credible? What helps you to decide?

e. Find other arguments on the internet (for or against Google's statements):

a)

b)

- Once you have found out the arguments given by Harvard University, Google or others, who do you think provides the most convincing evidence or proof? What is it?

- Do you think the author of the article supports one opinion over another? What evidence can you find in the text about what the author's opinion is?

- Realistically, what would we have to take into account to save energy when we search for information on the internet? And when we use computers?

Fig. 2 Internet research to verify the data given in the article

their idea, formulate reasons supporting it and think of possible arguments against their idea and the evidence they could use to convince others (Osborne et al. 2004).

The activity was carried out over 5 days and took 5 h of class time.

Data Analysis

To analyze the data gathered in this study, three categories were defined. Category 1 analysed the scientific ideas that students used in their arguments. Category 2 analysed which relevant data the students selected in their final argumentative text. Category 3 analysed the profiles of press article readers. We assigned each category various levels. The levels were designed on the basis of the students' answers and were validated by two teachers with considerable professional experience.

To define the levels of category 1, 'identification of the main scientific ideas', we looked at whether the students connected their scientific ideas with the statements they had read in the news story. We took the lowest level (1) to correspond to students who only remarked that Google used energy without being more specific. We took the highest level of description to relate to students who made the connection between energy and CO₂ emissions (a connection that did not come up in the article).

To define the levels of the category 2, 'use of data from the text and other sources', we took as the basis the information that the students wrote in the final argumentative text. We believe that in order to evaluate media, students need to have the skills to select the evidence and then judge the credibility of sources. We took the lowest level (1) to correspond to students who did not use any information or data (either qualitative or quantitative) to make their arguments and the highest level to be students who knew how to identify all the relevant data, both in the text and on the Internet and to express it in the correct units.

In relation to category 3, 'to identify various profiles of press article readers', to define the types of critical reading profiles, we used as a basis the proposal of Norris and Phillips (1987) in relation to the different stances taken by readers with respect to a text and the definition given by McClune and Jarman (2011) of a critical reader. Three reader profiles were identified:

- 1 The credulous reader. Students who do not read critically and who validate the information based on whether a great deal of numerical data is included or copy sentences from the text without justifying or analysing them. They do not activate their ideas on science. They only focus on the information given in the newspaper article. They validate the information on the basis of whether the text includes a great deal of numerical data or of the prestige of Harvard University.
- 2 The ideological reader. Students who, despite finding different numerical data, take an initial ideological stance (ecologists, defenders of new technologies) and justify their arguments on that basis. These students adhere to their original position, some argue the benefits of new technologies although they may have side effects, and others, on the other hand, just concentrate on the possible effects on the environment.
- 3 The critical reader. Students who compare between the data, evidence or information given in the text, the information found on the Internet and their own scientific knowledge to reach a conclusion that takes into account various viewpoints. We consider students who carry out this process to be critical readers.

To assess the students' answers, the argumentative texts written by the students in the before-reading phase (first day) and in the after-reading phase (fifth day) were analysed.

Results and Discussion

The results of the research have been organised into sections in accordance with the objectives:

Results in relation to objective 1: analyse which scientific ideas the students used in their arguments and detect whether there are any differences depending on the students’ knowledge of science and age

The results of applying the levels of category 1 (see Table 1) to the analysis of the texts written in the before- and after-reading phases are shown as frequency distributions in Table 2. To evaluate the association between the class group (13–14-year-olds, 16–17-year-olds, humanities option; and 16–17-year-olds, science option) and levels of category 1, Pearson’s chi-square was used. This comparison was made before (pre) and after (post) reading the news story (see also Table 3).

Before reading (Table 2, column ‘pre’), identification of the main scientific ideas does not depend on what school year the students have reached or their scientific knowledge ($p=0.0586$). Therefore, we did not detect any significant differences between the 13- to 14-year-old students and the 16–17-year-olds, or the 16–17-year-old students studying science and the 16–17-year-olds studying humanities. In this before-reading phase, most of the

Table 1 Levels of category 1: ‘identification of the main scientific ideas’

Levels	Researcher interpretation	Representative statement
1	The student does not identify that it is a problem to do with energy or identifies the problem to do with energy without mentioning any scientific ideas.	<i>‘Yes because we use energy when we connect to the Internet’</i>
2	The student identifies some of the scientific ideas (sources of energy, transformation of energy, and transfer of energy in the form of heat or degradation of energy) but does not provide scientific justification of the relationship between CO ₂ and energy.	<i>‘I think that Google causes pollution through the Joule effect which is when electrical charges move, they create electricity because a part of the electricity is converted into heat’</i>
3	The student identifies some of the scientific ideas (sources of energy, transformation of energy, and transfer of energy in the form of heat or degradation of energy) and provides scientific justification of the relationship between CO ₂ and energy (emission of CO ₂ relating to the burning of fossil fuels...).	<i>‘Yes, because the equipment that makes it work uses energy and, depending on where the energy comes from, it causes more or less pollution when it is produced...’</i>
4	The student identifies all the scientific ideas (sources of energy, transformation of energy, and transfer of energy in the form of heat or degradation of energy) and provides scientific justification of the relationship between CO ₂ and energy.	<i>‘...they use energy obtained from power stations that need coal to heat water and make the water vapour to generate electricity. These processors also heat up and need to be cooled down, and energy is also needed to refrigerate them. Another important point that shows us that Google causes pollution is the speed of the searches it makes. A search is not just sent to one server but to thousands spread all over the world, and the first server to find the answer sends it to us. Therefore, it does not use just one but several servers for the same search and works quickly and effectively...’</i>

Table 2 Category 1: identification of the relevant scientific ideas used to construct arguments before ('pre') and after reading ('post') depending on the students' age and knowledge of science ($N=117$)

	Level 1		Level 2		Level 3		Level 4	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
13–14-year-olds	93.5	55.7	1.6	18	4.9	24.6	0	1.6
16–17-year-olds, humanities option	86.6	7.7	10	46.2	3.3	23.1	0	23.1
16–17-year-olds, science option	84.6	30	0	30	15.4	30	0	10

students were at the lower end of the scale. These students had difficulties activating their knowledge of science and did not realise that the article dealt with an energy problem. These students raised different kinds of arguments in order to justify the question. For instance, they used irrelevant arguments such as '*Google is necessary for looking for information you can't find in the encyclopaedia*', authority criterion like '*Google causes pollution because the studies done at Harvard showed that and they made a detailed study of the situation*', socialisation criterion such as '*Google can't create pollution because a lot of people use it*' or no link was made between energy and computer use: '*No, because Google is a search engine and is not a tangible thing and, therefore, an intangible thing can't create pollution*'. In level 2, students identified one of the relevant scientific ideas (the cooling of the servers), but they did not make a link between pollution and CO₂ emissions. Only a few students identified some of the relevant scientific ideas and justified, using a scientific basis, the link between CO₂ emissions and the burning of fossil fuels (level 3), and no students identified or made a scientific link between all the scientific ideas studied (level 4).

It should be noted that before reading the text, the students adopted different attitudes with respect to the text. There were students who thought that just by reading the title and subtitle, they had sufficient information to answer the question, both for and against: '*Google causes pollution because the studies conducted by Harvard have shown this and they did a detailed*

Table 3 Contingency table, category 1 (before, pre) versus category 1 (after, post) depending on age and scientific knowledge ($N=117$)

Category 1, before (pre) (%)	Category 1, after (post) (%)			
	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
13–14-year-olds ($N=61$)				
Level 1	59.6	17.5	22.9	0
Level 2	0	100	0	0
Level 3	0	0	66.7	33.33
16–17-year-olds, humanities option ($N=30$)				
Level 1	30.76	30.76	26.9	11.53
Level 2	0	33.3	66.7	0
Level 3	0	0	100	0
16–17-year-olds, science option ($N=36$)				
Level 1	9.1	45.45	18.18	27.27
Level 2	0	50	50	0
Level 3	0	50	50	0

study of the situation' (13–14-year-olds and 16–17-year-olds) or *'Google cannot cause pollution because many people use it'* (13–14-year-olds and 16–17-year-olds), and others thought that they did not have enough information to form a judgment and preferred not to give an opinion: *'I do not know because I have not read the article yet and I do not know anything about how Google affects global warming'* (16–17-year-olds) or *'Lack of information to decide'*. We detected that the same argument was sometimes used to confirm the claim that Google caused pollution (*'Google is a connection to Internet and therefore it causes pollution'*) and at other times to refute it (*'Google does not cause pollution because it is a computer program'*). All the students answered the question with very short texts of a maximum of three sentences to back up their ideas.

After reading (Table 2, column 'post'), it was observed that the identification of the main scientific ideas differed significantly depending on age ($p < 0.001$), which indicates that reading the article helped the older students to use the ideas in their arguments.

Most of the 13–14-year-old students are included in levels 1 and 2 (73.7 %) and did not understand the relationship between energy and CO₂ emissions: *'My idea is that Google causes pollution.... When someone does a search, the contents of that search go to different servers around the world, many kilometres away, a lot of energy is used and CO₂ is generated. Proof of the use of many servers is the high speed at which a search is made...'* (level 2, 13–14-year-olds). The texts of the 13–14-year-old students in most cases showed that their scientific knowledge was not entirely assimilated, and they confused ideas or did not verbalise them and, therefore, it was not clear whether they had understood them. Some students confused efficiency (little degradation of energy) and efficacy (high-speed searches): *'...In order to work efficiently, Google has to use a lot of energy. Because the servers need a lot of energy....'* (13–14-year-olds). Some students mentioned some of the scientific ideas they had studied, such as CO₂ pollution and the transfer of energy but they had not assimilated them very well, and when it came to describing them, they were confused: *'My idea is to confirm that Google contributes to global warming and the reasons why are that the computer heats up with each search and that generates CO₂...'* (13–14-year-olds, level 2). Some students were not clear that CO₂ only originates from the burning of fossil fuels and talked about CO₂ coming from nuclear power stations: *'Google causes pollution due to the quantity of energy used by its servers to perform each search, as well as the energy they need for cooling. In this way, they contribute to CO₂ emissions into the atmosphere because the energy that the servers use comes from nuclear power stations that emit this gas...'* (13–14-year-olds, humanities option). Only 26.3 % of the 13–14-year-old students are included in levels 3 and 4 and were able to make a link between energy consumption and CO₂ emissions.

When comparing the results of the 16–17-year-old students taking the science versus humanities options, no significant differences were detected ($p = 0.101$), but if we focus on the level 3 and 4 answers, we can see that in the case of the science students, half (50 %) are included in the highest level, 4 (see Table 5), and were able to identify all the key concepts relating to the topic (energy sources, energy transfer in the form of heat, transformation of energy and degradation of energy) and relate them to the relevant scientific ideas. On the other hand, in the case of the students taking the humanities option, most of them (75 %) are included in level 3 (they identified some of the key ideas relating to the topic but not all of them, and they justified the relationship between CO₂ and energy on the basis of the burning of fossil fuels). An example is: *'The answer in my opinion is yes. Google uses powerful servers to offer results for each search. As everyone knows, all machines, whether they are computers or trains, need energy to function. And where do they get that energy from—power stations...'* (level 3, 16–17-year-olds, humanities option). This student did not mention the energy needed for cooling.

In the final argumentative text, the level 4 students identified all the relevant claims made in the article and backed them up using their knowledge of energy. One example of the arguments used is: ‘*Google causes pollution and this is a fact. I will not focus so much on the quantity of CO₂ it emits into the environment but more on other factors which definitely make Google a polluter. Google has servers and large processors spread all around the world. They use energy obtained from power stations that need coal to heat water and make the water vapour to generate electricity. These processors also heat up and need to be cooled down, and energy is also needed to refrigerate them. Another important point that shows us that Google causes pollution is the speed of the searches it makes. A search is not just sent to one server but to thousands spread all over the world, and the first server to find the answer sends it to us. Therefore, it does not use just one but several servers for the same search and works quickly and effectively...*’ (level 4, 16–17-year-olds, science option).

It was observed that the students had difficulties identifying all the claims contained in the news story and activating their scientific ideas on energy in order to be able to write the final argumentative text. Table 4 shows the claims that arose in this final text and the frequency detected. The ideas that the students found the most difficult to integrate into their arguments were those relating to the energy needed to cool the servers and energy efficiency and efficacy, despite the fact that they appear in the news story.

The fact that the students identified the main claims in the article does not necessarily mean that they activated the scientific ideas it contained. For example, in the case of the first claim ‘*Google needs a lot of energy to function*’, the students had to think that the energy used by Google is used both for the functioning of the computer and the servers and is obtained from sources which, for the most part, involve the burning of fossil fuels, which results in CO₂ being produced. Regarding the second claim, students had to activate the idea of energy transfer in the form of heat. For the third claim, they had to detect that the faster the searches, the more effective they were. The students in level 4 were those that identified all the claims in the article and linked them to the scientific ideas they contained.

When comparing the students’ presentation of their scientific ideas before (pre) and after reading the text (post), an evolution of the scientific ideas could be observed (Table 3). There were students for which no evolution was observed. This was particularly true among the 13–14-year-olds, 59.6 % of whom were still in level 1 for the final argumentative text, presumably due to the fact that the ideas in the text were not meaningful for them and they did not have sufficient knowledge to be able to justify their relevance. It was also observed that the students taking the science study option showed the greatest evolution of scientific ideas.

It is interesting to note that of the 16–17-year-olds in the science group that scored level 3 on the pre-reading activity, half of them dropped to level 2 on the post-reading argument (Table 3). Although these students had the scientific knowledge needed, they did not apply it in their final argumentative text. A detailed reading of these texts allowed us to identify how the students prioritised the use of numeric data over the use of scientific arguments. Also, we found that these students gave priority to figures, either to back up the information they had read

Table 4 Claims arising in the news story and frequency detected ($N=117$)

Claims	Frequency ($N=117$)
Google needs a lot of energy to function	109
Google needs energy to cool down the servers	18
Google’s headquarters are very energy-efficient	4
Searches are rapid	11

or to criticise it by comparing the data in the text with data that they had found on the Internet.

Results in relation to objective 2: analyse the use of data from the text and other sources and detect whether there are any differences depending on the students' knowledge of science and age

This analysis was performed on the basis of the argumentative text. The results of applying the levels of category 2 (see Table 5) to the final argumentative texts written by the students are shown as frequencies in Table 6. To evaluate the association between the class group (13–14-year-olds; 16–17-year-olds, humanities option; and 16–17-year-olds, science option) and the use of data, we used Pearson's chi-square test. This comparison was made before (pre) and after (post) reading the piece of news.

The results indicate that use of the data in the final argumentative text varied depending on the age and scientific knowledge of the students ($p=0.0066$). Most of the 13–14-year-old students (73.8 %) either did not use any type of data or quoted irrelevant information (levels 1 and 2). These students did not mention the grams of CO₂ emissions per search and based their arguments on other data in the news story based on analogies with everyday events, such as 'Google causes as much pollution as 9,333 cars travelling 1 km' or 'Google causes pollution because it produces as much CO₂ as when a kettle is boiled'. Therefore, we can infer that the students had difficulty identifying the relevant data relating to amounts and units.

For the 16–17-year-old students, if we compare the results of the students taking the science and humanities options, significant differences can be detected. If we focus on the answers in level 4, we can see that 15.4 % of science students were in the highest level and able to use the information in the text and on the Internet, compared with 6.7 % of the students studying the humanities option in this situation. One example of level 4 can be found in this student who is able to (1) use the data in the text: 'According to the study mentioned in the La Vanguardia newspaper, a search causes the emission of 7 mg of CO₂. This quantity is not at all large if we

Table 5 Levels of category 2: 'use of data from the text and other sources'

Levels	Researcher interpretation	Representative statement
1	The student does not use any information.	'Google is a huge enterprise that gets every day thousands of visits a day. Every visit pollutes a little bit...'
2	The student uses qualitative and/or quantitative data with inappropriate units or uses data in the text that are not relevant.	'Google emits the same amount of CO ₂ every day as 9,333 cars travelling a whole kilometre'
3	The student uses relevant qualitative and/or quantitative data from the text with the appropriate units.	'A search causes the emission of 7 mg of CO ₂ ...'
4	The student uses relevant qualitative and/or quantitative data from the text and other sources with the appropriate units.	'...a search causes the emission of 7 mg of CO ₂ . This quantity is not at all large if we are talking about only a few searches. However, the website receives about 200 million hits per day. You do not need to do the maths to see that this gives a very high number of grams of CO ₂ ...we found Internet sites that talked about emissions of 7 g of CO ₂ per search but others talked about milligrams....'

Table 6 Category 2: use of data from the text and other sources to create arguments after reading depending on age and scientific knowledge ($N=117$)

	Level 1 (%)	Level 2 (%)	Level 3 (%)	Level 4 (%)
13–14-year-olds	57.4	16.4	24.6	1.6
16–17-year-olds, humanities option	30	13.3	50	6.7
16–17-year-olds, science option	23	27	34.6	15.4

are talking about only a few searches. However, the website receives about 200 million hits per day. You do not need to do the maths to see that this gives a very high number of grams of CO_2 ...”, and (2) compare data from different sources: ‘... we found Internet sites that talked about emissions of 7 g of CO_2 per search but others talked about milligrams. Also, we are given Google’s opinion, which reduces to less than one-third the figure mentioned by the study carried out by the prestigious University for the CO_2 emissions as the result of a search...’ (level 4, 16–17-year-olds, science option).

We detected that although some of the 16–17-year-old level 2 students could identify the relevant data in the text, i.e. the grams of CO_2 emissions into the atmosphere, they expressed it in different units to those used in the news story. When doing the research on the Internet, these students found that the figure that appeared in different websites was 7 g per search (compared to the 7 mg stated in the news story), and they put that figure in the final text, without specifying that the source was not the article or assessing critically whether 7 g per search was a very high number. Therefore, in the case of the 16–17-year-old students, a difficulty was not so much identifying the relevant data but knowing how to analyse the value of that data critically and specify the source of the information they found.

It is worth noting that the students gave relatively little importance to the use of data to back up their ideas in the final text. Despite at first thinking that the students would use a lot of numerical data to support their ideas, since figures appear in the article on CO_2 emissions, only 53.6 % of the 16–17-year-olds and 26.2 % of the 13–14-year-olds used the data properly in their arguments (levels 3 and 4).

We did not find a link between the students’ level of activation of the scientific ideas and the type of data they used ($p=0.191$) (see Table 7). At first we thought that the students with the highest level in science would also use the most relevant quantitative and qualitative data in the article and compare it with the data obtained from other sources, but there were quite a few students in the highest science level who appeared in the lowest level for data, i.e. they wrote the final argumentative text without using any data. It would appear that for these students, ideas were more important than supplying evidence. It is also true, however, that no student in the highest science level used qualitative or quantitative data with inappropriate units or used

Table 7 Contingency table, category 1 (identification of relevant scientific ideas, after reading) versus category 2 (use of data from the text, after reading) ($N=117$)

Category 1: main ideas (%)	Category 2: data (%)			
	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
Level 1	36.4	18.2	36.4	9.1
Level 2	23.8	28.6	42.9	4.8
Level 3	13.3	20	60	6.7
Level 4	44.4	0	22.2	33.3

irrelevant data from the text (level 2).

