

El lenguaje de la ciencia como obstáculo de aprendizaje de los conocimientos científicos e propuestas para superarlo

A linguagem da ciência como um obstáculo para a aprendizagem do conhecimento científico e algumas sugestões para supera-lo

The language of science as an obstacle in the learning of scientific knowledge and some suggestions to overcome it

Juan Quílez-Pardo, Espanha

Este trabajo clasifica las dificultades que manifiesta el alumnado relacionadas con el lenguaje científico. Se analizan los aspectos problemáticos asociados con: la gramática de los textos de ciencia, los términos que utilizan los libros de texto de ciencias, los problemas que se emplean para la evaluación, las dificultades del alumnado para desarrollar capacidades de alta demanda conceptual, las escasas oportunidades que se proporcionan a los estudiantes para argumentar científicamente y las actitudes del profesorado ante estos problemas lingüísticos de aprendizaje. Finalmente, se presentan una serie de recomendaciones para integrar efectivamente la enseñanza del lenguaje de la ciencia en el aprendizaje de los contenidos científicos.

Palabras clave: socio-constructivismo; lenguaje; obstáculo; ciencia; enseñanza; aprendizaje.

Este trabalho classifica as dificuldades relacionadas com a linguagem científica expressas por estudantes. São analisados aspectos relacionados com: a gramática dos textos de ciências, os termos usados nos livros didáticos, as questões conceituais e problemas utilizados na avaliação dos estudantes, as dificuldades enfrentadas pelos estudantes para desenvolver raciocínios de alta ordem, as oportunidades limitadas que são dadas aos estudantes para argumentar e as atitudes dos professores frente a tais problemas de aprendizagem. São apresentadas também várias recomendações visando favorecer a integração mais efetiva do ensino da linguagem científica com a aprendizagem dos conteúdos científicos.

Palavras-chave: sócio-constructivismo; linguagem; obstáculo; ciência; ensino; aprendizagem.

This article classifies the difficulties related to using and understanding the language of science manifested by students. The following issues are analysed: the grammar of science texts, the terms used in science textbooks, the conceptual questions and problems utilized in the assessment of students, the difficulties students experience in order to develop higher order thinking skills, the limited opportunities given to students to make scientific arguments, and teachers' attitudes towards these linguistic science learning issues. Eventually, several recommendations are presented in order to integrate the teaching of the language of science into the learning of scientific contents.

Keywords: socio-constructivism; language; obstacle; science; teaching; learning.

Introducción

La comprensión del lenguaje de la ciencia se encuentra estrechamente asociada al éxito académico de los estudiantes (PYBURN; PAZICNI; BENASSI; TAPPIN, 2013). Dada la complejidad del registro científico, aprender cada una de las disciplinas científicas se ha comparado con el aprendizaje de una lengua extranjera (WELLINGTON; OSBORNE, 2001). En este sentido, se ha demostrado que el lenguaje científico especializado actúa como una barrera lingüística para los estudiantes que inician sus estudios científicos universitarios (LIDBURY; ZHANG, 2008).

Desde hace varias décadas, diferentes estudios han llamado la atención acerca de los problemas asociados al significado de los conceptos científicos, tanto en Física (WILLIAMS, 1999) como en Biología (WANDERSEE, 1988), Geología (IZQUIERDO, 1996) y Química (HERRON, 1979).

A la dificultad inherente del lenguaje científico, se añade el hecho de que muchos conceptos no se enseñan adecuadamente. Por ejemplo, Touger (1991) estudió la incorrecta definición del concepto de fuerza en los libros de texto. En el campo de la Química podemos citar como ejemplo la incorrecta definición del término neutralización realizada por los libros de texto (JIMÉNEZ; DE MANUEL, 2002). En el caso de la Biología se puede referir el trabajo de Abimbola y Baba (1996), que identifica una serie de errores conceptuales que transmiten los libros de Biología.

Un amplio número de estudios han analizado las ideas y las dificultades de los estudiantes con respecto al entendimiento de una diversa muestra de ideas científicas. Por ejemplo, los conceptos termodinámicos de calor y trabajo, junto a los conceptos de energía y temperatura, han producido una abundante bibliografía en torno al incorrecto significado otorgado por los estudiantes a estos términos (BROOKES; ETKINA, 2015). Otros ejemplos los encontramos en los problemas de entendimiento del término neutro por parte de los estudiantes de Química (JASIEN, 2010) y en los significados asociados al término gen por estudiantes universitarios de Biología (DÍEZ DE TANCREDI; CABALLERO, 2011).

