

Aprender ciencias a través del lenguaje

Conxita Márquez Bargalló*

La relación tan intensa entre pensamiento y lenguaje hace que sean mutuamente dependientes: el lenguaje ayuda a construir modelos científicos más elaborados y éstos ayudan a configurar un lenguaje más preciso. La exposición que sigue es una reflexión en torno a esta relación y sus consecuencias para la enseñanza y para el aprendizaje científico.

Enseñar y aprender es, básicamente, un proceso de comunicación entre el alumnado y el profesorado y entre los mismos estudiantes (Sanmartí *et al.*, 2002). Muchas veces se piensa que las personas “aprendemos” un determinado conocimiento y posteriormente lo expresamos a través de palabras, y que de hecho “conocer” y “hablar” son dos procesos bien diferenciados. Es muy habitual creer que se pueden “saber” ciencias, u otra disciplina, y no necesariamente saber comunicarlas. Y a veces podemos opinar: “que un alumno sabe pero que no lo sabe decir”. Esta separación entre el “conocer” y el “comunicar” conlleva que muchas veces no se crea necesario incentivar al alumnado para que se esfuerce en comunicar sus ideas de forma que se entiendan, ya que podemos intuir qué quieren decir; y consecuentemente, que los alumnos no valoren dicho esfuerzo.

Sin embargo, el lenguaje juega un papel esencial en el proceso de construcción de las ideas, ya que es el medio a través del cual se regula dicha construcción.

Los chicos y chicas, cuando observan un fenómeno, elaboran sus propias explicaciones que son coherentes desde su punto de vista, aunque suelen ser explicaciones poco elaboradas, simples y generalmente incoherentes desde la lógica del experto. Los profesores, sobre el mismo fenómeno damos explicaciones diferentes más complejas y que se basan en el punto de vista de la ciencia actual. Para acercar estas maneras de explicar las observaciones es necesario hablar, escribir y leer sobre las ideas, sobre las semejanzas y las diferencias, sobre las causas y sus efectos. A través de este proceso comunicativo que surge de la diversidad, cada chico y cada chica va modificando su modelo explicativo, es decir: puede aprender ciencias. Es evidente que en las

Y como las palabras son las que conservan y transmiten las ideas, resulta que no se puede perfeccionar la lengua sin perfeccionar la ciencia, ni la ciencia sin la lengua; y por muy ciertos que fueran los hechos, por muy justas las ideas que los originaron, solamente transmitiríamos impresiones falsas si no tuviéramos expresiones exactas para nombrarlos.

Tratado elemental de química
Lavoisier (1789)

*Profesora-investigadora del Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales de la Universidad Autónoma de Barcelona.

clases de ciencias los alumnos tienen que aprender los modelos científicos y los términos especializados que forman parte de estos modelos, pero deben empezar a hablar de los fenómenos con sus propias palabras, y éstas irán cambiando a medida que adquieran nuevos conceptos. De alguna manera, la actividad científica también es una actividad lingüística.

Muy a menudo los profesores nos quejamos de que los alumnos no saben leer ni expresar sus ideas oralmente ni por escrito. Hay una cierta tendencia a delegar la responsabilidad en el profesorado de lengua y pensar que el problema no está en la manera como enseñamos las ciencias. Sin embargo, convendría preguntarnos si más horas de clase de lengua repercutirían significativamente en una mejora de la competencia lingüística de los alumnos en la clase de ciencias o si el problema se debería formular de otra manera.

A continuación plantearemos la necesidad de promover el desarrollo de la competencia comunicativa científica del alumnado para expresar ideas científicas partiendo de las siguientes premisas.

a) Aprender ciencias es como aprender otro idioma

En el proceso de aprender ciencias se tienen que aprender nuevas palabras, nuevas estructuras gramaticales, es decir, es como aprender otro idioma. Y para ello se debe hablar, leer y escribir. La naturaleza de los fenómenos que trata la ciencia hace que el lenguaje cotidiano sea insuficiente para representarlos. Por eso la comunidad científica se comunica

utilizando un lenguaje altamente especializado — el lenguaje de la ciencia— que incluye, además de palabras, gráficos, mapas, símbolos matemáticos, ecuaciones, etcétera.