Results in relation to objective 3: identify different newspaper article reader profiles

To analyse the results of the research with respect to the third objective, we applied the category 3 levels to the analysis of the final argumentative texts written by the students (see Table 8). The frequency distribution for the various profiles defined is shown in Table 9. To evaluate the association between the class group (13–14-year-olds; 16–17-year-olds, humanities option; and 16–17-year-olds, science option) and the reader profiles, we used a Pearson’s chi-square test. This comparison was made before (pre) and after (post) reading the piece of news.

The results show that the type of reader profile does not depend on school year or science knowledge, and all show similar distributions ($p=0.564$) (see Table 9). Most of the students come under profile 1, the ‘credulous reader’, and only 10.3 % of the students can be described as being profile 3, critical readers. However, it appears that in the group of 16–17-year-old science students, there was a greater percentage of students in level 3, although the number was not significant due to the size of the sample.

The profile 1 or credulous reader students, despite some of them activating their science knowledge of energy, did not compare the data from the text with other sources. To write their final argumentative text, these students trusted the information and data given in the news story that theoretically came from Harvard University, even though they found different data on the Internet. One example of this type of text is as follows: ‘*The answer to the above question can be found in this text. Maybe it seems a bit strange that Google causes pollution but it should be remembered that Harvard University (the United States) has carried out a study that shows that the popular search engine contributes to global warming.... The main item of information given by Harvard is that the standard search produces 7 mg of CO₂...*’ (13–14-year-olds).

Despite finding different numerical data on the Internet, the profile 2 ideological reader students took a very strong initial ideological stance and based their arguments around it. These students activated their scientific ideas when reading the text but did not compare them with the data from other sources, and formed conclusions based on their ideas. We identified two types of ideological stances which we called ‘ecologists’ and ‘defenders of new technologies’. In their arguments, the ecologists claimed that Google was guilty of global warming. When doing the Internet research, these students only looked for ecology websites to find arguments to confirm their initial point of view. We show below an example of a text of a profile 2 ecologist student. Although this student gives a clear opinion, she also identifies and accepts arguments from the opposing point of view: ‘*I think*

Table 8 Levels of category 3 ‘reader profiles’

Levels	Profiles of newspaper article readers	Representative statement
1	Credulous reader	The student reproduces the information he/she reads in the newspaper without comparing it with other sources or his/her own ideas.
2	Ideological reader	The student bases his/her arguments on his/her beliefs without taking into account the information he/she has read.
3	Critical reader	The student compares the information read with his/her own knowledge of science and with the information found in other sources.

Table 9 Category 3: reader profiles by age and science knowledge ($N=117$)

	Credulous reader (%)	Ideological reader (%)	Critical reader (%)
13–14-year-olds	73.8	19.7	6.6
16–17-year-olds, humanities option	73.3	16.7	10
16–17-year-olds, science option	61.5	19.2	19.2

that Google is one of the companies causing the greenhouse effect, destroying the atmosphere by emitting CO₂ because its servers need a large amount of energy to function and cool down. As I think that Google causes pollution I believe more in the figure of 7 mg of CO₂ given by Harvard University than the figure given by Google. An ecology website also confirms this (www.ecologiaverde.com). Google causes the same amount of pollution as 9,333 cars in 1 day per kilometre. The arguments against my idea could be that Google has plans for the future such as cooling its servers using sea water and that, before the Internet existed, more pollution was caused by using public transport and more time was lost' (13–14-year-olds).

The other profile 2 group of students are the defenders of new technologies who defend new technologies regardless of the information they read. For example, one said: 'I think that although Google causes some degree of pollution it is a very useful tool today and, perhaps, for each search we do we create pollution, but many other things that are not so useful cause pollution and nobody accuses them. Therefore, I think we could reduce the useless searches we do every now and then but in order to reduce pollution we need to reduce pollution in other places as well. Also, I think that one of the arguments given by Google is very convincing which is that last year the company invested 33.6 million euros in renewable energy projects and a company does not spend that much money on something in which it does not believe or is against' (16–17-year-olds). This student did not compare the data on emissions in the article with other sources or analyse the intentions of the author of the news story but concentrated on her own arguments to defend Google.

Only 14.7 % of the 16–17-year-old students and 6.6 % of the 13–14-year-olds were critical readers (profile 3). These students compared data or evidence given in the newspaper with information they found on the Internet and reached their opinion taking into account their scientific knowledge. These students realised that there were differences between the data on CO₂ emissions that appeared in the article, theoretically provided by Harvard University, and the data from other sources, and in the final argumentative text they commented on these differences. Nine 16–17-year-old students found the original news story on the Internet, and in the final argumentative text, they noted that it was 'The Times' newspaper that started the controversy. This newspaper interpreted a study by the university in a way in which its author's statement was not entirely correct. The following is an example of a text written by a critical profile student: 'It seems the Californian giant, "Google Corporation TM", whose products we use every day, is accused of being responsible for the emission of over 7 g of CO₂ into the environment per Google search. However, the study performed by Harvard does not even mention Google, let alone that it produces 7 g of CO₂ per search. It would appear that the prestigious London newspaper, "The Times", wants to attack Google Corporation TM for reasons known only to them. According to Google, only 0.02 g of CO₂ are emitted per search and not 7 g as stated in the prestigious newspaper in question. Wissner-Gross, the scientist to whom the statements were attributed, stated as follows to CNET: "Harvard carried out a general study of Internet searches but at no time was Google mentioned or investigated". "The Times" defended these accusations claiming that what it had published had been misinterpreted, but the way in which the articles were written did not leave much room for

any other interpretation. In fact, “Google Corporation” is well known for its involvement in ecological campaigns to reduce emissions of the pollutant gas. So yes, Google does cause pollution but not as much as some would claim. However, if we multiply the 0.02 g by all the searches made every day, by the servers used for each search, by the number of sources of electricity used by each computer, the figure is enormous’ (16–17-year-olds).

Before reading the news story, this student had not adopted any opinion with respect to the question, ‘Does Google cause pollution?’ saying that he needed information to decide. After reading, he took a critical stance. Except in one case, all the students who upon reading the title and subtitle at the beginning of the activity did not adopt a position, claiming that they lacked information, in the argumentative text at the end could be classified as having the critical profile. Therefore, we can deduce that the predisposition with which students start reading a news story can have an effect on the final opinion they adopt.

Overall, we have seen that there is a link between the level of activation of scientific ideas and critical reading, both among the 13–14-year-old students ($p=0.036$) and the 16–17-year-olds ($p=0.032$). The students in a higher science level tended to be more critical (see Table 10).

Conclusions and Implications

The results of this study show that the reading activity relating to this press article helped the students to connect science at school with the real world. We believe that the reading of texts with scientific content from different sources has a fundamental role to play in science learning, not only to improve the understanding of scientific phenomena but also to help students develop a series of skills for use in the world outside school and be able to debate problems of social relevance using scientific arguments in a critical manner. This connection is not made automatically and, therefore, activities need to be designed to connect the scientific ideas discussed in the texts with their scientific basis. We consider that working on reading activities based on newspaper articles (Oliveras et al. 2013) can be another way to help students internalise the scientific concepts they have learned in the classroom, and the topic of energy, which comes up in many articles, should also be explored from this perspective.

The students’ answers show that just reading the title and subtitle and looking at the pictures of a news story are not enough to help them activate their knowledge of science. We did not detect any significant differences between the 13–14-year-olds and the 16–17-year-olds or between students taking the humanities and science options. However, we think that this initial contact with the text, followed by group work, can predispose students to read the article and relate it to their ideas on energy.

We detected significant differences in the level of science of the texts written by the 13–14-year-old students and the 16–17-year-olds after reading the article. In the final argumentative text, quite a number of 16–17-year-old students justified scientifically the link between CO₂

Table 10 Contingency table, category 1 (identification of relevant scientific ideas, after reading) versus category 3 (reader profiles) ($N=117$)

Category 1: main ideas (%)	Category 3: newspaper article reader profiles (%)		
	Level 1	Level 2	Level 3
Level 1	71.1	24.4	4.5
Level 2	87.5	3.1	9.4
Level 3	63.3	23.3	13.3
Level 4	40	30	30

emissions and energy consumption, which is not a relationship expressly mentioned in the article. Most of the students in the highest science level were the 16–17-year-olds who had chosen the science study option. Some of these students were able to identify all the key concepts of the topic (sources of energy, energy transfer in the form of heat, energy transformation and the degradation of energy) and relate them to the relevant scientific ideas. Therefore, it was observed that it was necessary for the students to have studied energy throughout their time at school because, despite the key ideas presented to the 13–14-year-olds, it was the older students taking the science option who were able to apply them to a real-life context.

The scientific ideas activated by the students were identified using the argumentative text. It was observed that only a few arguments relating to the efficiency and effectiveness of the servers appeared in the final argumentative text. The idea of energy transfer through heat was also absent. This made us think that the students had not constructed these scientific ideas and, therefore, they were not able to identify the claims made in the article on these issues. We would agree with Papadouris et al. (2008) that it is necessary to work on the topic of energy as the transfer of one part of the system to another and not take the traditional approach that concentrates exclusively on forms of energy.

We detected that many students only identified one statement in the news story, ‘Google uses energy’, and used this as the basis for their arguments, without looking for connections with the related scientific ideas or with other claims in the text to back up their ideas. Students need to be helped to find connections between the claims and the related scientific ideas as they do not make this connection automatically (McNeill 2008). Accordingly, a didactic implication is that when working on texts in class, in addition to looking for the relevant claims they contain, there should also be a class discussion on which scientific ideas are associated with each of these claims.

It was seen that the students had difficulties using relevant data in the final argumentative text. Significant differences were observed between the 13–14-year-olds and the 16–17-year-olds. While the 13–14-year-olds could not identify the relevant data in the text, the 16–17-year-olds were able to identify it but not use it in the final argumentative text. We observed that the 16–17-year-olds gave great importance to the type of text they were writing and not much to using numerical data to back up their ideas. This could be due to the fact that the text was not written as part of the physics class but as part of the scientific information course. It would be necessary to explore in greater depth the importance of using quantitative arguments to express a scientific basis. According to McNeill (2011), in a good argument, the data must be appropriate and sufficient to back up the argument. It should be noted that when the students used data in the final argumentative text, it mainly came from the article, and very few students used data and arguments from the Internet.

One suggestion for improving the identification of relevant claims and data in a text is for the students, interacting in cooperative group work, to verbalise, discuss and agree on the information they considered to be relevant. Once all the information and claims appearing in the news story have been identified and agreed upon, they should be compared with other sources to find evidence to back up the claims. According to Nicolaidou et al. (2011), cooperation between students improves the identification and analysis of evidence. In this research, a step was made in this direction but this cannot be achieved through a single activity (Oliveras et al. 2013).

With respect to the reader profiles, it should first be noted that various viewpoints were expressed (in favour of Harvard, in favour of Google and points of view in between). Most of the students believed the information that appeared in the press even though they may have found other information on the Internet or information that did not agree with their knowledge

of science (the credulous reader). This finding coincides with other research studies (Phillips and Norris 1999; Oliveras et al. 2013). Only 10.3 % of the students were critical with respect to the information (critical reader); other students (18.8 %) gave priority to their ideas on ecology or the benefits of new technologies over the information they read and, therefore, they are readers we classified as ideological readers. It should be noted that the critical students in the before reading stage mostly said that they did not have enough information to answer the question and, therefore, they adopted an open attitude to the reading. According to Yang (2004), it seems that most students believe knowledge can provide certain answers to all problems. It is very important to read texts from newspapers and other sources to help students to analyse real-life problems from an open and thoughtful perspective.

It was detected that in the final argumentative text, most of the students, except for the critical students, gave arguments from the text, and few students commented on the need for other information to verify the news story and therefore have the evidence on which to base their point of view. It is very important for students to compare information from the press with other information, in this case, from the Internet, in order to be able to validate the information they read. We think that this aspect needs to be worked on much more in science classes. It is not sufficient merely to look for information on the Internet, but students must also compare, analyse and discuss the data they find with their classmates and teachers, because discussion helps them to reflect on these differences.

In our research, we observed that there is an association between the type of argumentative text written by students and the level of activation of scientific ideas. The students with the highest demonstrated scientific reasoning powers were the ones who constructed the best written texts and vice versa. We think it would be interesting to examine this association in depth in further research.

To summarise we believe that in order to apply knowledge of energy to a text, students must have a well-constructed concept of energy. Students who had assimilated this concept in all its complexity were able to identify the relevant claims and information in the text and, thereby, activate their ideas on science. However, it is not sufficient to interpret the text scientifically; students must also be supported to adopt a critical stance on the information they read (McClune and Jarman 2011; Nicolaidou et al. 2011). Teaching them to analyse a press article critically is essential if our students are to acquire the facets of a critical reader. At the same time, they are able to learn more about science and become more competent at using scientific knowledge.

Acknowledgments This study is based on work supported by Spanish MCYT grant EDU-2012-38022-C02-02 and Catalan PRI 2009SGR1543. The authors thank the teachers and students involved in the research.

References

- Aikenhead, G. S. (2005). Science-based occupations and the science curriculum: concepts of evidence. *Science Education*, 89(2), 242–275.
- Butler, B. (1995). Using WWW/Mosaic to support classroom-based education: an experience report. *Interpersonal Computing and Technology Journal*, 3(1), 17–52.
- Bybee, R. W. (1991). Planet earth in crisis: how should science educators respond? *The American Biology Teacher*, 53(3), 146–153.
- Chisholm, D., Kerr, R., & Jardine, P. (1992). Some energetic thoughts. *Physics Education*, 27, 215–220.
- Clark, D. B., & Slotta, J. D. (2000). Evaluating media-enhancement and source authority on the Internet: the knowledge integration environment. *International Journal of Science Education*, 22(8), 859–871.

- Dawson, V., & Venille, G. J. (2009). High-school students' informal reasoning and argumentation about biotechnology: An indicator of scientific literacy? *International Journal of Science Education*, 31(11), 1421–1445.
- Domenech, J. L., Gil-Pérez, D., Gras-Martí, A., Guisasaola, J., Martínez, J., Salinas, J., et al. (2007). Teaching of Energy Issues: a Debate Proposal for a Global Reorientation. *Science Education*, 16, 43–64.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312.
- Duit, R. (1987). Should energy be illustrated as something quasi-material? *International Journal of Science Education*, 9, 139–145.
- Duit, R. (1986). In search of an energy concept. In R. Driver, & R. Millar, (Eds.), *Energy Matters. Proceedings of an invited conference. Teaching about energy within the secondary science curriculum* (pp. 67–101). Leeds: University of Leeds.
- Duschl, R. (1990). *Restructuring science education the importance of theories and their development*. New York: Teachers College Press.
- Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38, 39–72.
- Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2005). The role of argument in developing scientific literacy. In K. Boersma, O. de Jong, H. Eijkelhof, & M. Goedhart (Eds.), *Research and the quality of science education* (pp. 381–394). Dordrecht: Kluwer.
- Gilbert, J. K., Bulter, A. M. W., & Pilot, A. (2011). Concept development and transfer in context-based science education. *International Journal of Science Education*, 33(6), 817–837.
- Gott, R., & Duggan, S. (1996). Practical work: its role in the understanding of evidence in science. *International Journal of Science Education*, 18(7), 791–806.
- Gott, R., Duggan, S., & Roberts, R. (1999). *Understanding scientific evidence*. http://www.dur.ac.uk/ded0www/evidence_main1.htm.
- Halkia, K. R., & Mantzouridis, D. (2005). Students' views and attitudes towards the communication code used in press articles about science. *International Journal of Science Education*, 27(12), 1141–1395.
- Hinrichs, R., & Kleinbach, M. (2002). *Energy: its use and the environment*. New York: Thomson Learning.
- Jarman, R., & McClune, B. (2002). A survey of the use of newspapers in science instruction by secondary teachers in Northern Ireland. *International Journal of Science Education*, 24(10), 997–1020.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2008). Argumentation in science education: an overview. In S. Erduran & M. P. Jimenez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research* (pp. 3–28). Dordrecht: Springer.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Gallástegui-Otero, J. R. (1995). “Let's save energy!”: incorporating an environmental education dimension in the teaching of energy. *Environmental Education Research*, 1(1), 75–83.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Bugallo Rodríguez, A., & Duschl, R. A. (2000). “Doing the Lesson” or “Doing Science”: argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757–792.
- Kaper, W. H., & Goedhart, M. J. (2002). Forms of Energy, an Intermediary Language on the Road to Thermodynamics? Part I. *International Journal of Science Education*, 24(1), 81–95.
- Korpan, C. A., Bisanz, G. L., Bisanz, J., & Henderson, J. M. (1997). Assessing literacy in science: evaluation of scientific news briefs. *Science Education*, 81, 515–532.
- Kortland, K. (1996). An STS case study about students' decision making on the waste issue. *Science Education*, 80, 673–689.
- Kuhn, D. (1991). *The skill of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kuhn, D., & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development*, 74(5), 1245–1260.
- Lawson, A. (2003). The nature and development of hypothetico-predictive argumentation with implications for science teaching. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1387–1408.
- Lemke, J. (1990). *Talking science: language, learning, and values*. Norwood: Ablex.
- Linn, M. C. (2000). Designing the knowledge integration environment. *International Journal of Science Education*, 22(8), 781–796.
- Martins, I., Mortimer, E., Osborne, J., Tsatarelis, C., & Jimenez-Aleixandre, P. (2001). Rhetoric and science education. In A. Behrendt et al. (Eds.), *Research in Science Education, Past, Present and Future* (pp. 189–198). Netherlands: Kluwer Academic.
- McClune, B., & Jarman, R. (2010). Critical reading of science-based news reports: establishing a knowledge, skills and attitudes framework. *International Journal of Science Education*, 32(6), 727–752.
- McClune, B., & Jarman, R. (2011). From aspiration to action: a learning intentions model to promote critical engagement with science in the print-based media. *Research in Science Education*, 41, 691–710.
- McNeill, K., & Krajcik, J. (2008). Scientific explanations: characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 53–78.
- McNeill, K. L. (2011). Elementary students' views of explanation, argumentation, and evidence, and their abilities to construct arguments over the school year. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(7), 793–823.

