

Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de ciencias

Anna Sardà Jorge¹; Conxita Márquez Bargalló²; y Neus Sanmartí Puig³

¹Escola Avenç, Sant Cugat el Vallès (Barcelona). E-mail: Anna.sarda@campus.uab.es.

^{2,3}Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona. E-mail: conxita.marquez@uab.es, neus.sanmarti@uab.es

Resumen: En este artículo se presenta una estrategia de lectura basada en el planteo de preguntas. El objetivo es promover distintos niveles de lectura de textos científicos. Partimos de la hipótesis de que el tipo de preguntas que hacemos sobre las lecturas puede ayudar a los estudiantes a desarrollar estrategias lectoras. Asimismo, se destaca la importancia de plantear actividades que impliquen la elaboración de inferencias y ayuden al alumnado a tomar consciencia del proceso lector. Se analizan las respuestas de chicos y chicas de 1º de ESO a dos cuestionarios sobre una lectura del libro de texto.

Palabras clave: lectura de textos de ciencias, estrategias de lectura, argumentación, secundaria.

Title: Strategies to encourage comprehension while reading scientific texts

Abstract: This paper presents a reading strategy. The goal is improve the reading process of scientific texts by asking questions. We worked with the following hypothesis that if we ask questions which require the use of skills of justification and argument, we will help students to develop their reading and comprehension skills. Also, if we promote activities connected with the type of questions used, we will help students to become aware of the conditions of a comprehensive reading. In this work we analyse two questionnaires given to twelve-year-old students.

Keywords: reading science texts, reading strategies, argumentation, secondary school

Introducción

El trabajo que presentamos se inscribe en la corriente de investigación dentro del campo de la enseñanza de las ciencias interesada en dar respuesta a las dificultades de los estudiantes para leer comprensivamente los textos de ciencias que se proponen dentro y fuera del aula (Turney, 2001; Otero et al, 2002; Phillips y Morris 1999; Yore, 1991; Wellington, 2001; Wellington y Osborne, 2001, Brill, et al, 2004, Marbà, 2004; Márquez y Prat, 2005). Los textos de ciencias, con su vocabulario científico, las gráficas, las fórmulas, las imágenes, pueden resultar difíciles de comprender para personas no expertas

en la materia. Es pues necesario que en clase de ciencias se enseñe a leer textos científicos para habituar a los estudiantes a sus especificidades.

Es un trabajo que tiene como objetivo ayudar al alumnado a conocer las estrategias que favorecen el desarrollo de su capacidad de razonamiento argumentativo (Jiménez-Aleixandre, 1998, Driver et al, 2000), de relación entre conceptos y de aplicación de un modelo teórico a situaciones cotidianas. Por una parte, partimos de la hipótesis de que el tipo de preguntas que proponemos sobre las lecturas puede ayudar a los estudiantes a desarrollar estrategias lectoras. Por ejemplo, consideramos que la respuesta a preguntas de tipo evaluativas y creativas está relacionada con el dominio de las habilidades de justificación y argumentación. A veces, el texto ofrece evidencias o razones que los chicos y chicas deben encontrar, pero al desconocer las características de una buena argumentación (Sardà y Sanmartí, 2000), sólo buscan una única razón y no son capaces de aprovechar toda la información del texto. Por otra parte, también formulamos preguntas que impliquen elaboración de inferencias, es decir, que impliquen un nivel superior de comprensión. En este caso, cada lector utiliza el texto como base para pensar, relacionar y elaborar conocimiento nuevo.

Aprender ciencias leyendo ciencias

En el marco educativo europeo, se plantea la lectura como comprensión, utilización y reflexión sobre textos para alcanzar metas propias, desarrollar conocimiento y potencial propios y para participar en la sociedad (OECD). Esta meta es realmente ambiciosa y no hay duda de que para conseguirla será necesario trabajar conjuntamente desde todas las disciplinas, también desde la educación científica. Entendemos que es un trabajo que puede contribuir a la formación de ciudadanos que fundamenten científicamente sus actuaciones en relación a las temáticas socialmente relevantes.