El lenguaje científico tiene unas características bien determinadas: es preciso, riguroso, formal, impersonal. Incluso tiene una gramática en la cual la función de verbos y nombres es diferente a la del lenguaje cotidiano (Halliday, 1993).

El lenguaje científico tiene preferencia por el uso de formas impersonales, al contrario de lo que pasa en el lenguaje cotidiano, que prefiere las formas personales.

Las formas impersonales son particularmente adecuadas en las descripciones de los experimentos, ya que centran la atención en lo que se hace: “se calienta la mezcla”, no en quien lo hace: “nuestro equipo de



investigación calentó la mezcla...” Pero, en contraposición, el poco uso de las formas personales puede tener un efecto indeseado: la desaparición de las personas como agentes o actores de la actividad científica.

El lenguaje científico tiende a sustituir los procesos expresados por medio de verbos por nombres. Por ejemplo, sustituye el agua se evapora por la evaporación del agua, es decir hace una nominalización. Las palabras son las mismas, lo que ha cambiado es su forma gramatical, evaporar, un proceso expresado mediante un verbo, se sustituye por evaporación, un nombre. Esta visión del mundo en que los procesos se convierten en nombres y que transforma un mundo en el que pasan cosas en un mundo en el que hay cosas, puede ser difícil de asumir por algunos alumnos.

Sin embargo, algunos autores opinan que determinadas características del lenguaje científico en la fase en que los conocimientos se han consolidado influyen negativamente en la visión de lo que es la ciencia. Por ejemplo, Clive Sutton (1997) critica la concepción que atribuye al lenguaje científico una función fundamentalmente descriptiva, neutra e independiente, desligada de los seres humanos que lo utilizan, y defiende el lenguaje científico como un instrumento para poner a prueba ideas, para imaginar modelos e interpretar situaciones. En sus trabajos analiza la progresión que va desde el estilo personal, persuasivo, de los escritos de los científicos en las primeras afirmaciones provisionales de sus investigaciones, hasta la forma neutra de presentación del conocimiento público, una vez consolidado en los libros de texto. El primer tipo sería el lenguaje como sistema interpretativo y el segundo el lenguaje como sistema de etiquetaje.

Con demasiada frecuencia, los profesores y los estudiantes sólo usan el lenguaje de la ciencia como sistema de etiquetaje, y esto lleva a la percepción de que la ciencia es únicamente conocimiento establecido, por tanto, estático. Por el contrario, si se realizan con los alumnos actividades que permitan mostrarles el estadio interpretativo del lenguaje científico, podrán ver cómo se construyen socialmente los significados y adquirir así una visión de la ciencia más dinámica: la ciencia abre la posibilidad de entender el mundo de otras maneras y esta nueva visión de los fenómenos requiere nuevas formas de expresión.

Hay alumnos a los que este proceso de traducción del lenguaje cotidiano al lenguaje científico no les cuesta, pero una gran mayoría tiene dificultades en distinguir y sobretodo usar los diferentes códigos. Por este motivo será conveniente

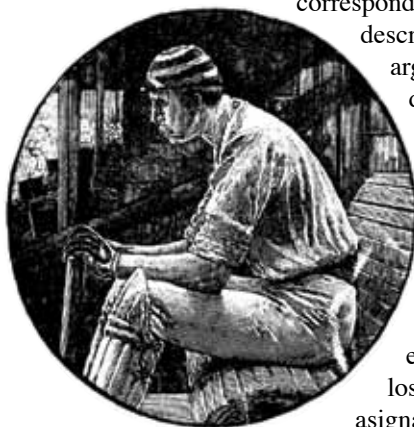
plantear actividades que permitan a los alumnos hacerse conscientes de estas dificultades y que a su vez les aporten estrategias de mejora.

b) Cada disciplina tienen su patrón temático y su patrón estructural

Cada disciplina tiene sus modelos o patrones temáticos a la vez que su propio lenguaje, según palabras de Lemke, su patrón estructural. Para que la actividad científica en el aula se desarrolle con éxito es necesario que los participantes dispongan de conocimientos sobre el tema, pero también del necesario dominio de los géneros del lenguaje científico. Porque mientras uno aporta el contenido, el otro aporta la forma de organizar el razonamiento (Lemke, 1997). Por tanto, consideramos que el currículum de ciencias debe incluir la enseñanza de los patrones estructurales de manera que se relacionen estrechamente con los modelos o patrones temáticos.