- Millar, R. (2000). Energy. In D. Sang (Ed.), *Teaching secondary physics* (pp. 1–43). London: John Murray.
- Millar, R., & Osborne, J. F. (Eds.). (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College London.
- Millar, R. (2005). *Teaching about energy. Department of Educational Studies: Research Paper 2005/11*. York: University of York. <http://www.york.ac.uk/depts/educ/research/ResearchPaperSeries/Paper11Teachingaboutenergy.pdf>
- Monk, M., & Osborne, J. (1997). Placing the history and philosophy of science on the curriculum: a model for the development of pedagogy. *Science Education*, 81, 405–424.
- Nicolaidou, I., Kyza, E. A., Terzian, F., Hadjichambis, A., & Kafouris, D. (2011). A framework for scaffolding students' assessment of the credibility of evidence. *Journal of Research in Science Teaching*, 48, 711–744.
- Nordine, J., Krajcik, J., & Fortus, D. (2011). Transforming energy instruction in middle school to support integrated understanding and future learning. *Science Education*, 95(4), 670–699.
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (1987). Explanations of reading comprehension: schema theory and critical thinking theory. *Teachers College Record*, 89, 281–306.
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224–240.
- Oliveras, B., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2013). The use of newspaper articles as a tool to develop critical thinking in science classes. *International Journal of Science Education*, 35(6), 885–905.
- Olson, D. R. (1994). *The world on paper*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Osborne, J. F., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argument in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020.
- Papadouris, N., Constantinos, P., & Kyratsi, N. (2008). Students' use of the model to account for changes in physical systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(4), 444–469.
- Phillips, L. M., & Norris, S. P. (1999). Interpreting popular reports of science: what happens when the reader's world meets the world on paper? *International Journal of Science Education*, 21(3), 317–327.
- Pintó, R., Couso, D., & Gutierrez, R. (2005). Using research on teachers' transformations of innovations to inform teacher education: the case of energy degradation. *Science Education*, 89(1), 38–56.
- Ratcliffe, M. (1996). Adolescent decision-making, by individuals and groups, about science-related societal issues. In G. Welford, J. Osborne, & P. Scott (Eds.), *Research in Science Education in Europe* (pp. 126–140). London: Falmer Press.
- Ratcliffe, M. (1999). Evaluation of abilities in interpreting media reports of scientific research. *International Journal of Science Education*, 21(10), 1085–1099.
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues*. Philadelphia: Open University Press.
- Reiser, B. J. (2004). Scaffolding complex learning: the mechanisms of structuring and problematizing student work. *Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 273–304.
- Sadler, T. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: a critical review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536.
- Sampson, V., & Clark, D. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 92, 447–472.
- Sandoval, W. A., & Çam, A. (2011). Elementary children's judgments of the epistemic status of sources of justification. *Science Education*, 95(3), 383–408.
- Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23–55.
- Schmid, G. B. (1982). Energy and its carriers. *Physics Education*, 17, 212–218.
- Sexl, R. U. (1981). Some observations concerning the teaching of the energy concept. *European Journal of Science Education*, 3(3), 285–289.
- Simoneaux, L. (2001). Role-play or debate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis. *International Journal of Science Education*, 23(9), 903–928.
- Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Trumper, R. (1991). Being constructive, an alternative approach to the teaching of the energy concept (II). *International Journal of Science Education*, 13(1), 1–10.
- Tytler, R., Duggan, S., & Gott, R. (2001). Dimensions of evidence, the public understanding of science and science education. *International Journal of Science Education*, 23(8), 815–832.
- Warren, J. W. (1983). Energy and its carriers: a critical analysis. *Physics Education*, 18, 209–212.
- Wellington, J. (1991). Newspaper science, school science: friends or enemies? *International Journal of Science Education*, 13(4), 363–372.
- Wu, H. K., & Hsieh, C. E. (2006). Developing sixth graders' inquiry skills to construct explanations in inquiry-based learning environments. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1289–1313.

- Yang, F. G. (2004). Exploring high school students' use of theory and evidence in an everyday context: the role of scientific thinking in environmental science decision-making. *International Journal of Science Education*, 26(11), 1345–1364.
- Yang, F. Y., & Anderson, O. R. (2003). Senior high school students' preference and reasoning modes about nuclear energy use. *International Journal of Science Education*, 25, 221–244.
- Yore, L. D., Craig, M. T., & Maguire, T. O. (1998). Index of science reading awareness: an interactive constructive model, text verification, and grades 4–8 results. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 27–51.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35–62.
- Zoller, U., Ben-Chaim, D., Pentimalli, R., & Borsese, A. (2000). The disposition towards critical thinking of high school and university science students: an inter–intra Israeli–Italian study. *International Journal of Science Education*, 22, 571–582.

Secció III

Resultats i conclusions

8. Resultats

En aquest capítol discutim i interrelacionem tots els resultats de les tres publicacions basant-nos en els resultats individuals i específics de cada una. Els resultats estan organitzats en funció dels objectius de recerca. El resum i la discussió de tots els resultats està estructurat en les parts següents:

- La primera part presenta els resultats comuns sobre el disseny de les activitats.
- En la segona part s'analitzen les dificultats que mostren els alumnes a l'hora de llegir críticament articles de premsa, així com les dificultats relacionades amb el contingut de les lectures i el tipus de preguntes que es formulen en les activitats.
- En la tercera part s'identifiquen les dificultats dels alumnes per connectar la ciència escolar a la vida real, tant a nivell d'idees científiques com de dades, en el cas concret d'un problema d'energia.
- En la quarta part s'identifiquen perfils de lectors d'articles de premsa amb contingut científic.

8.1. Disseny de les activitats

Per tal de respondre l'objectiu 1 de la recerca: «Dissenyar activitats de lectura crítica de notícies de diari amb contingut científic» ens hem basat en les propostes de la publicació 1 i de la publicació 2.

Els resultats de la primera publicació mostren la utilitat de dissenyar activitats encaminades a ajudar l'alumnat a llegir críticament. La seqüència de les tasques, proposada en cada activitat, és un aspecte clau per al bon funcionament d'aquest tipus de propostes. És important que els alumnes es representin des de l'inici les raons per les quals se'ls demana realitzar-les i què s'espera que al final siguin capaços de produir. Malgrat que els alumnes no havien treballat mai aquest tipus d'activitats, el disseny d'aquestes ajudà l'alumnat a iniciar-se en la lectura crítica d'articles.

Les diferents estratègies metodològiques utilitzades en el disseny de les activitats de la primera publicació (disseny d'un qüestionari-tipus encaminat a llegir críticament, considerar les tres fases del procés lector, el treball cooperatiu, la coavaluació i autoregulació dels aprenentatges, pautes per analitzar el contingut científic del text i cerques a Internet) s'han valorat com a molt útils i per això s'aplicaren en el disseny de les activitats de la segona i tercera publicació.

Cal remarcar que tots els professors que han intervingut en la recerca han valorat molt positivament el disseny de les activitats.

a) Disseny d'un qüestionari-tipus

En primer lloc, cal remarcar la utilitat d'utilitzar un qüestionari per afrontar la lectura del text. Aquest qüestionari-tipus s'ha anat modificant fins arribar a la versió definitiva, que es mostra en la segona publicació. En la primera publicació es presentà un qüestionari-tipus adaptat de Bartz (2002) a partir d'aportacions provinents de Paul i Elder (2005), Norris i Ennis (1990), Scalan (2006), Cassany (2006), OECD (2006) i del grup d'investigació LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències) de la UAB (Prat et al., 2008) (vid. Taula 1). Destacaríem que el tipus de preguntes plantejades als estudiants en les activitats, derivades d'aquest qüestionari C.R.I.T.I.C., van possibilitar la implicació de tot tipus d'alumnat i el seu aprenentatge. El qüestionari C.R.I.T.I.C. anava encaminat a ajudar l'alumnat a identificar les principals afirmacions del discurs, pensar en els interessos que movien l'autor/a a escriure'l i analitzar la fiabilitat i validesa de les evidències i arguments aportats. D'aquest primer qüestionari detectàrem que tot i que hi havia qüestions que feien referència al punt de vista de l'autor/a, l'alumnat mostrava dificultats per fer aquesta anàlisi, i donava la seva opinió personal o inferia punts de vista que no es podien extreure de la lectura. La majoria dels alumnes pensaven que els autors tenien visions pessimistes dels problemes que tractaven, fet que no es podia inferir del text. Aquests i altres aspectes feren que reformuléssim el qüestionari.

En la segona publicació s'amplià i perfeccionà el qüestionari-tipus base de les activitats de lectura crítica introduint-hi aspectes de pensament crític. A partir del qüestionari C.R.I.T.I.C. de l'acrònim de Bartz (2002) i dels «Elements de raonament» de Paul i Elder (2006) vàrem dissenyar uns «Elements de lectura crítica de ciències». A partir d'aquests elements reformulàrem algunes de les qüestions-tipus de les activitats per ajudar l'alumnat a analitzar amb més profunditat el text. Per exemple, les qüestions-tipus associades a «Identificar les suposicions i el punt de vista de l'autor/a» (Element de lectura crítica de ciències 3) ajudaren l'alumnat a llegir el text des d'una altra mirada. El fet de fer-los seleccionar frases del text que els ajudaven a veure l'opinió de l'autor/a, a la vegada que escrivien les suposicions que pensaven que feia, els va fer replantejar l'objectivitat amb què l'autor/a escrivia la notícia. Alguns alumnes s'adonaren per primera vegada que l'autor/a podia tenir un punt de vista o opinió concret sobre el problema que plantejava, degut a una possible ideologia o creença. Aquesta és la proposta definitiva de qüestionari que aportem per treballar la lectura crítica a l'aula (vid. Taula 2). A partir d'aquesta última proposta es dissenyà l'activitat de la publicació 3.

b) Consideració de les tres fases del procés lector

Valorem molt positivament que les activitats incloguin les tres fases del procés lector. El fet que abans de llegir cada article de premsa se'ls fes llegir el títol, subtítol i l'observació d'imatges d'una notícia (*fase prèvia a la lectura*) ha ajudat a contextualitzar la lectura, introduir l'objectiu del treball a realitzar, explorar les representacions inicials sobre el contingut de la lectura i sobre el seu autor/a. Tot i així, s'ha detectat que no és suficient per ajudar els alumnes a activar els seus coneixements de ciències. Pensem que és necessària una reflexió col·lectiva que predisposi l'alumnat a llegir l'article relacionant-lo amb les seves idees de ciències. S'ha valorat molt positivament el fet de treballar el qüestionari-tipus en la fase de *durant* la lectura. En la fase de *després* de la lectura, totes les activitats han finalitzat amb una producció escrita que l'alumne/a ha escrit de manera individual. Creiem que és molt positiu que les activitats acabin amb la realització d'alguna acció en què els estudiants hagin de comunicar les conclusions a què han arribat, argumentant-les, i que autoavaluïn la seva producció. El fet de parlar o escriure els ajuda a reorganitzar les seves idees, tenint en compte el model científic de referència, i a interioritzar-les. Els textos finals dels alumnes, en alguns casos per argumentar les seves idees (text argumentatiu, publicació 1, 2 i 3) i en altres per comparar dos tipus d'article (text comparatiu, publicació 1), han permès detectar si els alumnes havien assolit els objectius que ens plantejàvem, i eren capaços de rebatre o acceptar el fonament científic dels autors.

c) Treball cooperatiu

El fet d'organitzar l'aula en grups de quatre alumnes i de combinar el treball i la reflexió individual amb la posada en comú en el marc de petits grups i, posteriorment, en gran grup, ha ajudat a la reflexió i la comprensió de l'article. Malgrat que als alumnes als quals s'ha passat l'activitat no estaven acostumats a treballar en grup, ja en la primera publicació es detectà que aquesta estratègia havia contribuït a la millora de la comprensió del text, i a més possibilitava la implicació de tot tipus d'alumnat. Així, doncs, en les activitats de les publicacions 2 i 3 es mantingué aquesta mateixa estratègia, malgrat la reticència inicial d'alguns dels professors/es que passaven les activitats. En finalitzar les activitats, els mateixos professors han reconegut els resultats satisfactoris en l'anàlisi posterior d'aquests exercicis.

d) Coavaluació i autoregulació dels aprenentatges exercicis

Tal com es comenta en la primera publicació, les activitats estan dissenyades per estimular els estudiants perquè portin a terme processos d'autoregulació a partir de comparar les seves idees amb les dels companys i companyes, de discutir les raons de les diferències i de

coavaluar les produccions. Aquesta metodologia de treball ha ajudat l'alumnat no només a qüestionar el punt de vista dels autors, sinó també els seus propis punts de vista.

S'ha valorat molt positivament que les activitats finalitzin amb una producció escrita, o bé un text argumentatiu o un text comparatiu. En la primera publicació es detectà que el fet de discutir els criteris d'avaluació de la producció final, tant del contingut com de les formes d'expressar-lo, havia ajudat a millorar les pròpies produccions escrites. La coavaluació de les produccions havia ajudat a suggerir noves reflexions o millores als companys i companyes avaluats. D'aquesta pauta es poden deduir criteris per avaluar la qualitat de l'escrit proposat i millorar-lo a partir de la coavaluació entre els mateixos alumnes (Figura 2).

Figura 2. Pauta de coavaluació de les produccions escrites de l'alumnat

Redactor/a: Avaluador/a.....

Criteris d'avaluació	Sí	R	No	Què aconsellaries per millorar?
1. La idea que es defensa és rellevant en relació amb el problema plantejat?				
2. Les raons o arguments tenen base científica?				
3. Tenen en compte els punts de vista contraris?				
4. Indica evidències que convencin?				
5. Està escrita d'una manera que s'entén?				

e) Pautes d'anàlisi del contingut científic del text

Malgrat que totes les activitats segueixen un patró comú, que parteix del qüestionari-tipus, s'ha valorat molt positivament que en algunes, com «Grafitis a prueba de bomba» i «Continúa la polémica por los bañadores de Speedo» (publicació 1 i 2), es donessin unes pautes per analitzar el contingut científic del text (vid. Figura 3).

Figura 3. Preguntes de la fase després de la lectura

Activitat 1 «Grafitis a prueba de bomba»

- Quin és el problema que planteja l'autor/a en aquest article?
- Com creieu que sap l'autor/a que la causa del problema són els àcids barrejats amb el querosè? És simplement una hipòtesi o té fonament científic?
- Creieu que es podrien esborrar les pintades dels vidres?
- Per explicar el problema, quins coneixements us farien falta?
- Quins passos seguiríeu per explicar el problema? On buscaríeu la informació?
- Per ajudar a explicar el problema plantejat seguiu els passos següents:
 - a) Escriviu totes les aplicacions del vidre.
 - b) A partir d'aquest llistat intenteu deduir les propietats del vidre.
 - c) Com és que els vidres tenen aquestes propietats?
 - d) Us ajuden aquestes propietats a saber alguna cosa més sobre els vidres?
 - e) Com interaccionen els àcids amb els vidres? Tots ho fan igual?

Activitat 2 «Continúa la polémica por los bañadores de Speedo»

- Comenteu aquestes dues frases del text. Què volen dir?
 - *El bañador nuevo te ayuda a flotar*
 - *El bañador nuevo beneficia más a la gente grande.*
 - Feu una llista de propietats que ha de tenir un banyador perquè ajudi a millorar la velocitat de natació (penseu en el disseny, el material, etc.).
-

Aquesta pauta va ajudar l'alumnat a centrar-se en la qüestió, analitzar-la i pensar com resoldre el problema científic plantejat en l'article «Grafitis a prueba de bomba» (publicació 1

i 2) o com analitzar el banyador des d'un punt de vista científic en el cas de l'article «Continúa la polémica por los bañadores de Speedo» (publicació 2). Està per comprovar si aquests mateixos alumnes, amb més pràctica en la realització d'aquest tipus d'activitats, serien capaços d'aproximar-se científicament als problemes més autònomament.

f) Cerques a Internet

En totes les activitats de les tres publicacions s'ha demanat a l'alumnat que faci unes cerques a Internet per validar les dades de l'article. La cerca a Internet d'informacions complementaries ha permès a l'alumnat adonar-se que la informació pot variar en funció de la font i que cal validar-les a partir d'uns criteris de fiabilitat.

8.2. Dificultats dels alumnes a l'hora de llegir críticament articles de premsa

Per tal de respondre a l'objectiu 2 de la recerca: «Analitzar les dificultats dels alumnes en l'aplicació dels “Elements de lectura crítica de ciències”» ens hem fixat en els resultats de la publicació 1 i publicació 2.

8.2.1 Dificultats en l'aplicació dels «Elements de lectura crítica de ciències»

A través de les dues primeres publicacions detectàrem les dificultats de l'alumnat a l'hora de llegir críticament. En la primera publicació detectàrem que l'alumnat tenia dificultats per identificar el propòsit de l'autor/a i per identificar dades i evidències en el text. La rúbrica que es va dissenyar en la segona publicació a partir dels indicadors de Paul i Elder (2005) ens permeté analitzar amb profunditat aquestes dificultats, i a la vegada quantificar les respostes (vid. Taula 3).

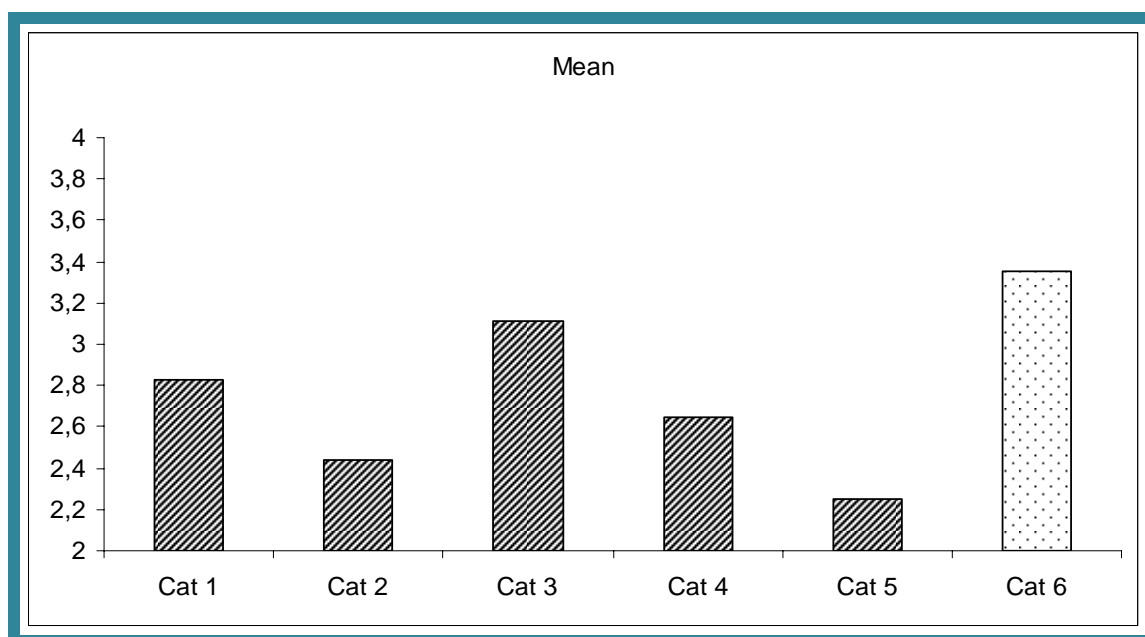
Els resultats de la segona publicació confirmaren que els «Elements de lectura crítica de ciències» en què l'alumnat trobava més dificultats era en la «Identificació del propòsit de l'autor/a» (categoria 2) i la «Identificació de les dades i les evidències del text» (categoria 5) (vid. Taula 5).