Estar interesado en leer y además ser capaz de leer significativamente textos de ciencias o de divulgación científica parece fundamental para poder participar en una sociedad en la que la ciencia avanza tan rápidamente (Da Silva y Almeida, 1998; Välijärvi et al, 2002). Así pues la escuela debería estimular el placer por la lectura de textos de divulgación científica, a partir de facilitar su comprensión con la práctica conjunta de inferencias, estimulando la capacidad crítica, buscando, en definitiva, un acercamiento progresivo al modelo de comprensión crítica (Cassany, 2006).

En los últimos años la tendencia en la escuela no ha ido en esta dirección, ya que, ante la poca motivación y dificultades del alumnado por leer textos científicos, se ha optado por simplificar al máximo las demandas, proporcionándoles materiales muy simples y adaptados y planteando preguntas sobre el texto que mayoritariamente sólo obligan a una lectura literal (Roca, 2005).

Entendemos que en las clases de ciencias no podemos plantearnos la lectura de textos como una tarea con sentido por sí misma, puesto que forma parte del conjunto de actividades que se desarrollan en el aula. Lo importante en la

lectura no es la descodificación literal del texto en sí, sino la capacidad de los alumnos para establecer relaciones entre los conceptos que se expresan en ese texto y los conocimientos adquiridos en otras situaciones. El valor es el contexto: por qué, para qué leemos, qué nos aporta la lectura, reflexiones a partir de los contenidos expresados, conexiones con otros conocimientos y otros textos, sugerencias a partir de la lectura, etc.

Con mucha frecuencia los textos científicos de clase, generalmente libro de texto, dan una visión estática, impersonal y definitiva de las ciencia. Provocan una desconexión entre las concepciones e inquietudes personales y los hechos y los conocimientos que aparecen en los libros (Sutton, 1992). Asimismo, aparecen muchos conceptos e ideas científicas expresados de una manera "comprimida" a través de terminología científica (Sanmartí, 2003). Para los científicos son palabras llenas de significado pero pierden buena parte de su sentido si los lectores no son expertos en el tema. El proceso de descodificación puede ser muy complicado para el alumno si no tiene más referencias que el texto que está leyendo. Por esto parece que la lectura del libro de texto tiene más sentido como actividad que finaliza un proceso de enseñanza-aprendizaje que no inicial, puesto que es a lo largo del trabajo en el aula que se van construyendo estas referencias.

Por otro lado, los textos de ciencias que facilitamos al alumnado procedentes de noticias periodísticas, de internet o incluso de revistas de divulgación se caracterizan porque el modelo de referencia que sirve para interpretar los hechos de los que se habla es implícito (Marbà, 2004). La mayoría de estudiantes no tienen suficientes conocimientos para comprender buena parte del texto en cuestión ni son capaces de inferir la información que no se explicita de manera evidente. Son, en definitiva incapaces de comprender por sí solos.

Por último, queremos destacar que en los libros de texto en los que los autores plantean preguntas para profundizar en la lectura, tampoco resultan siempre de utilidad, puesto que suelen conducir a una comprensión superficial, en absoluto inferencial, ni evaluativa ni creativa.

En este trabajo nos propusimos estimular en el aula estrategias de lectura que promovieran diferentes niveles de lectura, a partir de plantear preguntas de tipo literal, inferencial, evaluativa y creativa (Wilson y Chalmers, 1988) (Figura 1)

Lectura literal: ¿Qué dice el texto? Lectura inferencial: ¿Qué informaciones no dice el texto pero necesito saber para entenderlo? Lectura evaluativa: ¿Cuáles son las ideas más importantes? ¿Qué ideas nuevas me aporta el texto que no sabía? ¿Qué valoración hago de las ideas del texto? Lectura creativa: ¿Para qué me sirve este texto? ¿Estas ideas pueden ser útiles para interpretar otros fenómenos?
--

Figura 1.- Diferentes niveles de lectura de los textos (Adaptación de Wilson y Chalmers, 1988).