Los alumnos aprenden ciencias mientras aprenden a describir, a justificar, a argumentar, a definir o a escribir informes de laboratorio, ya que un texto científico sólo es válido si aquello que dice tiene sentido desde la propia ciencia. Intentar separar la enseñanza de las formas de un determinado texto de la de sus contenidos impide el aprendizaje de unas y otras.

Si examinamos lo que se pide al alumnado en los trabajos que deben realizar en la clase de ciencias, observaremos que las demandas, expresadas a través de verbos, se corresponden con distintas tipologías de texto: definir, describir, explicar, interpretar, justificar, razonar, argumentar, etcétera, siendo estos géneros los discursos típicos de las clases de ciencias.



Un problema que se le plantea al alumnado ante estas demandas es que normalmente no tienen el mismo significado en el contexto de una clase de ciencias que en otras. Así vemos que si un profesor de lengua pide a sus alumnos que *expliquen* la película que acaban de ver, está pidiendo un texto expositivo o narrativo, donde se expongan los hechos de manera ordenada. Si desde la asignatura de historia se pide *explicar* las causas de la guerra civil, se está pidiendo en realidad un texto argumentativo donde será necesario exponer argumentos según diferentes interpretaciones y puntos de vista. En el

caso de las matemáticas seguramente la demanda *explica* cómo has resuelto este problema está solicitando un texto instructivo, un texto que describa ordenadamente el procedimiento utilizado. Y, finalmente, en la clase de ciencias cuando pedimos a los alumnos que *expliquen* algún fenómeno en realidad estamos pidiendo una justificación porque queremos que para contestar hagan referencia a un modelo teórico, en definitiva que nos digan el porqué del porqué.

Ante esta ambigüedad el profesorado debería negociar y pactar con el alumnado el significado de estos términos. Hay alumnos que enseguida saben las “manías” de los profesores y se adaptan con facilidad a sus demandas. Ahora bien, en una situación de enseñanza para todos sería interesante que al menos los profesores de un mismo departamento o centro se pusieran de acuerdo y compartieran con los alumnos el significado de las demandas que se les proponen.

En un grupo de trabajo del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) se pactó una definición de las distintas tipologías textuales que fuera aceptable desde todas las áreas, de forma que el profesorado pudiera trabajar con los mismos criterios desde todas ellas. En el cuadro de la figura 1 se muestran algunas de estas definiciones consensuadas.

<p>Describir es producir enunciados que enumeren cualidades, propiedades, características, etc., de un objeto, organismo o fenómeno.</p> <p>Explicar consiste en producir razones o argumentos de manera ordenada según una relación causa-efecto.</p> <p>Justificar es producir razones o argumentos en relación a un corpus de conocimiento o teoría.</p> <p>Argumentar es también producir razones o argumentos con la finalidad de convencer.</p>

Figura 1: Definición de distintas tipologías textuales (Jorba *et al.*, 2000)

En las clases de ciencias combinamos los diferentes tipos de texto continuamente, pero cada uno tiene unas finalidades específicas en el proceso que comporta la construcción de modelos teóricos.

Así, la descripción sirve para situar la manera de mirar los fenómenos, para identificar aquello que es relevante, es el primer paso en la construcción del conocimiento. La descripción, a diferencia de la explicación, tendría que limitarse al nivel de los hechos, de tal manera que toda la comunidad de clase, independientemente de las propias ideas, pueda estar de acuerdo. Pero muchas veces el lenguaje de la observación incluye aspectos teóricos: se puede

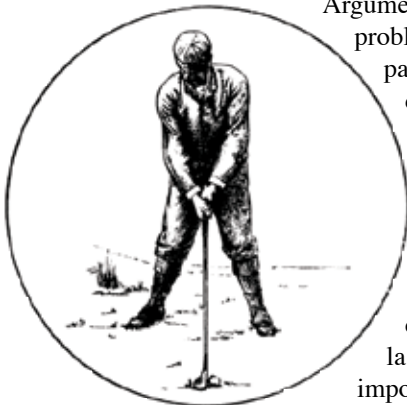
describir el mismo hecho diciendo “la sal ha desaparecido” y “la sal se ha disuelto”, enunciados que se sitúan en marcos teóricos muy distintos.