Taula 5. Elements de lectura crítica de ciències

«Elements de lectura crítica de ciències»	Exemples de qüestions-tipus plantejades en les activitats d'aula
1. Identificació de les idees principals del text	–Quin problema s'exposa en el text? Quina és la idea principal? –Amb quins continguts científics pot estar relacionada?
2. Identificació del propòsit de l'autor/a	–Qui ha escrit aquest document? –Per què el deu haver escrit?
3. Identificació de les suposicions i del punt de vista de l'autor/a	–Com penseu que es posiciona l'autor/a de la notícia respecte a aquest tema. Escriviu frases del text que us ajudin a veure l'opinió de l'autor/a i justifiqueu la resposta –Quines suposicions fa l'autor/a en el text? Són justificables?
4. Formulació d'una pregunta científica a la qual dona resposta l'autor/a en l'article o Disseny d'un experiment científic per comprovar la informació del text	–Es podria fer una prova o experiment per comprovar la credibilitat de l'afirmació principal? –Quina pregunta es faria un/a científic/a per investigar aquest problema?
5. Identificació de les dades i les evidències del text	–Hi ha dades, arguments o evidències científiques en el text que justifiquen l'afirmació inicial? Escriu-les
6. Conclusions inferides a partir d'evidències	–Les conclusions estan d'acord amb el coneixement científic actual que tens? –Escriu un text argumentatiu validant o refutant la informació científica del text.

Les categories 1, 3 i 4 tingueren resultats similars («Identificació de les idees principals del text», «Identificació de les suposicions i punt de vista de l'autor» i «Formulació d'una pregunta científica a la qual dona resposta l'autor o Disseny d'un experiment científic per comprovar la informació del text». Essent la categoria 6 «Argumentació de conclusions a partir d'evidències» en què s'obtingueren millors resultats (vid. Figura 4).

Figura 4. Puntuacions mitjanes en cada categoria



Les respostes que donaren els alumnes a la pregunta «Per què l'autor/a ha escrit el text?» eren molt diverses, corresponents a diferents nivells d'identificació del propòsit: «perquè s'hi ha vist afectat» (nivell 1, grafits); «vol treure mèrits als rècords olímpics» (nivell 2, banyador); «per informar la gent» (nivell 3, banyador i grafits); «per fer veure a la gent les conseqüències que comporta fer aquestes pintades» (nivell 4, grafits); «vol donar a conèixer les raons de la polèmica que existeix sobre aquests banyadors» (nivell 5, banyador). Cal remarcar que la majoria de l'alumnat se situava en el nivell 3. Aquestes respostes són degudes al fet que la majoria de l'alumnat està convençut que la finalitat d'un text és informar i que aquesta informació és sempre neutra i imparcial. Pocs estudiants van anar més enllà d'afirmar que la intenció era només informar, i no van pensar en possibles raons per les quals es donava aquesta informació, com podria ser crear polèmica o persuadir de l'ús de determinats, banyadors o marques. Així les respostes més freqüents són del tipus: «Per informar-nos d'una notícia succeïda». Aquesta dificultat per identificar la intencionalitat en els escrits ja l'havíem detectada en la primera publicació, tot i que observàrem que quan es demanava als alumnes que comparessin textos, els era més fàcil detectar aquestes possibles intencions.

En la publicació 1 detectàrem que l'alumnat tenia dificultats en la «Identificació de les dades i les evidències dels textos». Per validar la informació molts alumnes argumentaven que en el text es feia referència a estudis que demostraven les afirmacions que contenien, malgrat que

no s'especificava qui i com s'havien realitzat. També vàrem detectar que si se'ls feia comparar dos articles de contingut similar, detectaven millor les evidències, sempre que se'ls ajudés a fixar la mirada en les diferents variables. Per exemple, s'adonaven que en un article se citaven les fonts explícitament i en l'altre no, que la informació aportada no sempre estava ben estructurada, o que sortien dades diferents (valors de concentracions de mercuri diferents en la publicació 1), fins i tot que les conclusions tenien finalitats diferents. La segona publicació ens permeté quantificar aquestes dificultats. Detectàrem que quan es demanava als alumnes que identifiquessin dades o evidències en els textos, la majoria de respostes se situaven en un nivell baix (1,2). En el cas de l'activitat dels grafitis no sortiren respostes de nivell 4 i 5. «Creiem que té fonament científic perquè surt al diari» (nivell 1, grafitis); «Jo crec que ha obtingut informació de la brigada» (nivell 2, grafitis); «Segurament té base científica, ja que haurà investigat i agafat mostres dels grafitis i analitzat» (nivell 3, grafitis); «Hi ha "parches" que ajuden a flotar influeix en les proves a on la flotabilitat és important. Sí, perquè hi ha menys fregament que incrementa la velocitat» (nivell 4, banyador); «No hi ha evidències perquè són només testimonis de persones. Crec que faltarien altres arguments i proves perquè realment fos científic» (nivell 5, banyador). Aquestes dificultats en la identificació de dades i evidències del text estarien relacionades amb l'assumpció per part dels alumnes que un periodista és una persona informada i documentada. Tant en la primera publicació com en la segona detectàrem que si el text contenia alguna paraula que els alumnes consideressin científica (àcid, flotabilitat, concentració, etc.), ho consideraven un indicador suficient per avalar el fonament científic de la notícia i, per tant, ho valoraven com si fos una prova del que deia l'autor.

Per detectar l'evolució del pensament crític de l'alumnat al llarg de l'activitat ens hem de fixar en l'element de raonament 6, és a dir, en la capacitat d'extreure «Conclusions inferides a partir d'evidències» (categoria 6). Aquesta categoria surt de l'escrit dels alumnes al final de l'activitat i és el resultat de la reflexió sobre el model de ciència implícit en el text i del contrast entre els propis punts de vista i la informació recollida. Es constata que, malgrat que a priori els alumnes estaven convençuts que la informació aportada per l'article era objectiva i no se'n qüestionaven el fonament científic, finalment han estat capaços de contraposar el món del paper amb el món del lector (Olson, 1994) i d'aquesta manera ser més crítics amb el contingut del text. Es pot afirmar que la majoria d'alumnes n'han fet una lectura crítica.

En la publicació 2 detectàrem que tant en l'activitat «Grafitis a prueba de bomba» com en la de «Continúa la polémica por los bañadores de Speedo», la majoria de l'alumnat havia fet una lectura crítica després de la realització de l'activitat. En l'activitat «Grafitis a prueba de bomba» els alumnes eren capaços d'escriure un text argumentatiu per criticar el fonament

científic de la notícia, ja que la recerca a Internet els havia fet adonar que la informació de l'article no era del tot correcta i que els àcids no reaccionen amb el vidre, motiu pel qual els grafiters no podien fer els grafit amb àcids. Vegem-ne un exemple d'un alumne/a en un text argumentatiu en forma de carta al director: «Benvolgut director del diari *La Vanguardia*. Li escric per un article que van publicar sobre els grafit. He estat buscant informació i no és cert que el problema sigui degut a la reacció amb el vidre d'una mescla d'àcids i quitrà. Només un àcid reacciona amb el vidre (l'àcid fluorhídric) i no tots o quasi tots com diu l'autor. (...). Hem anat a altres pàgines web i diuen que sí que hi ha altres àcids que reaccionen, però no estan fetes per persones que en sàpiguen. Si no em creu pot anar a la pàgina web que jo he trobat que prové d'una font fiable. També li podria dir que una evidència l'obtindriem fent l'experiment.» Cal remarcar que hi va haver alumnes que no foren capaços de rebutjar el fonament científic de l'article, malgrat que a Internet havien trobat informacions que contradeien el fonament científic de la notícia, i van donar prioritat al món del paper. Un grup reduït d'alumnes no seguí la consigna, i en lloc d'escriure un text per argumentar el fonament científic de la notícia feren una anàlisi basada en si estaven d'acord o en desacord amb els grafit. Aquests alumnes reescrigueren la informació utilitzant els seus propis coneixements i la informació que havien trobat, sense reconèixer que l'autor no havia dit el que ells escrivien. «El text té aspectes positius i aspectes negatiu. És veritat que els grafiters fan malbé els vidres, les parets... però si els grafiters tinguessin un lloc on fer els seus grafit això no passaria (...). En conclusió, en alguns aspectes l'autor té raó, que és perillós que molts joves barregin àcids amb altres substàncies i en alguns punts no estic d'acord amb ell com per exemple trobo que els grafiters haurien de tenir un lloc on ells puguin fer grafit sense que ningú els ho prohibeixi.» (nivell 1, grafit).

El mateix va passar en l'activitat «Continúa la polémica por los bañadores de Speedo». La majoria dels estudiants foren capaços de formar-se una opinió amb la informació que havien llegit i molts utilitzaren arguments científics per justificar perquè el banyador ajudava a millorar la velocitat. «La meua idea és que el banyador ajuda a flotar, i en haver més flotabilitat la fricció disminueix i la velocitat augmenta. (...). Convenceria a algú que no em creu amb un experiment (...) posar un robot d'aspecte humà i donar-li una mateixa força, posar-li el banyador Speedo i després sense. Si la velocitat amb banyador és major, llavors el banyador ajuda a flotar» (nivell 5, speedo). Per altra banda, alguns estudiants, malgrat detectar que el banyador tenia característiques i propietats especials, finalment concloueren que el banyador no millorava la velocitat. Aquests estudiants justificaren els rècords dels Jocs Olímpics del 2008 amb arguments com: l'esforç del nedador, el seu bon estat físic o la seva preparació. Alguns estudiants fins i tot esgrimiren el fet de tenir una bona dieta com un argument per justificar l'augment de rècords olímpics. En canvi, no consideraren importants

les variables que s'esmentaven en l'article (level 2): «La meva idea és que els banyadors, siguin de la marca que siguin, no influeixen en el resultat. Els teixits del banyador han de tenir unes propietats les quals són les que milloren el banyador però no la velocitat. Cada nedador, pot tenir la seva marca preferida i creu que aquella marca de banyador és la ideal perquè li ha fet fer un rècord interessant. Però en realitat no és així, en realitat són les seves qualitats físiques les que li han fet obtenir aquest resultat (...).»

Valorem que la capacitat de llegir críticament es demostra en els resultats de la categoria 6 «Argumentació de conclusions a partir d'evidències». Els alumnes que tenen un resultat elevat de la categoria 6 han fet una anàlisi crítica del contingut del text. Aquests alumnes són capaços d'identificar els principals arguments científics que aporta el text i de contrastar-los amb els que es poden derivar del model teòric científic de referència, de les possibles evidències obtingudes experimentalment, i/o de fonts d'informació fiables. Aquesta seria la diferència entre llegir críticament i llegir ciència críticament. Ja que es pot ser capaç d'identificar les idees essencials d'un text, les evidències o els arguments científics i les intencions de l'autor/a, que serien els indicadors d'un bon nivell de comprensió lectora, però si l'estudiant no compara els arguments científics del text amb els seu corresponent model de ciència, l'alumne/a no necessàriament està fent una lectura crítica de ciències.

8.2.2 Dificultats relacionades amb el contingut de les lectures i el tipus de preguntes que es formulen en les activitats

En la segona publicació compararem els resultats de les dues activitats realitzades —Activitat 1 («Grafitis a prueba de bomba») i Activitat 2 («Continúa la polémica por los bañadores de Speedo») — en funció de les sis categories d'anàlisi, amb la finalitat de detectar si hi havia diferències en funció del text o del tipus de pregunta realitzada en l'activitat. Els resultats mostraren que hi havia diferències significatives en les categories 4 i 5, però no en la resta (vid. Taula 6).

Taula 6. Mitjanes més desviació estàndard en cada categoria (N=61)

Categoria	Activitat 1 Grafitis	Activitat 2 Banyador	Valor p
Cat 1	2.88±1.4	2.81±1.2	0.821
Cat 2	2.60±1.2	2.31±1.1	0.251
Cat 3	2.91±1.5	3.24±1.2	0.323
Cat 4	2.10±0.6	3.11±1.4	<0.05
Cat 5	1.30±0.7	3.04±0.7	<0.001
Cat 6	3.50±1.6	3.25±1.7	0.804

La categoria 4 (Formulació d'una pregunta científica a la qual dóna resposta l'autor/a en l'article o Disseny d'un experiment científic per comprovar la informació del text) es dissenyà per analitzar la informació del text i les preguntes que es formularen eren diferents en cada activitat. La categoria 5 (Identificació de les dades i les evidències del text) es dissenyà per identificar dades i evidències en el text; es formulà la mateixa pregunta en les dues activitats tot i que els textos eren diferents.

Quant a la categoria 4, en l'activitat 1 («Grafitis a prueba de bomba»), es demanava als alumnes que formulessin un problema científicament investigable i en l'activitat 2 («Continúa la polémica por los bañadores de Speedo») es donava el problema plantejat, i se'ls demanava que pensessin en un experiment científic per validar si el banyador contribuïa

o no a la millora de la velocitat en la natació. Els resultats mostraren diferències en funció de la demanda. Els alumnes tenien més dificultats a l'hora de plantejar problemes científicament investigables i no tant a l'hora de pensar en els experiments científics a fer per respondre una qüestió. Aquesta dificultat de formulació de preguntes científiques ja foren detectades en la primera publicació.

Per exemple, quan es demanà als estudiants que pensessin com plantejaria el problema una persona científica, se centraven en els productes utilitzats per realitzar els grafitos i escrivien frases com: «Descobrir la composició química dels esprais» o «Estudiar les característiques dels àcids». Cap alumne/a plantejava el problema en termes d'investigar com interaccionen els diferents àcids amb el vidre. Només es fixaven en una de les variables a investigar i no en la interacció entre ambdues.

En canvi, quan havien de pensar en un experiment científic eren molt més precisos, i una part de l'alumnat connectava les dues variables: Tipus de banyador i velocitat. La majoria d'alumnes se centraven a demostrar que amb el nou banyador el temps disminuïa:

«L'experiment seria que un mateix nedador fes 50 m amb un banyador tradicional i 50 m amb el banyador Speedo, nedant en les mateixes condicions (mateixa piscina, mateix recinte, mateixa temperatura de l'aigua...) i calcular el millor temps.»

«Inventar un robot com el cos humà, posar-li el banyador sospitós i després sense banyador i donar-li en els dos casos la mateixa força inicial. Si la velocitat a què arriba amb el banyador Speedo és més gran, llavors voldrà dir que el banyador ajuda a augmentar la velocitat de natació.»

Un segon grup d'alumnes buscaven demostrar que el nou banyador flotava més: «L'experiment es realitzaria a la mateixa piscina, submergint el banyador i comprovaríem la flotabilitat. Posaríem dos banyadors a la piscina (l'Speedo i un de normal) i comprovaríem el temps que tarden a arribar a terra. Ho realitzaríem amb un expert de banyadors.» Aquests alumnes són els que en el text argumentatiu final justifiquen correctament que l'augment de la velocitat es relaciona amb la millor flotabilitat del banyador.

Cal remarcar que no tot l'alumnat s'adonà de la necessitat del control de variables. Alguns no concretaven on farien l'experiment i d'altres parlaven de fer l'experiment en piscines diferents o amb nedadors diferents: «En una piscina amb condicions normals fer nedar a un nedador i cronometrar-lo, acte seguit fem un altre nedador amb l'Speedo per veure qui neda més ràpid segons el cronòmetre» o bé o «Posar-li el banyador Speedo a unes quatre

persones i a unes altres quatre posar-li un banyador normal. Si els que arriben abans tenen el banyador Speedo voldrà dir que el banyador millora la velocitat de natació i, si no, no.»

D'aquests resultats deduïm que quan la demanda és massa general i poc focalitzadora, com en el cas de plantejar un problema científic, l'alumnat mostra més dificultats. Probablement si es repetís l'activitat caldria acotar el problema centrant l'atenció en la interacció dels àcids sobre els vidres.

Es constatà que la informació que proporciona el text condiona el reconeixement d'evidències, i per això en la categoria 5 ("Identificació de les dades i les evidències del text») s'obtingueren valors molt diferents en les dues activitats. Si els textos tenen informacions fonamentades científicament, l'alumnat que comprèn el model científic les identifica. En cas contrari, l'alumnat s'inventa les evidències o fa suposicions no fonamentades, ja que a priori confien plenament que les afirmacions de l'autor són certes. En el text dels grafiters, explícitament, no surt cap argument o informació que justifiqui perquè els grafiters utilitzen àcids i l'única prova que aporta el text és la dificultat d'esborrar-los. Malgrat la falta d'arguments, tots els alumnes pensen inicialment que l'afirmació de l'autor és certa i que, per tant, els grafiters utilitzen tintes barrejades amb àcids, siguin quins siguin. Els seus arguments es relacionen amb suposicions no fonamentades que consideren com a evidències.

En canvi, en l'article «Continúa la polémica por los bañadores de Speedo» surten frases com «*el bañador nuevo te ayuda a flotar*» o «*beneficia más a la gente grande*», que, malgrat que són arguments que dona una nedadora, tenen fonament científic. El text, a més, informa que el banyador és de neoprè, i amb aquesta dada es poden inferir altres propietats del material que contribueixen a la disminució del fregament. Cal remarcar que l'única prova que dona el text és la gran quantitat de rècords batuts en els últims mesos. Hem comprovat que l'alumnat que té el fonament científic interioritzat («la disminució del fregament augmenta la velocitat») és capaç de detectar informacions en el text que confirmen la seva idea i d'argumentar-les, tot i que té dificultats per distingir si són dades, opinions, arguments científics o evidències.

Alguns alumnes, a partir de saber que el material és de neoprè, parlen de la seva facilitat de lliscament i de la compressió que fa sobre el cos tot disminuint les irregularitats de la pell. Altres alumnes se centren en la flotabilitat per argumentar l'augment de la velocitat. Hi ha alguns alumnes que citen la millora en la flotabilitat com a causa de l'augment de la velocitat, però no ho saben argumentar, per tant, pot ser que la idea científica no la tinguin clara, és possible que hagin identificat la flotabilitat com a tret rellevant ja que és un dels pocs termes científics del text. Alguns alumnes justifiquen que el banyador Speedo contribueix a la

millora de la velocitat amb l'argument de l'augment de rècords olímpics; per tant, diríem que han sabut identificar una evidència en el text.