Ámbito de la experiencia educativa

En la actividad de aula que analizamos en este trabajo, escogimos una lectura final del tema del libro de texto de Ciencias de 1º de ESO sobre jabones y detergentes (Anexo 1) y preparamos una batería de preguntas (cuestionario 1) que favorecieran los distintos niveles de lectura indicados anteriormente. Los estudiantes leyeron individualmente el texto, y contestaron a las preguntas correspondientes al primer cuestionario durante una sesión de clase. Una vez que la profesora hubo analizado sus respuestas, en una sesión posterior, se les propuso un segundo cuestionario (cuestionario 2), al que respondieron individualmente y por parejas, con el objetivo de reflexionar sobre la actividad de lectura realizada. Era la primera vez que se situaba a los alumnos ante una actividad de ese tipo.

Metodología

Los datos que hemos utilizado corresponden a las respuestas obtenidas sobre una muestra de 48 estudiantes de 12-13 años de una escuela de un municipio cercano a Barcelona.

Se diseñaron dos cuestionarios:

Cuestionario 1 sobre la lectura, formado por 16 preguntas de tipo literal, inferencial, evaluativo y creativo. (Figura 2).

- 1- Describe cómo son las moléculas de los jabones y detergentes. (*Literal*)
- 2- ¿Cómo se colocan las moléculas de los productos limpiadores para que las manchas de grasa se separen de la ropa y queden suspendidas en el agua? (*Literal*)
- 3- ¿Cuántos años hace que fabricamos jabones? (*Literal*)
- 4- ¿Qué son los jabones? (*Literal*)
- 5- ¿A partir de qué sustancia hacían el jabón? (*Literal*)
- 6- ¿Cuándo se inventaron los detergentes? (*Literal*)
- 7- De qué sustancia son derivados los detergentes? (*Literal*)
- 8- Nombra qué ventajas tienen los detergentes respecto a los jabones. (*Literal*)
- 9- ¿Qué propiedad tiene la grasa, en agua, que hace que los jabones y detergentes se tengan que unir a ella para limpiar la ropa? (*Inferencial*)
- 10- ¿Qué son las aguas duras? (*Inferencial*)
- 11- ¿Qué te parece que quiere decir el concepto: autodepuración del agua de los ríos? (*Inferencial*)
- 12- ¿Cuál es la idea más importante del texto? (*Evaluativa*)
- 13- Describe qué informaciones te aporta el texto que no sabías. (*Evaluativa*)
- 14- Argumenta cómo convencerías a tu familia de que no hace falta que los limpiadores hagan mucha espuma per lavar. (*Creativa*)
- 15- Valora si crees que es mejor utilizar jabones o detergentes para lavar la ropa. (*Evaluativa*)
- 16- Olga está enfadada porque a Javier se le ha olvidado comprar el detergente y hay que lavar los platos. Javier le dice que los meta en agua muy caliente y los lave, que la grasa con el agua caliente ya se quita. Escribe como les justificarías que, de hecho, los dos tienen parte de razón. (*Creativa*)

Figura 2.- Cuestionario 1.

En este trabajo se presenta el análisis de las siguientes cuestiones:

a1- las respuestas a las preguntas 1 y 2, como muestra de las preguntas que sólo piden una lectura literal

a2- las respuestas a las preguntas 12 y 13, pues son las de tipo evaluativo y porque, a priori, pensamos que algunos estudiantes las valorarían como difíciles de responder, puesto que requieren, por un lado, la elaboración de una visión global del texto, y por otro, una confrontación evaluativa entre la información aportada por el texto y los conocimientos propios.

a3- las respuestas a la pregunta 14, porque es la que, mayoritariamente, valoran como la más difícil de contestar porque requiere la habilidad de argumentación.