Por medio de la explicación relacionamos los hechos en el espacio y en el tiempo. La estructura elemental consiste en conectar la situación inicial del hecho con la final, mediante un encadenamiento de causas y efectos.

Con la justificación se pretende que el alumnado relacione los aspectos relevantes del hecho o fenómeno estudiado con el modelo de referencia. En la elaboración de textos justificativos se pide que el alumnado muestre cómo interpreta determinados fenómenos y acontecimientos, al vincularlos con la teoría. Que explique el porqué del porqué. Cuando le preguntamos a un alumno que justifique por qué cuando el aire se calienta se dilata, le estamos pidiendo que traduzca aquello que ve en una interpretación teórica; es decir, en algo que no ve. Toda explicación científica transforma entidades que todos podemos identificar fácilmente (que el globo cuando se calienta se dilata) en otras que forman parte de un conjunto mucho más amplio, pero que no vemos y con las que a menudo nos cuesta ver la relación. Esta parte escondida es la teoría que permite explicar el funcionamiento del mundo desde el punto de vista científico.

A la hora de justificar, el alumnado tiende a recurrir a tautologías cuando no cambian el nivel respecto al enunciado inicial (por ejemplo, para explicar por qué el agua hierve a 100° C, pueden contestar “porque salen burbujas”). Un recurso útil para ayudar al alumnado a profundizar el nivel de la justificación es preguntar el porqué del porqué (¿Y por qué salen burbujas?).

Argumentar es una forma de afrontar una situación problemática, una duda real, una situación o problema para la cual no hay una respuesta segura. Un discurso argumentativo pretende defender la superioridad de una opción por encima de las demás. Argumentar presupone establecer un diálogo real o imaginado con un destinatario que está utilizando razones diferentes. En las clases de ciencias se pide argumentar cuando se quiere que el alumnado justifique alguna de sus concepciones iniciales o que elabore un escrito con la finalidad de convencer a alguien. También es muy importante cuando se trabajan temas relacionados con la educación ambiental, o cuando se discuten sobre temáticas que aún no forman parte de la ciencia “establecida”.



Desde el punto de vista lógico parece que la definición, al dar significado concreto a un término, tenga que ser el paso previo a cualquier utilización de este término, para dejar claro de qué estamos hablando. Pero la experiencia demuestra que una definición difícilmente aportará a una persona no experta el mismo significado que a una experta y le resultará poco útil. Por esto se propone que la definición formal se realice después de que el alumno haya conocido el funcionamiento del concepto, haya construido y puesto en marcha los modelos mentales que se relacionan, etcétera. Sólo cuando el alumno conozca el tema, tiene sentido elaborar una definición que recoja las características esenciales.

Según todo lo expuesto hasta el momento es muy importante que los profesores de ciencias asumamos la enseñanza de los géneros discursivos como contenidos de lengua propios de las ciencias.

Leer, una actividad más para aprender ciencias

Una de las finalidades de la enseñanza de las ciencias es desarrollar competencias que posibiliten a nuestros alumnos seguir modificando y adquiriendo nuevos conocimientos a lo largo de la vida. Estas competencias están muy relacionadas con la lectura autónoma y significativa de textos. En el marco educativo europeo se plantea la lectura como “comprensión, utilización y reflexión sobre textos para alcanzar metas propias, desarrollar conocimiento y el potencial propios y para participar en la sociedad” (OCDE-Pisa, 2000). No hay duda que para conseguir este objetivo es necesario un trabajo coordinado desde las distintas disciplinas.

Entendemos que no nos podemos plantear la lectura de textos como una tarea con sentido por sí misma, puesto que un texto forma parte del conjunto de actividades que se desarrollan en el aula. Lo importante en la lectura no es la comprensión 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.