El papel del lenguaje en el aprendizaje del saber científico

Históricamente, la consolidación de una disciplina científica ha estado asociada al establecimiento de una terminología propia (CROSLAND, 1988). El lenguaje se ha convertido siempre en una parte ineludible de la metodología científica (LAVOISIER, 1798). Por todo ello, es imposible aprender una ciencia sin aprender a la vez su lenguaje. Todo el saber que una disciplina genera es lenguaje (HODSON, 2009), lo que le permite poseer una identidad, que la diferencia de otras. Este hecho significa que para entender una determinada área de conocimiento se necesita dominar principalmente su vocabulario específico. Ello supone conocer su significado en el contexto concreto en el que se utiliza (MILLER, 1999), lo que en muchos casos implica saber la evolución en el sentido que se ha otorgado a un concepto a partir de los marcos teóricos que lo han ido sustentando (FORD; PEAT, 1988; HERRON, 1979).

Dado que las particularidades del conocimiento científico están asociadas de forma inseparable a los términos que emplea, así como a expresiones con las que se comunica y al lenguaje simbólico con el que el mismo está codificado, la clase de ciencias es una clase de lengua (STUBBS, 1976) y todo profesor de ciencias no sólo es un profesor de lenguaje (SUTTON, 2003) sino que además debe ser un intérprete del mismo para sus alumnos (EGAVOROU; OSBORNE, 2010). En consecuencia, enseñar a los estudiantes a leer, escribir, hablar, escuchar y pensar la ciencia que están aprendiendo corresponde fundamentalmente a los profesores de ciencias (SANMARTÍ; IZQUIERDO; GARCÍA, 1999).

La toma de conciencia de estos aspectos ha propiciado que el papel de la lengua en la clase de ciencias suponga un área de creciente interés (FENSHAM, 2004; FLÔR; CASSIANI, 2011). Así, en las últimas décadas, la investigación y la innovación educativas han supuesto que haya cambiado de forma sustancial la visión tradicional del papel del lenguaje en el aprendizaje de la ciencia (O'TOOLE, 1996). El lenguaje empleado ya no es considerado como un simple medio a través del que se transmiten los conocimientos, sino que se contempla como un elemento que desarrolla la capacidad de entendimiento y conocimiento, de forma que pensamiento científico y lenguaje se desarrollan de forma paralela en beneficio mutuo (ROTH, 2005). En este sentido, existe un amplio consenso en que el dominio del lenguaje de la ciencia es un componente esencial en el proceso de alfabetización científica (WELLINGTON; OSBORNE, 2001).

Entender qué sabemos, pero sobre todo cómo y por qué hemos llegado a saber lo que conocemos y a aceptar unas formas de entendimiento y razonamiento, suponen en su conjunto una de las tareas esenciales de la educación científica (ARONS, 1983; MONK; OSBORNE, 1997). Cada alumno debe apropiarse individualmente de esta forma de conocimiento. Pero esta actividad mental no se realiza de forma aislada, sin interacción con el resto de compañeros del aula. Los estudiantes deben tener la oportunidad de

hacer preguntas, de analizar y evaluar distintas formas de pensamiento, reconociendo los elementos de su lógica, así como su grado de fortaleza y sus limitaciones. Este proceso de apropiación se moldea como fruto de la actividad mental que se propicia en el contexto social de la clase de ciencias, con la ayuda, apoyo y supervisión del profesorado, trascendiendo con ello un aprendizaje puramente declarativo. Ésta es una de las principales ideas del constructivismo social (VYGOTSKY, 1977, 1978).

De esta forma, una visión alternativa a la clase tradicional, con enorme potencial, ya que posibilita mejoras en los planos cognitivo, afectivo y social, es la que plantea un aprendizaje colaborativo en la clase de ciencias (THURSTON; TOPPING; TOLMIE; CHRISTIE; KARAGIANNIDOU; MURRAY, 2010). Ese ambiente de trabajo facilita el expresar y compartir las ideas iniciales, lo que permite su reformulación y evolución (HODSON; HODSON, 1998). Además, Mortiner y Scott (2003) establecen que la aproximación comunicativa en el proceso de cambio de ideas supone que el profesor realice preguntas a sus alumnos para que sean ellos mismos los que procedan a evaluar las respuestas producidas, sin que el profesor se pronuncie en un principio sobre la corrección o no de las mismas, pero sí solicitándoles que elaboren las nuevas ideas con libertad, dentro de un contexto dialógico de interacción profesor-alumno. Se ha demostrado que este contexto produce mejoras en el pensamiento y razonamiento científicos de los alumnos (MERCER; DAWES; WEGERIF, 2004).