8.3. Anàlisi de les idees científiques i de les dades que utilitzen els alumnes en la seva argumentació i detecció de les diferències en funció dels coneixements de ciència i de l'edat dels alumnes

8.3.1 Anàlisi de les idees científiques dels alumnes en la seva argumentació

En la publicació 1 i 2 detectàrem que la majoria de l'alumnat argumentava sobre el contingut del document a partir de les seves idees prèvies, sense relacionar-les amb els aprenentatges realitzats a classe de ciències. L'alumnat mostrava moltes dificultats per establir connexions amb els continguts científics que coneixien. Inicialment pensaven en els productes per realitzar grafit sobre vidres com a pintures i creien que el problema es podia resoldre trobant un compost que dissolgués aquestes "pintades". Tampoc pensaven a relacionar el món macroscòpic de què parlava l'article (propietats del vidre), amb el món microscòpic (estructura d'aquest material), ni per explicar el fet, ni per pensar solucions. En el moment en què se'ls va donar algunes pistes i se'ls va animar a establir aquestes relacions fou quan detectaren contradiccions entre el coneixement científic i les idees que l'autor/a exposava en l'article. Un cop detectada aquesta dificultat per connectar la ciència escolar amb la vida quotidiana, en la tercera publicació ens plantejàrem l'anàlisi de les dificultats concretes que hi havia, i si estaven relacionades amb l'edat dels alumnes o amb els seus coneixements de ciència.

En la publicació 3 es treballà una activitat relacionada amb l'energia. En aquesta publicació s'analitzà quines idees científiques utilitzaven els alumnes en la seva argumentació sobre el problema plantejat («¿Google contamina?»), tant abans com després de la lectura de l'article. A més s'estudià si hi havia diferències en funció de l'edat i dels coneixements científics. Com que el tema d'energia es treballa en diferents cursos del currículum de ciències (2n ESO, 4 ESO i 1r batxillerat), ens semblava adequat passar l'activitat en alumnes que tenien uns coneixements inicials del tema (2n ESO, 12-13 anys) i alumnes que disposaven de més coneixements sobre energia (1r batxillerat científic i 1r batxillerat humanístic, 16-17 anys).

Per poder analitzar les idees científiques que aplicaven els alumnes en els seus textos argumentatius es va dissenyar una rúbrica que ens permeté diferenciar els diferents graus d'aplicació de les idees principals de ciència (vid. Taula 7). Els resultats mostraren que hi havia diferències en les idees científiques que utilitzaven els alumnes en els seus textos argumentatius abans i després de llegir l'article.

Taula 7. Identificació de les idees principals de ciència

Categoria	Nivells
<p>Cat 1. Identificació de les idees principals de ciència</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. No identifica que és un problema d'energia o problema energia sense anomenar cap idea científica 2. Identifica algunes de les idees científiques (fonts energia, transformació d'energia, transferència d'energia en forma de calor o degradació de l'energia) però no justifica científicament la relació CO₂ i energia. 3. Identifica algunes de les idees científiques (fonts energia, transformació d'energia, transferència d'energia en forma de calor o degradació de l'energia) i justifica científicament la relació CO₂ i energia (emissió de CO₂ relacionat amb la crema de combustibles fòssils, etc.). 4. Identifica totes les idees científiques (fonts energia, transformació d'energia, transferència d'energia en forma de calor o degradació de l'energia i justifica científicament la relació CO₂ i energia).

Abans de llegir el text i treballar l'activitat, es va demanar als alumnes que llegissin el títol («¿Google contamina?») i el subtítol «La Universidad de Harvard asegura que las búsquedas contribuyen al calentamiento global y el buscador lo niega» i argumentessin la seva opinió. Ens trobarem amb respostes molt diverses, tot i que majoritàriament els textos eren molt curts. Des de l'alumnat que ràpidament es posicionava, tant a favor com en contra, sense fonamentar científicament la seva opinió —«Google contamina perquè els estudis de Harvard ho han demostrat i han fet un estudi detallat de la situació» (13-14 anys i 16-17 anys) o «No pot ser que Google contami ja que molta gent l'utilitza» (13, 14 anys i 16-17 anys)—, a d'altres alumnes que pensaven que no tenien prou informació per emetre un judici i preferien no opinar: «No ho sé ja que encara no he llegit l'article i no tinc coneixements sobre com afecta Google a l'escalfament global» (16-17 anys). La majoria d'alumnes mostraren dificultats per activar els seus coneixements de ciència i no detectaven que es tractava d'un problema d'energia, per tant no connectaven la ciència escolar a un problema real. Aquesta identificació de les idees principals de ciència eren independents del curs i dels coneixements de ciència de l'alumnat ($p=0,0586$) (vid. Taula 8).

Taula 8. Identificació de les idees principals de ciència utilitzades per argumentar abans de la lectura en funció de l'edat i coneixements de ciència (N=117)

Estudiants	Nivell 1 (%)	Nivell 2 (%)	Nivell 3 (%)	Nivell 4 (%)
13-14 anys	93,5	1,6	4,9	0
16-17 anys científic	84,6	0	15,4	0
16-17 anys humanístic	86,6	10	3,3	0

Pocs alumnes identificaven algunes de les idees científiques rellevants i justificaven científicament la relació entre l'emissió de CO₂ i la crema de combustibles fòssils (nivell 3). Cal remarcar que cap alumne/a identificà i relacionà científicament totes les idees científiques estudiades (nivell 4).

Un cop els alumnes llegiren el text i realitzaren l'activitat, milloraren les seves produccions escrites, i escriviren textos argumentatius més fonamentats. Per poder escriure els seus textos argumentatius finals era molt important que l'alumnat identificués les afirmacions del text que anaven relacionades amb el problema plantejat. Pràcticament tots els alumnes identificaren l'afirmació «Google necessita molta energia per funcionar», però mostraven dificultats per identificar altres afirmacions importants del text: «Google necessita energia per refrigerar els servidors», «Google treballa amb una seu amb molta eficiència energètica» o «la rapidesa de les cerques». El fet que l'alumnat no detectés aquestes afirmacions implicava que no acabava d'activar les seves idees científiques.

També observarem que, malgrat que l'afirmació que «Google necessita molta energia per funcionar» era majoritàriament detectada, no tots els alumnes ho relacionaven amb la idea científica. S'adonaren que l'energia que consumeix Google s'utilitza tant per al funcionament de l'ordinador com dels servidors, i que s'obté de fonts que en bona part comporten la crema de combustibles fòssils, que donen lloc al CO₂. Una altra idea que costava molt d'activar era la de transferència d'energia en forma de calor; malgrat que hi havia alumnes que citaven la frase del text que hi anava relacionada —«Google necessita energia per refrigerar els servidors»—, mostraren dificultats per extreure la idea científica. Així, doncs, el fet de citar en els textos argumentatius frases rellevants del text, que teòricament els hauria de donar pistes sobre el problema plantejat, no sempre implicava que activessin les idees científiques

relacionades (crema de combustibles fòssils, transferència d'energia en forma de calor, eficiència energètica i eficàcia).

En la taula 9 es mostra el nivell de les idees principals de ciència utilitzades pels alumnes després de la lectura.

Taula 9. Identificació de les idees principals de ciència utilitzades per argumentar després de la lectura en funció de l'edat i coneixements de ciència (N=117)

Estudiants	Nivell 1 (%)	Nivell 2 (%)	Nivell 3 (%)	Nivell 4 (%)
13-14 anys	55,7	18	24,6	1,6
16-17 anys humanístic	30	30	30	10
16-17 anys ciències	7,7	46,2	23,1	23,1

Els alumnes de nivell 4 són aquells que han identificat totes les afirmacions de l'article («Google necessita molta energia per funcionar», «Google necessita energia per refrigerar els servidors», «Google treballa amb una seu amb molta eficiència energètica» i «Rapidesa en les cerques») i les han connectat amb les idees científiques relacionades.

En aquest cas sí que s'observa que la identificació de les idees principals de ciència són diferents en funció de l'edat ($p < 0,001$), cosa que indica que la lectura de l'article ha ajudat els alumnes més grans a utilitzar-les en la seva argumentació.

La majoria dels alumnes de 13-14 anys es troben en un nivell 1 i 2 (73,7%), i no connecten quina és la relació entre energia i emissió de CO₂: «La meua idea és que Google contamina (...). Quan una persona fa una cerca, el contingut d'aquesta cerca va a diferents servidors de tot el món, situats a molts km de distància, es gasta molta energia i es genera CO₂. Una prova de la utilització de molts servidors és l'alta velocitat amb què es realitza una cerca (...)» (nivell 2, 13-14 anys). Els textos dels alumnes de 13-14 anys, en la majoria dels casos, mostren un coneixement de ciència no del tot integrat, i confonen idees o no les verbalitzen, fet que fa que no quedi clar si les comprenen. Alguns alumnes confonen eficiència (poca degradació d'energia) i eficàcia (alta velocitat de cerques): «(...) Google per funcionar amb una bona eficiència, ha de consumir moltíssima energia. Ja que els servidors necessiten molta energia (...)» (13-14 anys). Hi ha alumnes que citen algunes idees científiques estudiades, com, per

exemple, la contaminació per CO₂ i la transferència d'energia, però no les tenen ben integrades i a l'hora d'escriure les confonen: «La meua idea és afirmar que Google contribueix a l'escalfament global, i les raons perquè ho afirmo són que a cada cerca l'ordinador s'escalfa i per això genera CO₂ (...)» (13-14 anys, barem 2). Alguns alumnes no tenen clar que l'emissió de CO₂ només prové de la crema de combustibles fòssils, i parlen que el CO₂ prové de centrals nuclears: «Google contamina degut a la quantitat d'energia que els seus servidors consumeixen per realitzar cada recerca a més a més de la que necessiten per refredar-se. D'aquesta manera contribueix a les emissions de CO₂ a l'atmosfera, ja que l'energia que els servidors utilitzen prové de centrals nuclears, que emeten aquest gas (...)» (13-14 anys, opció humanístic). Només un 26,3 % de l'alumnat de 13-14 anys es troba en el nivell 3 i 4 i és capaç de relacionar el consum d'energia amb l'emissió de CO₂.

Pel que fa a l'alumnat de 16-17 anys, si comparem els resultats dels alumnes de l'opció de ciències i de l'humanístic, no s'han detectat diferències significatives ($p=0,101$), però si ens fixem només en les respostes del nivell 3 i 4, detectem que en el cas dels alumnes de ciències, la meitat (50%) es troba en el nivell més alt 4 (vid. Taula 5), i són capaços d'identificar tots els conceptes claus del tema (fonts d'energia, transferència d'energia en forma de calor, transformació d'energia, degradació d'energia) i relacionar-los amb les idees científiques pertinents. En canvi en el cas dels alumnes de l'opció humanística, la majoria (75%) es troba en el nivell 3 (identifiquen algunes de les idees-clau del tema però no totes i justifiquen la relació entre CO₂ i energia a partir de la crema de combustibles fòssils, etc.). Un exemple seria: «La resposta segons el meu punt de vista és que sí. Google utilitza uns potents servidors per oferir resultats de cada recerca. Com tothom sap, tota màquina ja sigui ordinadors o un tren necessita energia per funcionar. I d'on la treu, doncs de centrals tèrmiques (...)» (nivell 3, 16-17 anys, opció humanístic). Aquest alumne no parla de l'energia que es necessita per a la refrigeració.

En el text argumentatiu final els alumnes de nivell 4 identifiquen totes les afirmacions rellevants de l'article, i les justifiquen a partir dels seus coneixements sobre energia. Un exemple d'argumentació és:

«Google contamina, és un fet. Jo no incidiré en la quantitat de CO₂ que emet al medi ambient, sinó més aviat en quins factors que fan segur que Google sigui una entitat contaminant. Google té servidors, grans processadors, distribuïts arreu del món. S'alimenten d'energia, obtinguda a partir de centrals elèctriques que necessiten carbó per escalfar l'aigua i fer que el vapor generi energia elèctrica. A més aquests processadors s'escalfen i necessiten refrigerar-se, i per refrigerar-se també es gasta energia.

»Un altre punt important que ens indica que Google contamina és la rapidesa de les cerques que fem. Una recerca no s'envia a un sol servidor, sinó a milers distribuïts arreu del món, i el primer a trobar resposta ens l'envia. Així no s'utilitza un, sinó diversos servidors per a la mateixa recerca, i fa un treball ràpid amb eficàcia. (...)» (nivell 4, 16-17 anys, opció ciències).

Les idees que més han costat a l'alumnat d'integrar en la seva argumentació són les relacionades amb l'energia necessària per refrigerar els servidors, l'eficiència energètica i l'eficàcia, malgrat que apareixen en la notícia.

En comparar l'explicitació d'idees científiques dels alumnes abans i després de la lectura del text s'observa una evolució de les idees científiques (Taula 10). Hi ha alumnes en què no s'observa cap evolució, això és més accentuat en els alumnes de 13-14 anys, un 59,6 dels quals continuen estant en el nivell 1 en el text argumentatiu final, segurament a causa del fet que les idees que recull el text no eren significatives per a ells i no tenien coneixements suficients per justificar la seva rellevància. També s'observa que l'alumnat del batxillerat, opció científica, són els que mostren major evolució de les idees científiques.

Taula 10. Taula de contingència, categoria 1 (abans) vs. categoria 1 (després) en funció de l'edat i coneixements de ciència (N=117)

2n ESO (61)		Categoria 1, després (%)			
Categoria 1, abans (%)	Nivell 1	Nivell 2	Nivell 3	Nivell 4	
Nivell 1	59,6	17,5	22,9	0	
Nivell 2	0	100	0	0	
Nivell 3	0	0	66,7	33,33	

BTX humanístic (N=30)		Categoria 1, després (%)			
Categoria 1, abans (%)	Nivell 1	Nivell 2	Nivell 3	Nivell 4	
Nivell 1	30,76	30,76	26,9	11,53	
Nivell 2	0	33,3	66,7	0	
Nivell 3	100	0	0	0	

BTX científic (N=36)		Categoria 1, després (%)			
Categoria 1, abans (%)	Nivell 1	Nivell 2	Nivell 3	Nivell 4	
Nivell 1	9,1	45,45	18,18	27,27	
Nivell 2	0	50	50	0	
Nivell 3	0	50	50	0	

8.3.2 Anàlisi de la utilització de les dades del text i d'altres fonts

Un altre aspecte que ens semblava important d'analitzar era quines dades utilitzen els alumnes en els seus textos argumentatius finals, i de quina font extreuen les dades que hi incorporen (Internet, article llegit, etc.).

Per poder analitzar les dades que aplicaven els alumnes en els seus textos vàrem dissenyar una rúbrica a partir de les mateixes respostes de l'alumnat (vid. Taula 11).

Taula 11. Utilització de les dades del text i altres fonts

Categoria	Nivells
Cat 2. Utilització de les dades del text i altres fonts	<ol style="list-style-type: none"> 1. No utilitza cap dada 2. Utilitza dades qualitatives o/i quantitatives amb unitats no adequades o utilitza dades del text no rellevants 3. Utilitza dades rellevants del text, quantitatives i/o qualitatives, amb les unitats adequades. 4. Utilitza dades rellevants, quantitatives i/o qualitatives, del text i altres fonts amb les unitats adequades.

Els resultats indiquen que la utilització de dades en el text argumentatiu final és diferent en funció de l'edat i dels coneixements de ciència, i presenten distribucions diferents ($p=0,0066$) (vid. Taula 12).

Taula 12. Utilització de les dades per argumentar després de la lectura en funció de l'edat i coneixements de ciència (N=117)

Estudiants	Nivell 1 (%)	Nivell 2 (%)	Nivell 3 (%)	Nivell 4 (%)
13-14 anys	57,4	16,4	24,6	1,6
16-17 anys humanístic	30	13,3	50	6,7
16-17 anys ciències	23	27	34,6	15,4

La majoria dels alumnes de 13-14 anys (73,8%) no utilitzen cap tipus de dada o bé en citen d'irrellevants (nivell 1 i 2). Aquests alumnes no citen els grams d'emissió de CO₂ per cerca i han fonamentat els seus arguments amb altres dades de la notícia provinents d'analogies amb fets de la vida quotidiana, com, per exemple, «Google contamina com 9.333 cotxes en recórrer un quilòmetre» o «Google contamina ja que

produeix tant CO₂ com quan poses a bullir una tetera». Per tant, podem inferir que l'alumnat té dificultats per identificar dades rellevants referides a magnituds i unitats.

Pel que fa a l'alumnat de 16-17 anys, si comparem els resultats dels alumnes de l'opció de ciències i d'humanístic s'han detectat diferències significatives. Si ens fixem en les respostes del nivell 4, detectem que en el cas dels alumnes de ciències un 15,4 % es troba en el nivell més alt, i són capaços d'utilitzar dades del text i d'Internet, davant del 6,7 % dels alumnes de l'opció d'humanístic que es troben en aquesta situació. Un exemple del nivell 4 el trobem en aquest alumne que és capaç d'"utilitzar dades del text": «Segons l'estudi que surt en el diari *La Vanguardia*, una cerca emet de mitjana 7 mg de CO₂. Aquesta quantitat no és gaire gran si estiguéssim parlant de poques cerques. Ara bé, la pàgina web rep diàriament uns 200 milions de visites. No cal fer la multiplicació per veure que ens dona un nombre molt elevat de grams de CO₂ (...); "comparar dades de diferents fonts": «(...) hem trobat pàgines a Internet on diuen que les emissions assoleixen els 7 g de CO₂ per cerca i n'hi ha d'altres que parlen de mil·ligrams. A més, també tenim l'opinió de Google, que redueix a menys d'un terç la quantitat dita per l'estudi de la prestigiosa Universitat de CO₂ que s'emet en realitzar una recerca. Google parla de 0,2», i "buscar dades a altres fonts": «Google ha començat a involucrar-se en diferents moviments ecologistes fent donacions. A més, per poder fer callar les veus que els acusaven d'obtenir energia dels seus servidors de fonts no renovables, Google ha contractat subministrament d'energia pels propers 20 anys a una empresa, NextEra Energy Inc. L'empresa informàtica va invertir uns 33.8 milions de dòlars en dos parcs eòlics. (...)» (nivell 4, 16-17 anys, anys opció ciències).

Hem detectat que hi ha alumnes de 16-17 anys de nivell 2, que, tot i que identifiquen la dada rellevant del text, és a dir, els grams d'emissió de CO₂ a l'atmosfera, l'expressen en unitats diferents a les que surt a la notícia. Aquests alumnes en fer la recerca a Internet han trobat que el valor que sortia en diferents pàgines era de 7 g per cerca (en compte dels set mil·ligrams que es diu a la notícia) i així ho han escrit en el text final, sense especificar que la font no era l'article, ni tampoc valorar críticament que 7 g per cerca és un número molt alt. Així, doncs, en el cas de l'alumnat de 16-17 anys no és tant un problema de saber identificar les dades rellevants, sinó de saber analitzar-ne críticament el valor i especificar la font d'on extreuen la informació.

Cal remarcar la poca importància que donen els alumnes a l'ús de dades per argumentar les seves idees en el text final. Malgrat que a priori pensàvem que l'alumnat utilitzaria moltes dades numèriques per reforçar les seves idees, ja que en l'article en surten sobre l'emissió de CO₂, només un 53,6 % dels alumnes de 16-17 anys i un 26,2 %

de l'alumnat de 13-14 anys utilitza les dades adequadament en la seva argumentació (nivell 3,4).