La lectura es un proceso fundamental en el aprendizaje de las ciencias, puesto que no sólo es uno de los recursos más utilizados durante la vida escolar, sino que puede convertirse en el instrumento fundamental a partir del cual se puede seguir aprendiendo a lo largo de toda la vida. La lectura de libros de divulgación, artículos de revistas especializadas, páginas de internet, así como la vista de documentales

audiovisuales son las vías más comunes de acceso a la constante producción científica de la sociedad.

El uso de internet todavía no se ha generalizado en las aulas como instrumento básico y habitual de trabajo. Su aplicación va a suponer un cambio abismal en la comprensión, gestión y actualización de la información. En los documentos de internet, el lector tiene más protagonismo, pero también más responsabilidad porque, gracias a que la información se estructura en redes (no linealmente como en los documentos escritos) puede seleccionar los itinerarios según sus intenciones e intereses. Otra característica es que la mayoría de documentos se presentan en formatos multimedia, con gráficos, imágenes, videos, sonido. Pero el problema principal quizá provenga de la cantidad de información de todo tipo, no seleccionada, no contrastada, que se encuentra en la red. Son aspectos que configuran un lector que sabe buscar información, que tiene criterio para escoger entre distintas opciones, formado tecnológicamente, acostumbrado a interpretar esquemas e imágenes de todo tipo, capaz de construir conocimiento a partir la información en cualquiera de los formatos en que se presente.

Por eso entendemos que incorporar esta gama tan amplia de documentos en la formación de los estudiantes debería ser un objetivo de la enseñanza de las ciencias, porque prepararía a los lectores del futuro, incidiría en la idea de formar sujetos lectores (Da Silva y Almeida, 1998), con interés para seguir leyendo, estudiando, una vez terminados los estudios obligatorios.

a) Leer textos de ciencias es una actividad compleja

Leer textos de ciencias conlleva muchas dificultades de comprensión a los estudiantes y como profesores debemos tenerlo en cuenta para ayudarlos adecuadamente a superar los obstáculos.

Una dificultad es propiamente el lenguaje científico; éste, tal como se ha comentado anteriormente, tiene unas características que producen, según Lemke (1997), "...un fuerte contraste entre el lenguaje de la experiencia humana y el de la ciencia..." Ello conduce a que los alumnos y las personas en general supongan artificial y engañosamente que la ciencia permanece de alguna manera fuera del mundo de la experiencia humana, en vez de ser una parte especializada del mismo.

Podemos, pues, deducir que el lenguaje de la ciencia suele actuar más de barrera que de puente para facilitar el conocimiento a una mayoría del alumnado. Un alumnado

acostumbrado a la conversación directa, contextualizada, que combina recursos lingüísticos con gestos, miradas, tonos de voz y que por medio del diálogo tiene la posibilidad de reformular o pedir aclaraciones, se encuentra en una situación muy distinta ante un texto científico. Ante él, cada lector sólo dispone del bagaje de sus conocimientos (no siempre coincidentes con los que presupone el autor) y de su habilidad para interpretar y dar sentido a lo desconocido. Difícilmente se pueden imaginar significados para palabras desconocidas o se pueden hacer hipótesis sobre el contenido de los textos, puesto que las inferencias nos pueden conducir a deducciones equivocadas. Más difícil todavía es relacionar el contenido de un texto con un modelo científico si no se expresa de manera explícita.

Asimismo, en los textos aparecen muchos conceptos e ideas científicas expresadas de una manera “comprimida” mediante un nombre o término. La mayoría de estos términos científicos son el resultado de un largo proceso, de la necesidad de encontrar una palabra que definiera un conjunto de relaciones, una idea, una manera particular y nueva de ver un fenómeno. Para las personas que las proponen por primera vez y para los científicos son palabras llenas de significado. Estas mismas palabras, tan significativas para la ciencia, pierden parte de su sentido para los lectores no expertos.