Cuestionario 2, sobre la reflexión de la actividad de lectura realizada. Formado por tres preguntas (figura 3)

Reflexión individual:

1- Justifica qué pregunta te ha resultado más difícil de responder. Y cuál, menos.

Reflexión en parejas:

2- ¿Crees que la respuesta que ha escrito tu compañero o compañera a la cuestión 14 es una buena argumentación? Escribe las razones que añadirías para ayudarle a convencer a su familia.

Valoración sobre las inferencias:

3 - Las respuestas a las últimas preguntas (de la 9 a la 16) no las habéis podido encontrar literalmente en la lectura. Habéis tenido que hacer deducciones y relacionar el texto con distintos aspectos que habíamos trabajado en clase y con otros diferentes. Valorad como os parece que este tipo de preguntas os ayudan a entender mejor el texto y, en este caso, a entender algunas propiedades del agua.

Figura 3. Cuestionario 2.

En este trabajo se presenta el análisis de las respuestas a las tres preguntas correspondientes al cuestionario 2.

Resultados

A continuación se exponen los resultados más destacados.

a) Cuestionario 1:

a1) En la tabla 1 se muestra la valoración de las respuestas a las preguntas 1 y 2, según si son copias literales del texto del libro o si los alumnos realizan una nueva redacción. La copia literal puede ser igual, estar el texto parcialmente copiado o puede ser una mala copia. Por otro lado, la nueva redacción puede ser buena, regular o mala, según el grado de satisfacción a la demanda.

Un elevado porcentaje de alumnos copian las respuestas del texto a las preguntas 1 y 2, pero sólo parcialmente. Al ser demandas cuya respuesta se encuentra literalmente en el texto los alumnos consideran que no se necesita su reproducción exacta (aplicando el pragmatismo propio del adolescente).

Respuestas a la pregunta 1						Respuestas a la pregunta 2					
Copia literal			Nueva redacción			Copia literal			Nueva redacción		
Igual	Parcial	Mal	Bien	Regular	Mal	Igual	Parcial	Mal	Bien	Regular	Mal
17	19	1	3	0	2	17	15	2	2	5	1

Tabla 1.- Respuestas a las preguntas 1 y 2 (n= 48; 6 no responden).

a2) En la tabla 2 se muestra una síntesis del contenido de las respuestas en relación a cuál es la idea más importante del texto. Pocos alumnos escriben de manera precisa y pertinente sobre la idea principal. Que en este caso, debería hacer referencia a la necesidad de una sustancia -el jabón- que permita mezclar la grasa -insoluble- en el agua.

Contenido	Estudiantes	Contenido	Estudiantes
Qué son y para qué sirven	19	Cómo limpian la grasa	6
Sirven para limpiar tejidos	4	Los detergentes son biodegradables	3
Diferencias entre jabones y detergentes	3	Jabones y detergentes hacen reacción con el agua	2
Cómo se fabrican	1	Los detergentes son sintéticos	1
Jabones y detergentes son moléculas	1	Cómo eliminar el exceso de espuma	1

Tabla 2.- Respuestas a la pregunta 12: La idea más importante del texto es... (n= 48; 6 no responden).

En la tabla 3 se recoge una síntesis de las informaciones del texto que los alumnos identifican como nuevas. Los resultados muestran que si bien son capaces de seleccionar aquellas informaciones nuevas y relevantes en el contexto de la clase de ciencias, también valoran cómo significativas informaciones parciales o anecdóticas, como los años que hace que se usa el jabón o cuándo se inventaron.