Así, en ese ambiente exploratorio de ideas, ya desde edades tempranas en la educación primaria (HARLEN, 2009), los alumnos realizan actividades que potencian el que hablen, lean, escriban y escuchen críticamente. De esta forma, el lenguaje media en la generación de pensamiento en cada estudiante. Es decir, los aspectos problemáticos planteados y su intento de resolución, mediante las discusiones, reflexiones y controversias que se generan en esta atmósfera de ideas compartidas, analizadas y debatidas (MERCER, 2008a), permiten internalizar a cada estudiante el nuevo conocimiento científico mediante un proceso de cambio conceptual (DUIT; TREAGUST, 2003). En este sentido, se debe insistir que en el escenario de la conciliación que proporciona la interacción social, los alumnos adquieren a través del lenguaje las herramientas del pensamiento científico. Así, el uso del lenguaje funciona como la forma mediante la que los alumnos construyen significados mientras fundamentan, planifican, interpretan, informan, explican y reflexionan conjuntamente. Según Vygotsky, estas actuaciones producen un proceso de enculturación que les permite su integración en las formas de pensamiento de la comunidad científica.

Planteamiento del problema, objetivo y metodología de trabajo

Dada la importancia que tiene el lenguaje en el aprendizaje del conocimiento científico y la consideración del marco teórico que fundamenta la enseñanza del mismo, según se ha establecido en el apartado anterior, se hace necesario conocer qué aspectos didácticos concretos se deben atender para integrar efectivamente en las aulas de ciencias el desarrollo mutuo de pensamiento y lenguaje.

Según se ha esbozado en la introducción, muchos trabajos señalan que el vocabulario científico se enseña de forma incorrecta, lo que provoca que se aprenda en muchos casos de forma errónea. Por tanto, se hace preciso preguntarse qué factores pueden propiciar este hecho. Pero, además, también se debe estudiar si existen otros obstáculos lingüísticos asociados que pueden contribuir al incorrecto entendimiento de los conceptos científicos. Ello nos permitirá conocer qué tipo de barreras relacionadas con el lenguaje se deben superar.

En este sentido, existen muchos trabajos que de una forma general han analizado las dificultades de los alumnos a la hora de comprender y utilizar el lenguaje de la clase de ciencias (EVAGOROU; OSBORNE, 2010; HERRON, 1996; JONES, 2000; MARKIC; BROGGY; CHILDS, 2013; SUTTON, 1992). Partiendo de estos estudios generales, se ha considerado necesario profundizar en el análisis de las causas y de los tipos de errores del lenguaje en el aprendizaje de los conocimientos científicos, integrando y actualizando estos estudios previos, tomando además en consideración nuevos elementos de juicio que proporcionen una visión más amplia y detallada del problema a estudiar. Por tanto, este trabajo intenta superar estos estudios previos una vez realizada una selección detallada de la amplia bibliografía que existe al respecto, partiendo de los primeros trabajos de la década de los setenta del siglo pasado (MUNBY, 1976; GARDNER, 1977) hasta la actualidad. El mayor problema encontrado en esta selección ha sido lo dispersa que se encuentra la gran cantidad de bibliografía existente al respecto. Como base principal, se han seleccionado artículos procedentes de las revistas internacionales de enseñanza de la ciencia con mayor impacto JCR (Journal of Research in Science Teaching, Science Education, Studies in Science Education, Research in Science and Technological Education, International Journal of Science Education, Research in Science Education, International Journal of Science and Mathematics Education), así como de algunas de las revistas internacionales más relevantes de educación en: a) química (Chemistry Education Research and Practice, Journal of Chemical Education), b) física (American Journal of Physics, The Physics Teacher) y c) biología (The American Biology Teacher). Un segundo bloque corresponde a una selección de las principales revistas de educación en ciencias: a) en español, con índice de impacto IN-RECS (Enseñanza de las Ciencias y Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias) y b) en portugués, indexadas a través del sistema Qualis (Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Investigações em Ensino de Ciências). Un tercer bloque corresponde a revistas de educación en ciencias tanto internacionales como en español, no incluidas en los dos bloques previos, pero que se ha considerado que contienen trabajos relevantes para este estudio (ejemplos son School Science Review, Electronic Journal of Science Education, Primary Science Review, Revista EUREKA o Educación Química). Finalmente, un cuarto grupo de referencias corresponde a revistas de campos afines (como la lingüística y la psicología, principalmente), así como a otras de educación más genéricas que, en su conjunto, han permitido apoyar y fundamentar la discusión realizada. Como resultado, este estudio contiene referencias bibliográficas de más de cuarenta revistas. También