Quizá nos sirva para esta reflexión la idea de Izquierdo y Sanmartí (2003) sobre la información que contiene una palabra tan sencilla aparentemente como “compuesto”. Según las mismas autoras, cuando un experto habla de un “compuesto” se está refiriendo a aquella sustancia en la que la proporción entre los elementos que la constituyen es constante, que la unión entre estos elementos es tan fuerte que sólo pueden separarse mediante cambios químicos, a una sustancia que tiene propiedades distintas respecto de los elementos que las forman. Todos estos referentes están muy alejados del significado que cotidianamente se atribuye a este término como algo formado por muchas cosas juntas. Cuando en un texto aparece el término científico “compuesto” se sobreentienden todas aquellas ideas de manera implícita. En cambio, no se tiene en cuenta el significado cotidiano, que es el punto de partida del alumno.

El proceso de descodificación puede ser muy complicado para el alumno si no tiene más referencias que el texto que está leyendo, porque los alumnos elaboran el conocimiento científico a lo largo de su vida. Una palabra, un concepto remite y se relaciona con otros significados y así va adqui-

riendo consistencia, porque el significado de los términos se va construyendo. El efecto es parecido al efecto que produce una piedra que se echa en el agua: surgen una serie de círculos concéntricos cada vez más amplios. Unos círculos que, contrariamente a lo que pasa con la piedra en el agua, no tienen final. Siempre puede surgir otro, fruto de la reflexión, de la investigación, de la lectura, en definitiva, del conocimiento. Se trata de una construcción que sigue un proceso con un principio, pero sin final.

Tampoco favorece la comprensión del texto el tipo de preguntas que a veces se plantean. Si las cuestiones que se proponen sólo promueven la lectura literal del texto, el alumno para contestarlas se limitará a reproducir lo que dice el texto, sin tener que esforzarse en establecer relaciones entre lo que dice el texto y sus conocimientos.

b) Algunas estrategias para mejorar la competencia lectora

Para ayudar a los alumnos a aprender conceptos científicos y también el placer por la lectura de textos divulgativos de ciencia será necesario promover diferentes niveles de lectura de los textos, planteando preguntas que favorezcan diferentes niveles de lectura: literal, inferencial, evaluativa y creativa (Wilson y Chalmers, 1988). En el cuadro de la figura 2 se exponen las características de estos cuatro niveles de lectura.

<p>Lectura literal: Posibilita conocer el texto. La respuesta a este tipo de interrogante se encuentra directamente en el texto y por tanto sólo es necesario buscarla. Son preguntas que interpelan más la memoria que la comprensión del alumno. Por ejemplo, preguntar: ¿Qué dice el texto?</p> <p>Lectura inferencial: Posibilita utilizar toda la información conceptual que se da por sabida. El lector debe ser capaz de formular con claridad ideas que no aparecen en el texto, pero que están implícitas. Por ejemplo, preguntar: ¿Qué cosas no dice el texto pero necesitamos saber para entenderlo?</p> <p>Lectura evaluativa: Posibilita valorar la utilidad de la información. Por ejemplo, preguntar: ¿Cuáles son las ideas principales? ¿Cuáles dice que no sabía?</p> <p>Lectura creativa: Posibilita ampliar el campo de lectura, deducir, relacionar, aplicar... Por ejemplo, preguntar: ¿Para qué me sirve este texto?, ¿estas ideas son útiles para explicar otros fenómenos?</p>
--

Figura 2: Diferentes niveles de complejidad en la comprensión lectora

También resulta interesante promover en las clases de ciencias estrategias de lectura cooperativa. Diversos autores han establecido (Dansereau, 1987; Colomer, 2002) que los alumnos entienden más un texto y retienen mejor la información cuando el texto ha sido analizado en grupo que cuando únicamente ha sido trabajado individualmente.

El aprendizaje es social, ya que se aprende en la medida que se comparten tareas y actividades con otras personas, contando con el apoyo de expertos. Las actividades de lectura cooperativa también sirven para hacer conscientes a los alumnos de la complejidad del proceso leer, en el cual necesariamente han de descodificar el texto pero también comprender, interpretar y participar.

Actualmente es fácil coincidir en la idea de la necesidad de aprender a lo largo de toda la vida, a la vez que la idea de aprender mientras se vive. El problema es cómo conseguir que nuestros alumnos disfruten y aprendan leyendo y, muy especialmente, leyendo ciencias. No es tarea fácil ya que, además de las resistencias del alumnado hacia la lectura, se les ha de ayudar a superar muchas dificultades y malos hábitos lectores adquiridos (por ejemplo, reducir la identificación de la idea principal de todo un texto a lo que se dice en el primer párrafo). Pero valoramos que nuestra tarea es enseñar a partir de estos condicionantes. Contribuir a la formación de unos buenos lectores es un reto para conseguir que más ciudadanos fundamenten científicamente sus actuaciones en relación con las temáticas socialmente relevantes.