8.4. Identificació de diferents perfils de lectors d'articles de diari

Per tal de respondre l'objectiu 4 de la recerca ens hem basat en la publicació 3. Hem aplicat els nivells de la rúbrica de la Taula 13 a l'anàlisi dels textos argumentatius finals escrits pels alumnes. La distribució de freqüència dels diferents perfils definits es recull a la Taula 14.

Taula 13. Perfils de lectors d'articles de diari

Categoria	Nivells
Cat 3. Perfils de lectors d'articles de diari	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reprodueix la informació que llegeix en el diari sense contrastar-la amb altres fonts o les seves pròpies idees (lector crèdul). 2. Argumenta a partir de les seves creences sense tenir en compte la informació llegida (lector ideològic). 3. Contrasta la informació llegida amb els seus coneixements de ciència i amb la informació trobada en altres fonts (lector crític).

Taula 14. Perfils de lectors en funció de l'edat i coneixements de ciència (N=117)

Estudiants	1. Lector crèdul (%)	2. Lector ideològic (%)	3. Lector crític (%)
13-14 anys	73,8	19,7	6,6
16-17 anys humanístic	73,3	16,7	10
16-17 anys ciències	61,5	19,2	19,2

Els resultats mostren que el tipus de perfil de lector és independent del curs i dels coneixements de ciència, i tots presenten distribucions similars ($p=0,564$).

La major part dels alumnes respon al perfil 1 (lector crèdul), i només un 10,3 % de l'alumnat està en el perfil 3 (lector crític). No obstant això, sembla que en el grup d'alumnes de 16-17 anys de ciències hi ha un major percentatge d'alumnes en el nivell 3, malgrat que no arriba a ser significatiu per culpa de la mida mostral.

Els alumnes del perfil 1 (lector crèdul) no comparen les dades del text amb altres fonts. Aquests alumnes, per redactar el seu text argumentatiu final, confien en les informacions i dades que surten en el diari que teòricament provenen de la Universitat de Harvard, tot i que a Internet han trobat dades diferents. Un exemple d'aquest tipus de text és: «La resposta a la pregunta anterior la trobarem en aquest text. Potser us semblarà una mica estrany que Google contami, però heu de saber que la universitat de Harvard (Estats Units) ha realitzat un estudi en el qual afirma que el popular buscador contribueix a l'escalfament global del planeta. (...) La principal dada que ofereix la universitat de Harvard és que 1 cerca estàndard produeix 7 mg de CO₂ (...)» (13-14 anys).

L'alumnat que està en el perfil 2 (lector ideològic), malgrat que troba dades numèriques diferents a Internet, té un posicionament ideològic inicial molt fort i argumenta a partir d'aquest posicionament. Aquests alumnes activen les seves idees científiques en llegir el text però no les comparen amb dades trobades en altres fonts, i fan conclusions a partir de les seves idees. Hem identificat dos tipus de posicionaments ideològics, que hem anomenat "ecologistes" i "defensors de noves tecnologies".

Els alumnes "ecologistes" quan argumenten afirmen que Google és el culpable de l'escalfament global. Aquests alumnes quan fan la cerca a Internet només busquen pàgines d'ecologia per trobar arguments que confirmen el seu punt de partida. A continuació donem un exemple de text de perfil 2 ecologista d'una alumna que tot i posicionar-se clarament, identifica i accepta arguments del punt de vista contrari: «Jo penso que l'empresa de Google és una de les empreses que fan que es provoqui l'efecte hivernacle destrossant l'atmosfera a l'expulsar CO₂ per culpa que els seus servidors necessiten una gran quantitat d'energia per funcionar i refrigerar-se. Com queestic a favor que Google contamina,estic més a favor dels 7 mg de CO₂ que diu la Universitat de Harvard, que no pas el que diu Google. A més també ho afirma una pàgina web d'ecologia (www.ecologiaverde.com). Google contamina igual que 9333 cotxes en un dia per quilòmetre. Els arguments en contra de la meva idea poden ser que Google té propers plans pel futur, com refrigerar els servidors amb l'aigua del mar, i que abans de l'existència d'Internet es contaminava més a l'utilitzar el transport públic i es perdia molt de temps» (13-14 anys).

Hi ha un altre grup d'alumnes de perfil 2 que són defensors de les noves tecnologies, i que les defensen independentment de la informació que llegeixen. Diuen: «Crec que encara que Google contamina en més o menys quantitat és una eina molt útil avui en dia i que, potser, per cada cerca que fem contaminem, però també contaminen moltes altres coses que poden no ser-nos tan útils i ningú no les recrimina. Per tant, crec que podríem reduir les recerques sense sentit que fem de tant en tant però per contaminar menys el que hauríem de fer és reduir la contaminació per altres llocs també. A més, un dels arguments que dona Google crec que és molt contundent, ja que l'empresa va invertir l'any passat 33,6 milions d'euros en projectes d'energies renovables i una empresa no gasta tants diners en una cosa en què no creu o està en contra» (16-17 anys). Aquesta alumna no compara les dades d'emissió de l'article amb altres fonts, ni analitza les intencions de l'autor que ha escrit la notícia, sinó que concentra els seus arguments en la defensa de Google.

Només un 14,7 % dels alumnes de 16-17 anys i un 6,6% de 13-14 anys és crític, perfil 3. Aquests alumnes contrasten les dades o proves aportades pel diari amb les que troben a Internet i dedueixen la seva valoració tenint en compte els seus coneixements de ciència. Aquests alumnes s'adonen que hi ha diferències entre les dades d'emissió de CO₂ que surten a la notícia, teòricament donades per la universitat de Harvard, i les dades trobades en altres fonts, i en el text argumentatiu final comenten aquestes diferències. Nou alumnes de 16-17 anys van trobar a Internet l'origen de la notícia, i en el text argumentatiu final comenten que ha estat el diari *The Times* el que va iniciar la polèmica. Aquest diari va interpretar un estudi de la Universitat d'una manera que el seu autor va dir que no era del tot correcte. Un exemple de text d'un alumne de perfil crític és: «Sembla que el gegant californià Google Corporation TM, els productes del qual utilitzem en el nostre dia a dia, és acusat de ser responsable de l'abocament de més de 7 g de CO₂ al medi ambient per cada recerca. Resulta ser, però, que l'estudi realitzat per Harvard no esmenta en cap moment a Google, ni molt menys afirma que produeixi 7 g de CO₂ per cada recerca. Sembla que el prestigiós diari londinenc *The Times* va voler atacar per motius que només ells coneixen Google Corporation TM.

»Segons Google, només 0,02 g de CO₂ són abocats per cerca, i no 7 g com afirmava el prestigiós diari. Wissner-Gross, científic a qui s'atribueixen aquestes declaracions, així ho declarava a CNET: "Harvard va realitzar un estudi general de les cerques a Internet, però en cap moment es va mencionar o investigar Google". *The Times* es defensava d'aquestes acusacions al·legant que s'havien malinterpretat les seves publicacions, però la forma amb què estan escrites no dona gaire lloc a les interpretacions. De fet, Google

Corporation és coneguda per haver-se involucrat en un conjunt de campanyes ecològiques per tal de reduir les emissions de gas contaminant.

»De manera que sí, Google contamina però no tant com molts afirmen. No obstant, si multipliquem els 0,02 g per totes les cerques que es fan en un dia, pels servidors que s'utilitzen per cerca i, pel nombre de fonts d'electricitat que utilitza cada ordinador, la xifra és gegantina» (16-17 anys).

Aquest alumne, abans de llegir la notícia, no s'havia posicionat davant la pregunta «¿Google contamina?» adduint que li faltava informació per poder fer-ho. Després de la lectura ha pres un posicionament crític. Excepte en un cas, tots els altres alumnes que al principi de l'activitat, llegint el títol i el subtítol, no s'havien posicionat dient que els faltava informació, en el text argumentatiu final responen al perfil crític. Per tant, podem deduir que la predisposició amb què es comença a llegir una notícia pot condicionar el posicionament final.

Un altre aspecte que ens semblava important analitzar era si l'alumnat que era més crític amb la informació havien obtingut un barem més alt en l'activació de les idees de ciències en el text argumentatiu final. Hem vist que hi ha una associació entre el nivell d'activació de les idees científiques i la lectura crítica, tant amb els alumnes de 13-14 anys ($p=0,036$) com amb els de 16-17 anys ($p=0,032$). Els alumnes que es troben en un barem més alt de ciència tendeixen a ser més crítics (vid. Taula 15).

Taula 15. Taula de contingència, categoria 1 (després) vs. categoria 3 (N=117)

Categoria 1: Idees principals (%)	Categoria 3: Perfils de lectors d'articles de diari (%)		
	Nivell 1	Nivell 2	Nivell 3
Nivell 1	71,1	24,4	4,5
Nivell 2	87,5	3,1	9,4
Nivell 3	63,3	23,3	13,3
Nivell 4	40	30	30

9. Conclusions i implicacions

Les conclusions es presenten en funció dels objectius plantejats (9.1, 9.2, 9.3 i 9.4). També es presenten unes conclusions finals de tota la recerca (9.5).

9.1. El disseny de les activitats de lectura crítica de notícies de diari amb contingut científic

El qüestionari-crític dissenyat a partir dels «Elements de lectura crítica de ciències» (vid. Taula 2) i la rúbrica basada en els indicadors Paul i Elder (2005) (table 3) s'han mostrat molt útils, tant per ajudar l'alumnat a llegir críticament com per detectar les dificultats que mostra l'alumnat en la lectura crítica. Si volem ajudar el nostre alumnat a ser crítics hem de saber les dificultats que tenen i a partir d'aquestes treballar-ho. Els diferents nivells identificats són una eina útil per descriure les passes que hauria de seguir un alumne per arribar al nivell màxim de cadascun dels indicadors i promoure, alhora, la capacitat de llegir ciència críticament. En aquest sentit animem el professorat a treballar activitats de lectura crítica i a utilitzar la Taula 2 per detectar les dificultats i els encerts del seu alumnat i a partir d'aquests promoure la progressió de cada alumne cap a nivells superiors.

Les diferents estratègies utilitzades han ajudat a fer una anàlisi més exhaustiva dels articles de premsa (el disseny d'un qüestionari-tipus encaminat a llegir críticament, consideració de les tres fases del procés lector, el treball cooperatiu, la coavaluació i l'autoregulació dels aprenentatges, les pautes per analitzar el contingut científic del text i les cerques a Internet). Creiem que el fet que la majoria de l'activitat es realitzà en grups podria haver contribuït a una millor anàlisi i a la reflexió sobre les tasques. Existeixen nombrosos estudis que mostren que els estudiants aprenen més eficaçment quan hi ha una participació activa en l'activitat a través del debat, el diàleg i la interacció (Alexander, 2008; Chi, 2009; Mercer & Littleton, 2007). La coavaluació de les produccions ha ajudat a suggerir noves reflexions o millores als companys i companyes avaluats. Valorem com a molt important que l'activitat finalitzi amb la realització d'alguna activitat en què els estudiants hagin de comunicar les conclusions a les quals han arribat, argumentant-les, i que autoavaluïn la seva producció. El fet de parlar o escriure els ajuda a reorganitzar les idees, a tenir en compte el model científic de referència, i a interioritzar-les. La seqüència de tasques proposada en cada activitat, que han fet de guia per analitzar el contingut científic, és un altre dels aspectes-clau per a un bon funcionament d'aquest tipus d'activitats. És important ajudar l'alumnat a analitzar el contingut científic del text amb pautes que l'encaminin, per tal que a poc a

poc ho pugui anar fent de manera autònoma. La recerques a Internet han contribuït a contrastar la informació i a adonar-se que la informació pot variar en funció de la font i que cal validar-les a partir de criteris propis, però fonamentats. Per tant, valorem positivament que en les activitats de lectura crítica d'articles de diari es contrasti la informació amb altres fonts.

També assenyallem que, almenys en les primeres activitats d'aquest tipus que es duguin a terme, cal ajudar els alumnes a connectar el món sobre el que llegeixen amb el món de la ciència. Sorpren que, malgrat realitzar-les en el marc de les classes de ciències, no ho sàpiguen fer de manera espontània. Però quan reconeixen la connexió i se'ls possibilita buscar i trobar informacions complementàries útils per fonamentar millor la seva opinió, se senten molt motivats.

Podem concloure que les activitats de lectura crítica analitzades han ajudat a connectar diferents conceptes estudiats a la classe de ciències i a aplicar-los a l'anàlisi d'un problema real. Valorem la importància de fer-ho en el marc de les classes de ciències orientades a l'ensenyament de models teòrics específics, ja que és a través de la disciplina concreta on el professor pot donar pautes que serveixin de crossa per anar apropant la ciència escolar a la vida quotidiana, tot fomentant el pensament crític (Brown, 1997; Kennedy, Fisher & Ennis, 1991).

Després de la realització d'aquestes activitats l'alumnat va demanar fer-ne més de similars, cosa que ens permet afirmar que es va captar el seu interès per a la lectura de textos d'actualitat i de la seva anàlisi crítica, a partir de l'aplicació dels coneixements científics apresos o en procés d'aprenentatge. Fet que suggereix que aquests tipus d'activitats són motivadores per a l'alumnat (Nolen, 2003).

9.2. L'anàlisi de les dificultats dels alumnes per llegir críticament articles de premsa amb contingut científic

Les respostes de l'alumnat mostren que no és fàcil aplicar un pensament crític a l'anàlisi de textos. D'acord amb Phillips & Norris (1999), la majoria dels estudiants accepten, a priori, les informacions del text i implícitament confien en els autors.

Hem identificat que hi ha aspectes del pensament crític en què l'alumnat mostra majors dificultats: la identificació del propòsit de l'autor/a i la recerca d'evidències en un text que siguin significatives per poder validar la informació que aporten els diferents documents consultats, ja que a priori tots pensen que la informació escrita és sempre certa i imparcial. Pensem que a través de treballar diferents activitats de lectura crítica

amb textos de diverses fonts (Internet, diari, revistes, etc.), els alumnes podran desenvolupar millor aquesta capacitat i aprendre a llegir críticament. També hem observat la dificultat que tenen els alumnes per connectar la ciència escolar amb la ciència de la premsa, ja que en la majoria d'articles no es fan justificacions on s'identifiqui el model teòric científic en què es fonamenten, i això dificulta que els alumnes identifiquin evidències científiques en el text. Per tant, abans de llegir el text, és important treballar les diferències conceptuals que hi ha entre les dades, les opinions, els arguments i les proves científiques, tenint en compte el que significa cada un d'ells i pensar com s'obté cadascun (Roberts & Gott, 2006). La distinció entre aquests conceptes pot ajudar els estudiants a llegir més a fons i analitzar millor la informació.

Hem detectat també diferències significatives en algunes categories en funció de les activitats plantejades. Concretament en la categoria 4 («formulació d'una pregunta científica o un experiment») i en la categoria 5 («identificació de les dades, les evidències i els arguments científics en el text»). Quant a la categoria 4, l'alumnat mostra majors dificultats per formular una pregunta científica en relació amb una temàtica que no pas a dissenyar un experiment científic per comprovar una informació específica del text, tot i que s'ha vist que alguns alumnes tenen dificultats en el control de variables. Pensem que cal incidir més en la formulació de preguntes científiques a la classe de ciències (una dimensió que avalua el programa PISA, Programme for International Student Assessment of the Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD/PISA], 2006), per tal d'ajudar l'alumnat a pensar en totes les variables a tenir en compte, i fomentar en el laboratori que l'alumnat faci una anàlisi més reflexiva de les conclusions de l'experimentació i de si aquestes estan d'acord amb els objectius plantejats.

Pel que fa a la «Identificació de les dades i les evidències del text» (categoria 5), si el text no conté arguments científics, dades o evidències que validin la informació, l'alumnat fa suposicions no fonamentades i les consideren com a tals, ja que estan convençuts que la informació sempre està fonamentada. Per tant, es demostra la necessitat de la lectura de textos de diferents fonts (diaris, revistes divulgació científica, Internet, etc.) i de treballar la identificació de dades, d'evidències i d'arguments científics en aquestes fonts, ja que són les que llegirà el nostre alumnat al llarg de la seva vida.

9.3. Les idees científiques i les dades argumentals dels alumnes

Hem observat la dificultat que tenen els alumnes per connectar la ciència escolar amb la ciència que llegeixen a la premsa, ja que en la majoria d'articles no es fan justificacions on s'identifiqui el model teòric científic en què es fonamenten, i això dificulta que els alumnes identifiquin evidències científiques en el text. Per tant, serà important treballar, prèviament a la lectura dels textos, les diferències conceptuals que s'estableixen entre les dades, les opinions, els arguments científics i les evidències, tenint en compte què implica cada un i com s'obtenen (Roberts & Gott, 2006). La diferenciació d'aquests conceptes pot permetre a l'alumnat fer una lectura més exhaustiva i analitzar millor la informació.

Les respostes de l'alumnat mostren que la lectura del títol, el subtítol i l'observació d'imatges d'una notícia no és suficient per ajudar els alumnes a activar els seus coneixements de ciències. No hem detectat diferències significatives entre els alumnes de 13-14 anys i 16-17 anys, ni entre els alumnes de l'opció d'humanístic i de ciències. En canvi, pensem que aquest primer contacte amb el text acompanyat d'una reflexió col·lectiva que ajudi a connectar amb la ciència predisposa l'alumnat a llegir l'article relacionant-lo amb les seves idees d'energia, en el cas concret de la publicació 3.

Detectem que hi ha diferències significatives en el nivell de ciència dels textos que escriuen els alumnes de 13-14 anys i els alumnes de 16-17 anys després de llegir l'article. En el text argumentatiu final bastants alumnes de 16-17 anys justifiquen científicament la relació entre l'emissió de CO₂ i el consum d'energia, relació que en cap moment és explícita en l'article. La majoria d'alumnes que es troben en el nivell més alt de ciència corresponen als alumnes de 16-17 anys que han escollit l'opció de ciències, alguns d'aquests alumnes són capaços d'identificar tots els conceptes claus del tema (les fonts d'energia, la transferència d'energia en forma de calor, la transformació d'energia, la degradació d'energia) i relacionar-los amb les idees científiques pertinents. Per tant, s'observa que és necessari l'estudi de l'energia al llarg de l'escolaritat, ja que, malgrat que les idees-clau s'han presentat als 13-14 anys, són els alumnes més grans i de l'opció científica els que han estat capaços d'aplicar-los en un context real.

A través del text argumentatiu s'han identificat les idees científiques sobre energia que han activat els alumnes. S'observa que en el text argumentatiu final apareixen pocs arguments referits a l'eficiència i l'eficàcia del servidor. A la vegada, es detecta l'absència de la idea de la transferència d'energia en forma de calor malgrat que la notícia parlava de la necessitat de refrigerar els servidors. Per tant, encara que en l'article surt la idea de la transferència d'energia, els alumnes no han estat capaços

d'identificar-la i per això no ho han reflectit en els seus textos finals. Aquest fet ens fa pensar que l'alumnat no ha construït el concepte de transferència d'energia, tot i haver-lo treballat a les classes de ciències. Així, doncs, creiem que s'ha de treballar l'energia d'una altra manera per tal que l'alumnat pugui relacionar els conceptes que aprenen a l'aula a la vida real. Així estariem d'acord amb Papadouris (2008) en el sentit que és necessari treballar l'energia com a transferència d'una part del sistema a un altre, i deixar l'enfocament tradicional centrat exclusivament en formes d'energia.