Contenido	Estudiantes	Contenido	Estudiantes
Cómo actúan, cómo limpian	19	Cómo son las partículas, moléculas	15
Los jabones se usan hace 2000 años	10	Cuándo se inventaron los detergentes	10
Cómo se hacen/hacían los jabones	9	Los detergentes son derivados del petróleo	6
Los detergentes son más económicos	3	La diferencia entre jabón y detergente	2
Jabones y detergentes son moléculas	2	Qué es un álcali	2
Que la espuma no limpie	1	Los detergentes tienen que ser biodegradables	1

Tabla 3.- Respuestas a la pregunta 13: Informaciones que no sabías (pueden dar más de una opción)

a3) En la tabla 4 se presentan los argumentos que utilizan los alumnos en sus producciones para convencer a sus familiares de que no hace falta que los limpiadores hagan mucha espuma para lavar:

Contenido	Estudiantes	Contenido	Estudiantes
La espuma no quita la grasa	18	Quitán la grasa las partículas limpiadoras, moléculas	12
Experiencia-demostración	6	La espuma es una táctica comercial	3
Antes no hacían tanta espuma y se lavaba bien	2	La espuma depende de la dureza del agua	1
Leer este texto	1		

Tabla 4.- Respuestas a la pregunta 14: Argumentación a la familia (pueden dar más de una opción).

En general, son argumentaciones con razones que sólo hacen referencia a la escala macro de los fenómenos, es decir, que hablan de jabón, de espuma, de grasa, cuando se podrían utilizar también los conceptos a una escala micro, es decir, en referencia al modelo de partículas de la materia. Creemos que si en el enunciado hubiera habido indicios sobre el modelo, los estudiantes lo hubieran utilizado más en sus argumentaciones, pues había evidencias de ello en el texto. Por otro lado, al ser la primera vez que se les pedía que argumentaran en la clase de ciencias, los alumnos básicamente dan una única razón que les parece que tiene el valor suficiente y necesario para convencer a sus familiares. Sólo dos chicos redactan un pequeño texto argumentativo que está dirigido explícitamente a su familia.

b) Cuestionario 2:

b1) Reflexión individual

Las tablas 5 y 6 muestran las preguntas que los estudiantes escogen como más difíciles y más fáciles y el tipo de razones que dan para justificar su elección. Nuestra hipótesis era que un gran número de estudiantes encontrarían más difíciles las preguntas de tipo evaluativo -12, 13 y 15- o creativo -14 y 16- y especialmente ésta última pregunta por el simple hecho de que es la que tiene el enunciado más extenso. La gráfica demuestra que nuestra hipótesis no se confirma en relación a las preguntas evaluativas, puesto que el alumnado no las considera especialmente difíciles. Sí, en cambio, encuentran difíciles las preguntas creativas. Al comentar con los chicos y las chicas esta diferencia, se constató que, mayoritariamente, asocian la valoración en la clase de ciencias con mera opinión (sin el apoyo de razones científicas), como es el caso de la pregunta 15, en la que se les pedía explícitamente que valoraran el uso del jabón o detergente.

Por otro lado, las razones esgrimidas para justificar la dificultad de las preguntas son fundamentalmente "excusas", es decir, que otorgan la responsabilidad al texto y no al reto cognitivo que supone responder a la pregunta, o el reconocimiento a una falta de competencia cognitivolingüística, aunque no siempre responde a la realidad.

Pregunta más difícil	Razones	Estudiantes
	'Excusas': no he leído bien, no sé qué decir, no está en el texto...	24
	Falta de alguna habilidad: no sé relacionar, valorar, comparar, entender el enunciado, explicar...	18
	<i>Con contenido conceptual</i>	
	Creía que la espuma limpiaba más	4
	Como todos hacen espuma no sé cómo decirlo	1
	Me cuesta imaginar las partículas	1

Tabla 5.- Respuestas a cuál es la pregunta más difícil

En relación a la pregunta que consideran más fácil, no sorprende que sea la que sólo pide buscar una fecha en el texto (3), o las que la respuesta literal se encuentra en el mismo texto.