Y para acabar

De todo lo anterior se deduce que para el alumnado no es fácil aprender a elaborar y leer textos científicos y que, hasta hace poco, los profesores de ciencias no hemos tenido demasiada conciencia de la necesidad de promover el desarrollo de las capacidades asociadas a dichas habilidades. Al mismo tiempo, el alumnado tiene que llegar a comprender que las ciencias son explicaciones elaboradas con esfuerzo, a partir de observaciones y de pensar sobre ellas, de discutir con los demás, de leer y, muy especialmente, de escribir para comunicar estos modos de pensar.

De alguna manera, pues, el profesor de ciencias es también profesor de lengua, ya que tiene que promover en la clase un buen conocimiento del lenguaje propio de la ciencia. Ello exige plantear actividades orientadas a este aprendizaje, que ayuden a los alumnos y alumnas a tomar conciencia que mejorando sus formas de hablar, escribir y leer ciencias mejoran sus conocimientos de ciencia y viceversa.

La relación entre pensamiento y palabra no es un hecho sino un proceso, un ir y venir continuado del pensamiento a la palabra y de la palabra al pensamiento...; el pensamiento no se expresa simplemente en palabras, sino que existe a través de ellas.

L. S. Vygotski, *Pensamiento y lenguaje*, 1985.

Bibliografía

- AMADO, J., *El lenguaje científico y la lectura comprensiva en el área de ciencias*, Gobierno de Navarra, Pamplona, 2003.
- CAAMAÑO, A., C. MÁRQUEZ, y M. ROCA, “El lenguaje de la ciencia”, en *Cuadernos de Pedagogía*, núm. 330, 2003, pp.76-80.
- COLOMER, T., “La enseñanza y el aprendizaje de la comprensión lectora”, en C. LOMAS (comp.), *El aprendizaje de la comunicación en las aulas*, Paidós, Barcelona, 2002.
- DA SILVA, C. y M. J. ALMEIDA, “Condições de produção da leitura em aulas de física no ensino médio: um estudo de caso”, en M. J. ALMEIDA y C. DA SILVA (eds.), *Linguagens, leituras e ensino da ciências*, Associação de Leitura do Brasil, Campinas, 1998.
- DANSEREAU, D., “Transfer from cooperative to individual studing”, en *Journal of Reading*, 30, 7, 1987, pp. 506-514.
- HALLIDAY, M. A. K., “Some Grammatical Problems in Scientific English”, en M. A. K. HALLIDAY, y J. R. MARTÍN (eds.), *Writing Science: Literacy and Discursive Power*, University of Pittsburg Press, Pittsburg, 1993.
- IZQUIERDO, M. y N., SANMARTÍ, “El lenguaje y la experimentación en las clases de química”, en *Aspectos Didácticos de Física y Química (Química)*, 11, ICE Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 2003.
- JORBA, J., I. GÓMEZ y A. PRAT, *Uso de la lengua en situaciones de enseñanza aprendizaje desde las áreas curriculares*, Síntesis, Madrid, 2000.
- LEMKE, J. L., *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*, Paidós, Barcelona, 1997.
- OCDE, *Measuring Student Knowledge and Skills. The PISA 2000. Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Inquiry*, OCDE Pub. Service, París, 2000.
- SANMARTÍ, N. (coord.), *Aprender ciències tot aprenent a escriure ciències*, Editorial 62, Barcelona, 2002.
- *Didáctica de las ciencias en la enseñanza secundaria obligatoria*, Síntesis, Madrid, 2003.
- SUTTON, C., “Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje”, en *Alambique*, V12, 1997, pp. 8-32.
- WILSON, J. T. y I. CHALMERS, “Reading strategies for improving student work in the Chem. Lab.”, en *Journal of Chemical Education*, 65 (11), 1988, pp. 996-999.