Hem detectat que molts alumnes només identifiquen una afirmació en la notícia «Google consumeix energia», i argumenten a partir d'aquesta, sense buscar connexions amb les idees científiques relacionades o amb altres afirmacions del text que reforcin la seva idea. És necessari ajudar l'alumnat a trobar connexions entre les afirmacions i les idees científiques que hi van relacionades, ja que aquesta connexió no la fan de manera automàtica (McNeill, 2008). Per tant, una implicació didàctica seria que en els treballs de textos a l'aula, a més de cercar les afirmacions rellevants, hi hagi una discussió a l'aula al voltant de quina o quines idees científiques porten associades cada una d'aquestes afirmacions.

S'observa que l'alumnat mostra dificultats per utilitzar dades rellevants en el text argumentatiu final. S'han detectat diferències significatives entre l'alumnat de 13-14 anys i l'alumnat de 16-17 anys. Mentre que l'alumnat de 13-14 anys no identifica les dades rellevants del text, l'alumnat de 16-17 anys les identifica, però no les utilitza en el text argumentatiu final. Hem observat que els alumnes de 16-17 anys han donat molta importància al tipus de text que escrivien, i molt poca a utilitzar dades numèriques per reafirmar les seves idees. Això pot ser degut al fet que el text no s'ha escrit en la classe de física sinó en el marc d'una assignatura de divulgació científica, Ciències pel Món Contemporani. Caldria, doncs, aprofundir en la importància dels arguments quantitius quan es tracta d'expressar una fonamentació científica.

Tal com diu McNeill (2011), en una bona argumentació les dades han de ser apropiades i suficients per corroborar l'afirmació. Cal remarcar que l'alumnat que utilitza dades en el text argumentatiu final majoritàriament són de l'article, i molt pocs alumnes utilitzen dades i arguments d'Internet.

Una proposta per millorar la identificació de les afirmacions i dades rellevants en un text és que els estudiants a través d'un treball cooperatiu i d'interacció verbalitzin, discuteixin i consensuin la informació que considerin rellevant. Una vegada identificades i consensuades totes les dades i les afirmacions que apareixen en la notícia s'hauran de contrastar amb altres fonts amb l'objectiu trobar evidències que donin

suport a les afirmacions. Tal com diu Nicolaidou et al. (2011), la col·laboració entre companys millora la identificació i l'anàlisi d'evidències. En aquesta recerca s'ha fet un primer pas en aquesta línia, però això no es pot aconseguir amb una única activitat (Oliveras, Márquez, Sanmartí, 2001).

En resum, pensem que per aplicar els coneixements de ciències a un text (canvi químic, energia, dinàmica, etc.), s'han de tenir els conceptes de ciències ben construïts. L'alumnat que ha interioritzat el concepte d'energia des de la seva complexitat, ha pogut identificar les afirmacions i les dades rellevants del text i així activar les seves idees de ciència. Però no n'hi ha prou amb la interpretació científica del text, se'ls ha d'ajudar també a adquirir una postura crítica davant la informació que llegeixen (McClune, 2011; Nicolaidou et al., 2011). Ensenyar a analitzar críticament un article de premsa a l'aula és imprescindible si es vol que els nostres alumnes adquireixin els trets que ha de tenir un lector/a crític, i a la vegada sàpiguen més ciències i siguin més competents utilitzant el coneixement científic.

9.4. Identificació de perfils de lectors d'articles de premsa amb contingut científic

L'anàlisi dels textos argumentatius finals de l'alumnat ens permeté identificar el posicionament que tenien els alumnes davant del text. Hem vist diferents aproximacions (a favor de Harvard, a favor de Google, punts de vista intermedis, etc.). La majoria dels alumnes es creuen la informació escrita en el diari, malgrat que trobin altres dades en Internet o no coincideixin amb els seus coneixements de ciència (lector crèdul); això coincideix amb altres recerques (Phillips & Norris, 1999; Oliveras, Márquez & Sanmartí, 2011). Solament un 10,3 % de l'alumnat és crític amb la informació (lector crític) i la resta dels alumnes (18,8%) prioritza les seves idees sobre ecologia o sobre els beneficis de les noves tecnologies a la informació que llegeixen i, per tant, són lectors que hem anomenat "ideològics". Cal remarcar que els alumnes crítics en la fase prèvia de la lectura majoritàriament havien dit que no tenien prou informació per respondre la pregunta, i per tant tenien una postura oberta a la lectura. Tal com diu Yang (2004), sembla que la majoria dels estudiants creuen que el coneixement pot donar certes respostes a tots els problemes. És molt important llegir textos de diaris i d'altres fonts per ajudar l'alumnat a analitzar problemes reals des d'una perspectiva oberta i reflexiva.

S'ha detectat que la majoria d'alumnes, a excepció dels alumnes crítics, en el text argumentatiu final donen arguments del text, i pocs alumnes comenten la necessitat de tenir altres dades per contrastar la notícia, i així disposar d'evidències per poder

posicionar-se. És molt important que l'alumnat contrasti les dades de la premsa amb d'altres per tal de poder validar la informació que llegeixen. Creiem que aquest aspecte s'ha de treballar molt més en les classes de ciències, no n'hi ha prou a buscar dades a Internet, s'han de poder contrastar, analitzar, i discutir-les, tant amb els companys com amb el professorat, ja que la discussió ajuda a reflexionar sobre aquestes diferències.

En la nostra recerca hem observat que hi ha una associació entre el tipus de text argumentatiu que escriuen els alumnes i el nivell d'activació de les idees científiques. Així són els alumnes amb més alt raonament científic els que construeixen textos més ben escrits i viceversa. Creiem que fóra interessant que en properes recerques es pogués analitzar amb profunditat aquesta associació.

9.5. Conclusions finals

Els resultats de la recerca han demostrat que no és el mateix llegir críticament que llegir ciència críticament. És fonamental que davant un text l'alumnat es posi críticament, i sigui capaç d'identificar les idees principals, les evidències i els arguments que exposa i les intencions de l'autor; però si l'alumnat no compara els arguments científics amb els seu corresponent model de ciència, no podem dir que ha fet una lectura crítica de ciències.

En aquestes tres publicacions queda palès que plantejar activitats de lectura crítica a l'aula millora la capacitat de llegir críticament. Creiem que no n'hi ha prou a llegir textos a l'aula i fer preguntes sobre el seu contingut, cal ajudar l'alumnat a comprendre, valorar i reflexionar sobre el contingut científic de manera crítica. Pensem que la lectura de textos amb contingut científic de diferents fonts té un paper fonamental en l'aprenentatge de les ciències, no només per millorar la comprensió dels fenòmens, sinó també per ajudar l'alumnat a desenvolupar una sèrie de capacitats necessàries per interactuar amb el món i poder discutir amb arguments científics i amb esperit crític problemes de rellevància social.

Probablement serà necessària la conscienciació del professorat de secundària, que normalment es queixa de la manca de temps o de recursos per integrar noves propostes (Barnes, 2005), de la importància de desenvolupar el pensament crític a les aules. En aquesta recerca hem treballat amb professors de secundària que per primera vegada plantejaven activitats d'aquest tipus, aquest professorat ha manifestat que la discussió a l'aula dels fenòmens ha ajudat l'alumnat a millorar la qualitat del seu pensament, discussió que sempre ha d'estar regulada i guiada pel professor/a (Osborne, 2010 i Hayes & Devitt, 2008). Una altra característica que ha ajudat a millorar el pensament

crític de l'alumnat ha estat l'ús de problemes de la vida real, no només com a font de motivació, sinó també per a la construcció del coneixement científic (Paül, 1992; Ten Dam & Volman, 2004; Márquez & Prat, 2005; Prat et al., 2007).

És important constatar que els objectius associats a la lectura crítica no s'assoleixen en una única activitat i que, per tant, cal integrar-les de manera regular al llarg de l'escolaritat. Per poder aplicar els coneixements de ciència a un text, i així fer lectura crítica s'ha de tenir els conceptes ben construïts, però a la vegada també hem observat que el treball de les activitats de lectura a partir de notícies del diari ha ajudat a alguns alumnes a acabar d'interioritzar els conceptes científics apresos a l'aula. Animem a continuar treballant en aquesta línia, no només amb la premsa escrita sinó amb qualsevol tipus de text.

Secció IV

Bibliografia

Bibliografia

Aikenhead, G. S. (2005). «Science-based Occupations and the Science Curriculum: Concepts of Evidence». *Science Education*, 89 (2), 242-275.

Alexander, R. J. (2008). *Towards Dialogic Teaching: Rethinking Classroom Talk*. York: Dialogos.

Alonso, J. (2005). «Claves para la enseñanza de la comprensión lectora». *Revista de Educación*, núm. extraordinari, pp.63-93.

Baker, L.; Brown, A. L. (1984). «Metacognitive Skills and Reading». A: Pearson, P. D.; Barr, R.; Kamil, M. L.; Mosenthal, P. (eds.). *Handbook of Reading Research*. New York: Longman, pp. 353-394.

Barnes, A. (2005). «Critical Thinking Revisited: Its Past, Present, and Future». *New Directions for Community Colleges*, 130, 5-13.

Bartz, W. R. (2002). «Teaching Skepticism Via the CRITIC Acronym and the Skeptical Inquirer». *The Skeptical Inquirer*, 26 (5), 42-44.

Brown, A. (1997). «Transforming Schools Into Communities of Thinking and Learning About Serious Matters». *American Psychologist*, 52, 399-413.

Butler, B. (1995). «Using WWW/Mosaic To Support Classroom-based Education: An Experience Report». *Interpersonal Computing and Technology Journal*, 3 (1), 17-52.

Bybee, R. W. (1991). «Planet Earth in Crisis: How Should Science Educators Respond?». *The American Biology Teacher*, 53 (3), 146-153.

Cassany, D. (2006). *Tras las líneas: sobre la lectura contemporánea*. Barcelona: Anagrama.

Chi, M. T. H. (2009). «Active-Constructive-Interactive: A Conceptual Framework for Differentiating Learning Activities.» *Topics in Cognitive Science*, 1, 73-105.

Chisholm, D.; Kerr, R.; Jardine, P. (1992). «Some Energetic Thoughts». *Physics Education*, 27, 215-220.

Clark, D. B.; Slotta, J. D. (2000). «Evaluating Media-enhancement and Source Authority on the Internet: The Knowledge Integration Environment». *International Journal of Science Education*, 22 (8), 859-871.

Colomer, T. (2002). «La enseñanza y el aprendizaje de la comprensión lectora». A: Lomas, C. (ed.). *El aprendizaje de la comunicación en las aulas*. Barcelona: Paidós, pp. 85- 106.

Conneerly, D. (2006). *Teaching Critical Thinking Skills to Fourth Grade Students Identified as Gifted and Talented*. [www.criticalthinking.org/research/index.cfm]

Craig, M. T.; Yore, L. D. (1996). «Middle School Students'awareness of Strategies for Resolving Reading Comprehension Difficulties in Science Reading». *Journal of Research in Development in Education*, 29, 226-238.

Da Silva, C.; Almeida, M. J.(1998). «Condicoes de producao da leitura em aulas de física no ensino médio: um estudo de caso». A: Almeida, M. J.; Da Silva, C. (eds.). *Linguagens, leituras e ensino da ciencias*. Campinas: Associação de Leitura do Brasil.

Dansereau, D. (1987). «Transfer From Cooperative to Individual Studying». *Journal of Reading*, 30 (7), 614-619.

Dawson, V.; Venville, G. J. (2009). «High-school Students' Informal Reasoning and Argumentation About Biotechnology: An Indicator of Scientific Literacy?». *International Journal of Science Education*, 31 (11), 1421-1445.

Domenech, J. L.; Gil-Pérez, D.; Gras-Martí, A.; Guisasola, J.; Martínez, J.; Salinas, J.; Trumper, R.; Valdes, P.; Vilches, A. (2007). «Teaching of Energy Issues: A Debate Proposal for a Global Reorientation». *Science & Education*, 16, 43-64.

Dreyfus, A.; Jungwirth, E. (1980). «A Comparison of the 'Prompting Effect' of Out-of-School With that of In-School Contexts on Certain Aspects of Critical Thinking». *Eur. Journal of Science Education*, 2 (3), 301-310.

Driver, R.; Newton, P.; Osborne, J. (2000). «Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms». *Science Education*, 84 (3), 287-312.

Duit, R. (1986). «In Search of an Energy Concept». A: Driver R.; Millar R. (eds.). *Energy Matters*. Leeds: University of Leeds.

Duit, R. (1987). «Should Energy Be Illustrated as Something Quasi-material?». *International Journal of Science Education*, 9, 139-145.

Secció IV. Bibliografia

Duschl, R. (1990). *Restructuring Science Education the Importance of Theories and Their Development*. New York: Teachers College Press.

Duschl, R. A.; Osborne, J. (2002). «Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education». *Studies in Science Education*, 38, 39-72.

Ennis, R. H. (1991). «Critical Thinking: A Streamlined Conception». *Teaching Philosophy*, 14, 5-25.

Ennis, R. H. (1996). *Critical Thinking*. New York: Prentice Hall.

Ennis, R. H. (2004). «Applying Soundness Standards to Qualified Reasoning». *Informal Logic*, 24 (1), 23-39.

Erduran, S.; Osborne, J.; Simon, S. (2004a). «The Role of Argument in Developing Scientific Literacy». A: Boersma, K.; De Jong, O.; Eijkelhof, H.; Goedhart, M. (eds.). *Research and the Quality of Science Education*. Dordrecht: Kluwer.

Facione, P. A. (1990). «Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction». *American Philosophical Association* [ERIC Document Reproduction Services no. ED 315 423]

Geert Ten Dam. (2004). «Critical Thinking as a Citizenship Competence: Teaching Strategies». *Learning and Instruction*, 14, 359-379.

Gibson, G. (1995). «Critical Thinking: Implications for Instruction». *Reference & User Services Quarterly (RQ)*, 35, 27-35.

Gilbert, J. K.; Bulter, A. M. W.; Pilot, A. (2011). «Concept Development and Transfer in Context-based Science Education». *International Journal of Science Education*, 33(6), 817-837.

Gott, R.; Duggan, S. (1996). «Practical Work: Its Role in the Understanding of Evidence in Science». *International Journal of Science Education*, 18 (7), 791-806.

Gott, R.; Duggan, S.; Roberts, R. (1999). *Understanding Scientific Evidence*. [Available: www.dur.ac.uk/~ded0www/evidence_main1.htm]

Hager, P.; Sleet, R. J.; Logan, P.; Hooper, M. (2003). «Teaching Critical Thinking in Undergraduate Science Courses». *Science & Education*, 12, 303-313.

Halkia, Kr.; Mantzouridis, D. (2005). «Students' Views and Attitudes Towards the Communication Code Used In Press Articles About Science». *International Journal of Science Education*, 27 (12), 1395-1141.

Halpern, D. F. (1998). «Teaching Critical Thinking for Transfer Across Domains. Dispositions, Skills, Structure Training, and Metacognitive Monitoring». *American Psychologist*, 53, 449-455.

Hayes, K. D.; Devitt, A. A. (2008). «Classroom Discussions With Student-led Feedback: A Useful Activity to Enhance Development of Critical Thinking Skills». *Journal of Science Education Research*, 7, 65-68.

Hinrichs, R.; Kleinbach, M. (2002). *Energy: Its Use and the Environment*. New York: Thomson Learning.

Holliday, W. G.; Yore, L. D.; Alvermann, D. E. (1994). «The Reader-science Learning-writing Connection: Breakthroughs, Barriers, and Promises». *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 877-893.

Izquierdo, M. (2004). «Un nuevo enfoque de la Enseñanza de la química: contextualizar y modelizar». *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 92 (4/6), 115-136.

Jarman, R.; McClune, B. (2002). A Survey of the Use of Newspapers in Science Instruction by Secondary Teachers in Northern Ireland». *International Journal of Science Education*, 24 (10), 997-1020.

Jarman, R.; McClune, B. (2007). *Developing Scientific Literacy: Using News Media in the Classroom*. Maidenhead, UK: McGraw-Hill Education.

Jarman, R.; McClune, B. (2010). «Developing Students' Ability To Engage Critically With Science in the News: Identifying Elements of the 'Media Awareness' Dimension». *Curriculum Journal*, 21 (1), 47-64.

Jiménez-Aleixandre, M. P.; Erduran, S. (2008). «Argumentation in Science Education: An Overview». A: Erduran, S.; Jimenez-Aleixandre, M. P. (eds.). *Argumentation in Science Education: Perspectives From Classroom-based Research*. Dordrecht: Springer, pp. 3-28.

Jiménez-Aleixandre, M. P.; Gallástegui-Otero, J. R. (1995). «“Let's Save Energy!": Incorporating an Environmental Education Dimension in the Teaching of Energy».

Environmental Education Research, 1 (1), 75-83. [Abingdon-Bath: Carfax-University of Bath]

Jorba, J.; Gómez Alemany, I.; Prats, A. (eds.) (2000). *Hablar y escribir para aprender: uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*. Madrid: Síntesis.

Kaper, W. H.; Goedhart, M. J. (2002). «Forms of Energy, an Intermediary Language on the Road to Thermodynamics? Part I». *International Journal of Science Education*, 24 (1), 81-95.

Kember, D. (1997). «A Reconceptualisation of the Research Into University Academics Conceptions of Teaching». *Learning and Instruction*, 7 (3), 255-275.

Kennedy, M.; Fisher, M. B.; Ennis, R. H. (1991). «Critical Thinking: Literature Review and Hended Research». A: Idol, L.; Fly Jones, B. (eds.). *Educational Values and Cognitive Instruction: Implications for Reform*. New York: Hillsdale, pp 11-40.

Kock, A.; Eckstein, S. G. (1991). «Improvement of Reading Comprehension of Physics Texts by Students' Question Formulation». *International Journal of Science Education*, 13 (4), 473-485.

Korpan, C. A.; Bisanz, G. L.; Bisanz, J.; Henderson, J. M. (1997). «Assessing Literacy in Science: Evaluation of Scientific News Briefs». *Science Education*, 81, 515-532.

Kortland, K. (1996). «An STS Case Study About Students' Decision Making on the Waste Issue». *Science Education*, 80, 673-689.

Kuhn, D. (1991). *The Skill of Argument*. Cambridge: Cambridge University Press.

Kuhn, D.; Udell, W. (2003). «The Development of Argument Skills». *Child Development*, 74 (5), 1245-1260.

Lawson, A. (2003). «The Nature and Development of Hypothetico-predictive Argumentation With Implications for Science Teaching». *International Journal of Science Education*, 25 (11), 1387-1408.

Lemke, J. (1990). *Talking Science: Language, Learning and Values*. Norwood: Ablex.