Pregunta más fácil	Razones	Estudiantes
	Está en el texto literalmente	36
	Ya lo sabía	6
	Lo habíamos hecho en clase	2
	Mi familia confía en mi, me creen	2
	Era una deducción fácil	1
	No tenía que razonar	1

Tabla 6.- Respuestas a cuál es la pregunta más fácil.

b2) Reflexión en parejas

La tabla 7 recoge la valoración que los estudiantes realizan de las argumentaciones de los compañeros o compañeras. Las evidencias que utilizan para justificar la calidad de las argumentaciones son muy intuitivas, meras opiniones sobre su inteligibilidad o la forma en que están escritas. Tanto si la encuentran correcta como si es incorrecta, no utilizan ningún contenido de tipo conceptual referido a las propiedades del agua o al modelo de partículas.

Es una buena argumentación porque...	Estudiantes	No es una buena argumentación porque...	Estudiantes
Está bien explicado	5	Da poca información, pocas cosas	4
Hace una demostración	3	No justifica bien	4
Se entiende	3	No se entiende	1
Está bien escrita	2		
Da suficientes razones	1		
Da un consejo	1		
Utiliza palabras científicas	1		
No justifican	12		10
TOTAL	28		19

Tabla 7.- Evidencias en la argumentación del compañero/a: (1 alumno no contesta).

En cambio, cuando buscan evidencias que faltan en las argumentaciones de los compañeros para convencer a las familias (mostradas en la tabla 8) sólo utilizan razones de tipo conceptual, muy concretas. En este caso, no tienen en cuenta los aspectos formales del texto: legibilidad, corrección, adecuación del vocabulario, etc.

Contenido	Estudiantes	Contenido	Estudiantes
Lo que limpia es el jabón, no la espuma	8	La espuma no limpia	5
Experiencia-demostración	4	Decir qué hace el jabón y detergente en el agua	3
Limpian igual con mucha o poca espuma	2	Los detergentes disuelven la grasa, no la espuma	2
Que lean este texto	1	Explicarles el modelo de partículas	1

Tabla 8.- Evidencias razones, indicios que añaden a la argumentación del compañero/a: (sólo 26 alumnos añaden razones).

b3) Valoración de las inferencias

Por último, en la tabla 9 se relacionan los verbos usados por los chicos y chicas para valorar cómo las preguntas no literales les ayudan a realizar una lectura comprensiva del texto. La elevada frecuencia de verbos como pensar,

no copiar o deducir muestra como los estudiantes son conscientes de que para responderlas no pueden utilizar estrategias reproductivas, sino que es necesario un cierto razonamiento.

Verbo	Estudiantes	Verbo	Estudiantes	Verbo	Estudiantes
Pensar	29	No copiar	12	Deducir	6
Buscar	5	Leer, releer	4	Reflexionar	3
Asimilar conocimientos	2	Conexión neuronas	1	Hacer conexiones	1
Desarrollar cerebro	1	Analizar	1	Sintetizar	1
Saber	1	Estructurar	1	Profundizar	1
Justificar	1	Trabajar más	1	Razonar	1
Esfuerzo	1	Imaginar	1	Usar más recursos	1
Aprobar, nota	1	Relacionar	1		

Tabla 9.- Las preguntas no literales nos ayudan a... (pueden decir más de una opción).

Conclusiones

El trabajo que se presenta aporta nuevos datos que confirman la dificultad de leer textos científicos de manera comprensiva y que mejorar la competencia lectora del alumnado ni es fácil ni se produce espontáneamente.

En primer lugar, desde la práctica docente podemos constatar que, a menudo, el tipo de preguntas que se plantean tras la lectura de un texto de ciencias, sólo promueven una lectura literal del mismo, es decir, la reproducción de la información aportada por el texto. Este tipo de preguntas, necesarias en algunos casos, son un primer estadio o nivel de aproximación. Pero no deberíamos olvidar que la finalidad última de la lectura es establecer relaciones entre los conocimientos del texto y los propios. Por lo que será necesario plantear preguntas de tipo inferencial, evaluativo y creativo.

Evidentemente, de este trabajo no se puede concluir que haya una mejora en la comprensión lectora de los alumnos, pero creemos que conocer el proceso lector puede ayudar al alumnado a acercarse a los contenidos del texto a sus conocimientos. La mejora en la competencia lectora de textos de ciencias les facilitaría el acceso al conocimiento científico.