se ha tenido en cuenta una amplia selección de libros que tratan aspectos específicos del lenguaje de la ciencia, también desde la década de los años setenta del siglo pasado (LUNZER; GARDNER, 1979; STUBBS, 1976) hasta la actualidad. De esta forma, la bibliografía de este trabajo está conformada por un total de 136 referencias. Ello ha permitido realizar una clasificación de los obstáculos lingüísticos más relevantes que los alumnos deben superar en el aprendizaje de la ciencia. En varios casos, cada apartado consta de una serie de subapartados que tratan de forma particular o ejemplifican los problemas concretos estudiados en cada uno de los puntos analizados.

Por todo ello, en primer lugar realizaremos una clasificación de los principales problemas que manifiestan los estudiantes con respecto al lenguaje de la ciencia. Se estudiarán qué aspectos propios del lenguaje científico y de su enseñanza dificultan un correcto entendimiento y uso del mismo. Finalmente, formularemos una serie de recomendaciones que posibiliten ayudar al alumnado a superar los obstáculos señalados.

Dificultades del alumnado relacionadas con el lenguaje científico

El estudio realizado ha permitido establecer una clasificación que consta de ocho apartados. Estos puntos se han formulado a partir de aspectos fundamentales examinados por los distintos trabajos seleccionados. De esta forma, la división realizada pretende proporcionar una visión pormenorizada de las distintas fuentes que dificultan la comunicación efectiva de la ciencia en el aula y que pueden originar errores de comprensión y de uso del lenguaje al alumnado. En concreto, los ocho apartados de que consta esta articulación son los siguientes:

- a) *vocabulario específico;*
- b) *libros de texto de ciencias: número de términos nuevos y tipos de textos empleados;*
- c) *obstáculos de redacción: problemas y cuestiones conceptuales;*
- d) *desarrollo de capacidades de alta demanda conceptual;*
- e) *escasas oportunidades para argumentar científicamente;*
- f) *gramática y sintaxis de los textos especializados de ciencia;*
- g) *actitudes y formación del profesorado;*
- h) *lenguaje simbólico y matemático asociado al aprendizaje de las ciencias.*

Conviene señalar que estos apartados sirven para realizar el análisis que se plantea como objetivo, pero de ninguna forma suponen elementos aislados, sin relación con el resto. Todo lo contrario, como se verá, la mayoría de los aspectos analizados están estrechamente asociados con el resto de las cuestiones problemáticas estudiadas, existiendo varios apartados que se solapan entre sí. En cualquier caso, los distintos factores que se presentan confluyen en la necesidad de que el alumno desarrolle y domine el denominado lenguaje académico (SNOW, 2010).

Finalmente, señalar que en este estudio se van a tratar los siete primeros apartados de la clasificación realizada. El último punto indicado, relacionado con el lenguaje simbólico y el matemático (TABER, 2009), contiene elementos singulares de examen que exceden las posibilidades y extensión de este análisis.

Vocabulario específico

Este apartado estudia cómo la terminología científica actúa de obstáculo importante en el aprendizaje de las ciencias. En general, el carácter abstracto y la demanda conceptual de muchos términos científicos (eg. energía, entropía, fuerza, gen, célula) dificultan la comprensión de los mismos por parte de los estudiantes de ciencias. Además, muchas de las dificultades que manifiestan los alumnos a la hora de comprender este vocabulario específico tienen su origen en la polisemia de los términos utilizados. Estos aspectos quedan ejemplificados en los siguientes subapartados:

a) Los alumnos con frecuencia adscriben significado cotidiano a conceptos de ciencias (eg. fuerza, calor, trabajo, energía, etc.) (DRIVER; GUESNE; TIBERGHIE, 1989). El carácter metafórico del lenguaje se manifiesta por la diferencia de significado que se asigna a muchos términos en el ámbito cotidiano y en el científico, de forma que las acepciones que sirven para comunicarse socialmente en la vida diaria pueden actuar como verdaderos obstáculos en el aprendizaje de los conceptos científicos.