Linn, M. C. (2000). «Designing the Knowledge Integration Environment». *International Journal of Science Education*, 22 (8), 781-796.

Marbà, A.; Márquez, C. (2005). «El conocimiento científico, los textos de ciencias y la lectura en el aula». *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra. VII congreso.

Marbà, A.; Márquez, C. (2005). «El conocimiento científico, los textos de ciencias y la lectura en el aula». *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra.

Marbà, A.; Márquez, C.; Sanmartí, N. (2009). «¿Qué implica leer en clase de ciencias?». *Alambique*, 59, 102-111.

Marbà, A.; Márquez, C.; Sanmartí, N. (2009). «¿Qué implica leer en clase de ciencias? Reflexiones y propuestas». *Alambique*, 59, 102-111.

Márquez, C.; Prat, A. (2005). «Leer en clase de ciencias». *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (3), pp. 431-440.

Márquez, C.; Prat, A. (2005). «Leer en clase de ciencias». *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (3), 431-440.

Márquez, C.; Prat, A. (eds.) (2010). *Competència científica i lectora a secundària*. Barcelona: Rosa Sensat.

Márquez, C.; Prat, A.; Marbà, A. (2007). «A Critical Reading of Press Advertisement in the Science Class». *Actes Congrès ESERA 2007*. Malmö University.

Márquez, C.; Sanmartí, N.; Prat, A.; Sardà, A.; Custodio, E.; Izquierdo, M. (2005). «La formació dels alumnes com a ciutadans-lectors». *Actes de VII Simposi sobre l'ensenyament de les ciències de la Naturalesa*. Tortosa: Simposi per a l'Ensenyament de les Ciències de la Natura, pp. 177-182.

Martins, I.; Mortimer, E.; Osborne, J.; Tsatarelis, Ch.; Jimenez-Aleixandre, P. (2001). «Rethorics and Science Education». A: Behrendt, A. et al. (eds.). *Research in Science Education, Past, Present and Future*. Netherlands: Kluwer Academic, pp. 189-198.

McClune, B.; Jarman, R. (2010). «Critical Reading Science-Based News Reports: Establishing a Knowledge, Skills and Attitudes Framework». *International Journal of Science Education*, 1-26.

McClune, B.; Jarman, R. (2011). «From Aspiration to Action: A Learning Intentions Model To Promote Critical Engagement With Science in the Print-Based Media». *Research in Science Education*, 41, 691-710.

Secció IV. Bibliografia

- McNeill, K. L. (2011). «Elementary Students' Views of Explanation, Argumentation, and Evidence and Their Abilities To Construct Arguments Over the School Year». *Journal of Research in Science Teaching*, 48 (7), 793-823.
- McNeill, K.; Krajcik, J. (2008). «Scientific Explanations: Characterizing and evaluating the Effects of Teachers' Instructional Practices on Student Learning». *Journal of Research in Science Teaching*, 45 (1), 53-78.
- Mcpeck, J. E. (1990). «Critical Thinking and Subject-specificity: A Reply to Ennis». *Educational Researcher*, 19, 10-12.
- Mercer, N.; Littleton, K. (2007). *Dialogue and the Development of Children's Thinking: A Sociocultural Approach*. London: Routledge.
- Millar, R. (2000). «Energy». In: D. Sang (ed.), *Teaching Secondary Physics*. London: John Murray, pp. 1-43.
- Millar, R. (2005). «Teaching About Energy». *Research Paper*, 2005/11. [York: University of York. Department of Educational Studies]
- Millar, R. (2006). «Twenty First Century Science: Insights From the Design and Implementation of a Scientific Literacy Approach in School Science». *International Journal of Science Education*, 28 (13), 1499-1521.
- Millar, R.; Osborne, J. F. (eds.) (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: King's College London.
- Monk, M.; Osborne, J. (1997). «Placing the History and Philosophy of Science on the Curriculum: A Model for the Development of Pedagogy». *Science Education*, 81, 405-424.
- Nicolaidou, I.; Kyza, E. A.; Terzian, F.; Hadjichambis, A.; Kafouris, D. (2011). «A Framework for Scaffolding Students' Assessment of the Credibility of Evidence». *Journal of Research in Science Teaching*, 48, 711-744.
- Nolen, S. B. (2003). «Learning Environment, Motivation, and Achievement in High School Science». *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (4), 347-442.
- Nordine, J.; Krajcik, J.; Fortus, D. (2011). «Transforming Energy Instruction in Middle School To Support Integrated Understanding and Future Learning». *Science Education*, 95 (4), 670-699. [doi: 10.1002/sce.20423]

Norris, S. P.; Ennis, R. H. (1990). *Evaluating Critical Thinking*. Melbourne, Australia: Hawker Brownlow.

Norris, S. P.; Phillips, L. M. (1987). «Explanations of Reading Comprehension: Schema Theory and Critical Thinking Theory». *Teachers College Record*, 89, 281-306.

Norris, S. P.; Phillips, L. M. (2003). «How Literacy in Its Fundamental Sense Is Central to Scientific Literacy». *Science Education*, 87, 224-240.

Norris, S. P.; Phillips, L. M.; Korpan, C. A. (2003). «University Students' Interpretation of Media Reports of Science and Its Relationship to Background Knowledge, Interest, and Reading Difficulty». *Public Understanding of Science*, 12 (2), 123-145.

OECD/PISA (2006). *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework*. Paris: OECD Pub. Service, 2006.

Oliveras, B.; Sanmartí, N. (2009). «La lectura como medio para desarrollar el pensamiento crítico». *Educación Química*, 20 (1), 233-245.

Oliveras, B.; Sanmartí, N. (2008). «Treballant les competències a la classe de Química». *Educació Química*, 1, 17-23.

Oliveras, B.; Márquez, C.; Sanmartí, N. (2013). «The Use of Newspaper Articles as a Tool To Develop Critical Thinking in Science Classes». *International Journal of Science Education*, 35 (6), 885-905.

Oliveras, B.; Márquez, C.; Sanmartí, N. (*in press*). «Students' Attitudes to Information in the Press: Critical Reading of a Newspaper Article With Scientific Content». *Research in Science Education*. DOI 10.1007/s11165-013-9397-3

Oliveras, B.; Sanmartí, N. (2010). «Abrics que no escalfen». A: Márquez, C.; Prat, A. (eds.). *Competència científica i lectora a secundària*. Barcelona: Rosa Sensat, pp. 189-197.

Oliveras, B.; Sanmartí, N. (2010). «Grafitis que no s'esborren». En: Márquez, C.; Prat, A. (eds.). *Competència científica i lectora a secundària*. Barcelona: Rosa Sensat, pp. 221-227.

Oliveras, B.; Sanmartí, N. (2010). Aprofundint en el concepte de transferència d'energia a través de la lectura d'un text. *Ciències*, 15, 19-23

Oliveras, B.; Sanmartí, N. (2012). «Aprender a leer críticamente. La polémica por los bañadores de Speedo». *Alambique*, 70, 37-45.

- Olson, D. R. (1994). *The World on Paper*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Osborne, J. (2010). «Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse». *Science*, 328, 463-466.
- Osborne, J. F.; Erduran, S.; Simon, S. (2004). «Enhancing the Quality of Argument in School Science». *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (10), 994-1020.
- Papadouris, N.; Constantinos P.; Kyratsi, N. (2008). «Students' Use of the Model to Account for Changes in Physical Systems». *Journal of Research in Science Teaching*, 45 (4), 444-469.
- Paul, R. (1992). *Critical thinking: What Every Person Needs to Survive in a Rapidly Changing World*. 2nd revised ed. Santa Rosa, CA: Foundation for Critical Thinking.
- Paul, R.; Elder, L. (2005). *A Guide for Educators to Critical Thinking Competency Standards*. Foundation for Critical Thinking. [Retrieved May 20, 2010 from www.criticalthinking.org/TGS_files/SAM-CT_competencies_2005.pdf]
- Paul, R.; Elder, L. (2006). *The Miniature Guide to Critical Thinking Concepts and Tools*. Foundation for Critical Thinking. [Retrieved May 20, 2010 from www.criticalthinking.org/files/Concepts_Tools.pdf]
- Phillips, L. M. (2002). «Making New and Making Do: Epistemological, Normative and Pragmatic Bases of Literacy». A: Olson, D. R.; Kamala, D.; Brockmeier, J. (eds.). *Literacy and Conceptions of Language and Mind*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 283-300.
- Phillips, L. M.; Norris, S. P. (1999). «Interpreting Popular Reports of Science: What Happens When the Reader's World Meets the World on Paper?». *International Journal of Science Education*, 21 (3), 317-327.
- Pintó, R.; Couso, D.; Gutierrez, R. (2005). «Using Research on Teachers' Transformations of Innovations to Inform Teacher Education: The Case of Energy Degradation». *Science Education*, 89 (1), 38-56.
- Pithers, R. T.; Soden, R. (2000). «Critical Thinking in Education: A Review». *Educational Research*, 42 (3), 237-249.
- Prat, A.; Márquez, C.; Marbà, A. (2007). «Reading Critically Press Advertisements in the Science Class». VIIth ESERA Conference, Malmö University, 2007.

Prat, A.; Márquez, C.; Marbà, A. (2008). «Literacitat científica i lectura». *Temps d'Educació*, 34, 67-82.

Prosser, P.; Trigwell, K.; Taylor, P. (1994). «A Phenomenographic Study of Academics' Conceptions of Science Learning and Teaching». *Learning and Instruction*, 4, 217-231.

Ratcliffe, M. (1996). «Adolescent Decision-making, by Individuals and Groups, About Sciencerelated Societal Issues». A: Welford, G.; Osborne, J.; Scott, P. (eds.). *Research in Science Education in Europe*. London: Falmer Press, 126–140.

Ratcliffe, M. (1999). «Evaluation of Abilities in Interpreting Media Reports of Scientific Research». *International Journal of Science Education*, 21 (10), 1085-1099.

Ratcliffe, M.; Grace, M. (2003). *Science Education for Citizenship: Teaching Socio-scientific Issue*. Philadelphia: Open University Press.

Reiser, B. J. (2004). «Scaffolding Complex Learning: The Mechanisms of Structuring and Problematizing Student Work». *Journal of the Learning Sciences*, 13 (3), 273-304.

Roberts, R.; Gott, R. (2006). «The Role of Evidence in the New KS4 National Curriculum for England and the AQA Specifications». *School Science Review*, 87.

Sadler, T. (2004). «Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: A Critical Review of the Research». *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (5), 513-536.

Sampson, V.; Clark, D. (2008). «Assessment of the Ways Students Generate Arguments in Science Education: Current Perspectives and Recommendations for Future Directions». *Science Education*, 92, 447-472.

Sandoval, W. A.; Millwood, K. A. (2005). «The Quality of Students' Use of Evidence in Written Scientific Explanations». *Cognition and Instruction*, 23 (1), 23-55.

Sandoval, W.A.; Çam, A. (2011). «Elementary Children's Judgments of the Epistemic Status of Sources of Justification». *Science Education*, 95 (3), 383-408.

Sanmartí, N. (2007). *Evaluar para aprender*. Barcelona: Graó

Sanmartí, N. (coord.); Calvet, M.; Custodio, E.; Estanya, J. L.; Franco, R.; Garcia, M. Pilar; Izquierdo, M.; Márquez, C.; Oliveras, B.; Ribas, N.; Roca, M.; Sardà, A.; Solsona, N.; Via, A. (2003). *Aprendre ciències tot aprenent a escriure ciències*. Barcelona: Ed. 62.

Secció IV. Bibliografia

Sanmartí, N.; Jorba, J. (1995). «Autorregulación de los procesos de aprendizaje y construcción de conocimientos». *Alambique*, 4, 59-77.

Sanmartí, N.; Oliveras, B. (2011). «Leer críticamente las ideas y pruebas que aportan los artículos peridísticos». A: In L. López Fernández (ed.). *Cuaderno de indagación en el aula y competencia científica. Colección Aulas de Verano*. Madrid: Ministerio de Educación, pp. 55-77. [ISBN: 978-84-369-5215-5]

Sanmartí, N.; Oliveras, B. (2011). «Llegir per aprendre i per desenvolupar el pensament crític». A: Escobar, C.; Nussbaum, L. (coords.). *Learning Through Another Language*. Barcelona: Servei Publicacions UAB, pp. 81-96. [ISBN: 978-84-490-2677-5]

Sardà, A.; Márquez, C.; Sanmartí, N. (2006). «Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de ciencias». *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2).

Scanlan, J. S. (2009). «The Effect of Richard Paul's Universal Elements and Standards of Reasoning on Twelfth Grade Composition». *Foundation for Critical Thinking* [Darrera consulta 20.03.2009: www.criticalthinking.org/resources/SScanlan.pdf]

Schmid, G. B. (1982). «Energy and Its Carriers». *Physics Education*, 17, 212-218. [Bristol: Institute of Physics.]

Scott, P.; Mortimer, E.; Aguiar, O. (2006). «The Tension Between Authoritative and Dialogic Discourse: A Fundamental Characteristic of Meaning Making Interactions in High School Science Lessons». *Science Education*, 90, 605-631.

Sexl, R. U. (1981). «Some Observations Concerning the Teaching of the Energy Concept». *European Journal of Science Education*, 3 (3), 285-289. [London: Taylor & Francis.]

Simmoneaux, L. (2001). «Role-play or Debate To Promote Students' Argumentation and Justification on an Issue in Animal Transgenesis». *International Journal of Science Education*, 23 (9), 903-928.

Solé, I. (2002). *Estrategias de Lectura*. Barcelona: Graó-ICE.

Sutton, C. (1992). *Words, science and learning*. Buckingham: Open University Press.

Ten Dam, G.; Volman, M. (2004). «Critical Thinking as a Citizenship Competence: Teaching Strategies». *Learning & Instruction*, 14 (4), 359-379.

- Toulmin, S. E. (1958). *The Uses of Argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Trumper, R. (1991). «Being Constructive, an Alternative Approach to the Teaching of the Energy Concept (II)». *International Journal of Science Education*, 13 (1), 1-10.
- Tsui, L. (1999). «Courses and Instruction Affecting Critical Thinking». *Research in Higher Education*, 40, 185-200.
- Tytler, R., Duggan, S.; Gott, R. (2001). Dimensions of evidence, the public understanding of science and science education. *International Journal of Science Education*, 23 (8), 815-832.
- Warren, J. W. (1983). «Energy and Its Carriers: A Critical Analysis». *Physics Education*, 18, 209-212.
- Wellington, J. (1991). «Newspaper Science, School Science: Friends or Enemies?». *International Journal of Science Education*, 13 (4), 363-372.
- Wellington, J., Osborne, J. (2001). *Language and Literacy in Science Education*. Buckingham, UK: Open University Press.
- Wu, H. K.; Hsieh, C. E. (2006). «Developing Sixth Graders' Inquiry Skills To Construct Explanations in Inquiry-Based Learning Environments». *International Journal of Science Education*, 28 (11), 1289-1313.
- Yang, F. G. (2004). «Exploring High School Students' Use of Theory and Evidence in an Everyday Context: The Role Of Scientific Thinking in Environmental Science Decision-Making». *International Journal of Science Education*, 26 (11), 1345-1364
- Yang, F. Y.; Anderson, O. R. (2003). «Senior High School Students' Preference and Reasoningmodes About Nuclear Energy Use». *International Journal of Science Education*, 25, 221-244.
- Yore, L. D.; Craig, M. T.; Maguire, T. O. (1998). «Index of Science Reading Awareness: An Interactiveconstructive Model, Text Verification, and Grades 4–8 Results». *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 27-51.
- Zohar, A. (2006). «El pensamiento de orden superior en las clases de ciencias: objetivos, medios y resultados de investigación». *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (2), 157-172.

Secció IV. Bibliografia

Zohar, A.; Nemet, F. (2002). «Fostering Students' Knowledge and Argumentation Skills Through Dilemmas Inhuman Genetics». *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (1), 35-62. Wiley Online Library. doi:10.1002/tea.10008

Zohar, A.; Schwartz, N. (2005). «Assessing Teachers' Pedagogical Knowledge in the Context of Teaching Higher-Order Thinking». *International Journal of Science Education*, 27 (13), 1595-1620.

Zoller, U.; Ben-Chaim, D.; Pentimalli, R.; Borsese, A. (2000). «The Disposition Towards Critical Thinking of High School And University Science Students: An Inter–Intra Israeli–Italian Study». *International Journal of Science Education*, 22, 571-582.

Annex

Doctorat en Educació

Sra. Begoña Oliveras Prat
Passeig Sant Joan 149, 3º 4ª
08037 Barcelona

Vista la instància presentada per na Begoña Oliveras Prat de sol·licitud de presentació de tesi doctoral com a compendi de publicacions,

De conformitat amb el que disposa la Normativa acadèmica de la UAB aplicable als estudis universitaris regulats de conformitat amb el RD 1393/2007, de 29 d'octubre, modificat pel RD 861/2010, de 2 de juliol (text refós aprovat per l'Acord de Consell de Govern de 2 de març de 2011),

Atès que les publicacions que conformin una tesi per compendi de publicacions han hagut d'haver estat publicades o acceptades per a la seva publicació // amb posterioritat a la data d'inscripció del projecte de tesi.

Atès que a les publicacions hi ha de constar la UAB mitjançant la filiació del director o del doctorand,

RESOLC

ACCEPTAR la presentació de la tesi doctoral de Begoña Oliveras Prat com a compendi de publicacions amb els articles següents:

- Oliveras, B & Sanmarti, N. (2009). La lectura como medio para desarrollar el pensamiento crítico [Reading a means to develop critical thinking]. *Educación Química [Chemistry Education]*, 20(1), 233-245.
- Oliveras, B; Márquez, C. & Sanmarti, N. (2013). The use of newspaper articles as a tool to develop critical thinking in science classes. *International Journal of Science Education*, 35 &6), 885-905.
- Oliveras, B; Márquez, C. & Sanmarti, N. (in press). Students' attitudes to information in the pres: critical reading of a newspaper article with scientific content. *Research in Science Education*. Acceptat (s'adjunta el mail). DOI: 10.1007/511165-013-9397-3

La Comissió de Doctorat en Educació,



José Tejada Fernández
Coordinador General Comissió Acadèmica del Programa

Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), 6 de febrer de 2014

Contra aquesta resolució, que no esgota la via administrativa, les persones interessades poden interposar recurs d'alçada davant la Rectora Magnífica de la UAB, en el termini d'un mes, a comptar des del dia següent a la recepció d'aquesta notificació o, si s'escau, des del dia següent de la seva publicació, de conformitat amb el que preveu l'article 115 de la Llei 30/1992, de 26 de novembre, de Règim Jurídic de les Administracions Públiques i del Procediment Administratiu Comú, modificada per la Llei 4/1999, de 13 de gener, i l'article 76 de la Llei 16/2010, de 3 d'agost, de Règim Jurídic i de Procediment de les Administracions Públiques de Catalunya de la Generalitat de Catalunya.