En segundo lugar, las preguntas que promueven inferencias son básicas para ayudar a las chicas y a los chicos a utilizar sus conocimientos para profundizar en el texto a partir de deducir implícitos, comprender relaciones entre ideas, intuir las intenciones del autor, relacionar conocimientos, interpretar de manera personal, entre muchas otras habilidades cognitivas. Debe producirse un diálogo entre texto y lector que facilite la elaboración de un nuevo saber.

Finalmente, en relación a la habilidad de la argumentación definida como la capacidad de reconocer evidencias en el texto, tanto de tipo experimental como teóricas, se constata que el alumnado tiene dificultades para encontrarlas. Reconoce en el texto evidencias concretas, referidas a hechos, pero difícilmente reconocen las teóricas. Asimismo, cuando valoran las argumentaciones de los compañeros, la mayoría de ellos utiliza criterios de inteligibilidad, sin tener la necesidad de utilizar ninguna evidencia. Sólo en algún caso utilizan evidencias sobre algún hecho empírico.

Los resultados del trabajo refuerzan nuestra idea de que los profesores tenemos que replantearnos la actividad de lectura comprensiva de textos científicos, puesto que tanto profesores como estudiantes la percibimos como básica para aprender ciencias, pero también como una habilidad cognitiva difícil de alcanzar sin contar con algún tipo de ayuda.

Agradecimientos

Al Ministerio de Ciencia y Tecnología por el proyecto UAB BS02002-04073-C02-01, parcialmente financiado con fondos FEDER; y al DURSI por el proyecto 2004 ARIE 00066 y 2005 ARIE 10023.

Referencias bibliográficas

Brill, G; Falk, H y Yarden, A. (2004). The learning process of two high-school biology students when reading primary science. *International Journal of Science Education*, 26(4), 497-512.

Cassany C., (2006). *Rere les línies. Sobre la lectura contemporània*. Biblioteca Universal Empúries.

Da Silva, C.; Almeida, M.J. (1998). Condições de produção da leitura em aulas de física no ensino médio: um estudo de caso. En: Almeida, M.J. y Da Silva, C. (Edres.) *Linguagens, leituras e ensino da ciências*, 131- 162. Campinas: Associação de Leitura do Brasil.

Driver, R; Newton, P.(2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.

Jiménez-Aleixandre, M.P. (1998). Diseño curricular: Indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 16(2), 203-216.

Marbà, A. (2004). *Com es comunica el coneixement científic en els textos de ciències? Una proposta d'anàlisi*. Trabajo de investigación. Universitat Autònoma de Barcelona.

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

OECD (2003) *Learning for Tomorrow's World: First results from PISA 2003*. Paris: OECD Pub. Service.

Otero, J, León, J.A; Graesser, A. (2002). *The Psychology of science text comprehension*. Mahwah (N.J): Lawrence Erlbaum Associates.

Phillips, L.; Norris, S. (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.

Roca, M. (2005). Cuestionando las cuestiones. *Alambique*, 45, 9-18

Sánchez Miguel, E., (1993). *Los textos expositivos. Estrategias para mejorar su comprensión*. Santillana. Aula XXI

Sanmartí, N., (coord.) (2003). *Aprender ciències tot aprenent a escriure ciències*. Barcelona: Edicions 62.

Sardà, A; Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422.

Sutton, C. (1992) *Words, science and learning*. Buckingham: Open University Press.

Turney, J. (2001). More than story-telling. Reflecting on popular science a, S. Stockmeyer, M. Gore i C. Bryant (eds.), *Science communication in theory and practice*, 47-62. Dordrecht: Kluwer Academic Press.

Väljärvi, J. et al., (2002). *The Finnish succes in PISA –and some reasons behind it-*. Finland: University of Jyväskylä.

Wellington, J. (2001), School textbooks and reading in science: looking back and looking forward. *School Science Review*, marzo, 71-82.

Wellington, J.; Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham: Open University Press.

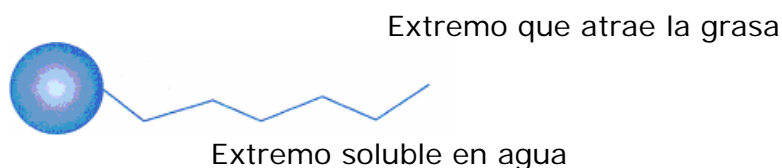
Wilson, J.T.; Chalmers, I. (1988). Reading strategies for improving student work in the Chem Lab. *Journal of Chemical Education*, 65(11), 996-999.

Yore, L. (1991) Secondary science teachers' attitudes toward and beliefs about science reading and science textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 55–72.

Anexo 1

JABONES Y DETERGENTES

Una utilidad muy importante del agua es la de limpiar. Pero, ¿cómo se explica que podamos utilizar el agua para limpiar, si la mayor parte de las sustancias que ensucian son grasientas? Ello es posible porque existen unas sustancias que permiten que el agua y la grasa se mezclen: los jabones y los detergentes. Estos productos de limpieza están formados por largas moléculas con dos extremos muy distintos: uno se une a las moléculas de agua y el otro se une a la grasa, como indica el esquema siguiente:



Debido a que las partículas que forman los productos de limpieza son de esta forma, los jabones y los detergentes actúan de puente entre las moléculas de agua y las de grasa y permiten que la mancha de suciedad se separe de los tejidos, de la piel o del objeto que se quieren lavar y quede suspendida en el agua.

La figura siguiente representa un hilo de algodón con manchas de grasa. Los extremos de las partículas de jabón que atraen a las grasas penetran dentro de la mancha de suciedad, mientras que los otros extremos, que son solubles, se quedan en contacto con el agua que está fuera de la mancha. Es así como las partículas de jabón envuelven las manchas y éstas se desprenden de los tejidos y quedan suspendidas en el agua.



Los jabones, que hace más de 2000 años que se fabrican, son productos que se obtienen con la reacción de una grasa animal o vegetal con un álcali. (Se denominan álcalis o bases las sustancias que tienen un sabor amargo, cambian el color de las sustancias denominadas indicadores, reaccionan con los ácidos para obtener sales). Hasta hace relativamente poco tiempo, algunas personas guardaban todavía las grasas y los aceites sobrantes para hacer jabón. El procedimiento que se seguía era, resumidamente, el siguiente: Se vierten las grasas en un recipiente resistente al fuego. Se mezclan con una solución formada por sosa y agua, y se calienta la mezcla sin dejar que hierva. Debe removerse a menudo. De vez en cuando, se saca un poco de pasta y se vierte en un vasito con agua tibia: si se disuelve totalmente y no se observan gotitas de aceite, el proceso ya habrá terminado. Se deja reposar la mezcla, y se forman dos capas; la superficial es el jabón. Si se quieren hacer pastillas de

jabón, se filtra la pasta y se prensa para eliminar la mayor cantidad de agua posible. Este jabón es muy irritante y no conviene utilizarlo para higiene personal.

Los detergentes que se utilizan mayoritariamente en la actualidad se inventaron hacia la década de 1950. La mayoría son productos derivados del petróleo, razón por la cual se denominaron detergentes sintéticos. Los detergentes son más económicos que los jabones y hacen más espuma, incluso con aguas duras, y por ello se han utilizado mucho desde su aparición.

Se cree que si un jabón o un detergente hace más espuma que otro es que limpia mejor. Esto es cierto, pero los fabricantes añaden agentes productores de espuma para favorecer su venta.

Los primeros detergentes no eran biodegradables, es decir, los microbios que intervienen en la autodepuración del agua no podían eliminarlos. Esto conllevó un problema medioambiental grave: los ríos y los lagos sufrieron la presencia de grandes cantidades de espumas. Actualmente, la ley exige que todos los detergentes sean biodegradables.