b) Los diferentes significados técnicos que posee un determinado término no siempre se diferencian explícitamente por parte de los libros de texto. Por ejemplo, un estudio sobre el uso de los modelos de oxidación y reducción empleados por los libros de texto (ÖSTERLUND; BERG; EKBORG, 2010) reveló que los modelos de cambio de electrones y de número de oxidación se empleaban exclusivamente en el ámbito de química inorgánica, los modelos de ganancia y pérdida de oxígeno e hidrógeno se utilizaban en el contexto química orgánica y el modelo de cambio de hidrógeno en el ámbito bioquímico. Si bien es cierto que las distintas definiciones de proceso redox pueden ser en cada caso apropiadas para analizar las distintas reacciones estudiadas (SILBERSTEIN, 2011), la existencia de distintos significados puede confundir a los estudiantes si no son advertidos de ello.

c) En relación con los apartados anteriores, algunos conceptos cuando se aprenden en un contexto (eg. combustión-Química; fuerza-Física; energía-Física), su significado no se transfiere a otros contextos científicos próximos (combustión-Biología; fuerza-Química; energía-Química), ya que, por ejemplo, muchos alumnos conceptualizan respiración celular como intercambio de gases y no como una combustión que ocurre a nivel celular (CHARRIER; CAÑAL; RODRIGO, 2006). En el ámbito de la estructura atómica y del enlace químico los estudiantes no consideran la existencia de interacciones entre cargas (TABER, 2001). Análogamente, los alumnos no suelen conectar las ideas referidas a la energía potencial gravitatoria aprendidas en el ámbito físico con la energía potencial

electrostática, necesaria para entender interacciones químicas (NAGEL; LINDSEY, 2015).

d) El tratamiento que realizan algunos libros de texto propicia que los alumnos construyan significados híbridos que corresponden a la mezcla de atributos de un mismo término que ha experimentado una evolución histórica en su significado, como es el caso del concepto de átomo (JUSTI; GILBERT, 1999) o de ácido (CAAMAÑO, 2013; JIMÉNEZ: DE MANUEL, 2002).

d) Los libros de texto emplean explicaciones de términos mediante el uso de modelos, metáforas y analogías que se convierten en inapropiadas si no se distingue explícitamente el modelo con la realidad que pretende explicar. A ello se contribuye si además no se analizan críticamente cada uno de sus detalles (OSBORNE, 2014). Quizás por ello los alumnos no reconocen el papel que juegan las analogías y tampoco son capaces de establecer sus limitaciones (SOUZA; JUSTI; FERREIRA, 2006). En otros casos, los libros de texto sólo hacen referencia a las partes semejantes existentes entre la analogía y el concepto que se pretende comprender, pero no se dice nada de los aspectos diferentes o que no se tienen en cuenta (TREAGUST; DUIT; JOSLIN; LINDAUER, 1992).

e) Algunos textos definen palabras mediante sólo una de sus cualidades, funciones o utilidades. Un ejemplo paradigmático es el de energía cuando se define como la capacidad de realizar trabajo. Pero esta definición sólo es válida en el ámbito de la mecánica (DUIT, 1986), estando limitada en el caso de la termodinámica y en el estudio de las reacciones químicas, lo que no contribuye a superar algunas de las ideas alternativas que los estudiantes generan en este contexto de aprendizaje.

f) Por otro lado, si el papel gramatical de los términos científicos usados no es el adecuado, entonces el significado científico asociado a una palabra puede ser erróneo, como es el caso del término calor cuando se emplea en una frase como nombre (ROMER, 2001) o la palabra fuerza cuando se utiliza como verbo (ITZA-ORTIZ; REBELLO; ZOLLMAN; RODRÍGUEZ-ACHACH, 2003).

Otro aspecto a considerar es el desconocimiento por parte de los alumnos del vocabulario académico que normalmente se emplea en las clases y en los libros de texto de ciencias (COXHEAD, 2000; SNOW, 2010), destacando como barreras importantes:

1) la dificultad de entendimiento de los conectores lógicos (en consecuencia, sin embargo, además, etc.) (GARDNER, 1980);

2) la ignorancia de términos no científicos en sentido estricto, pero alejados del lenguaje cotidiano (inherente, inferencia, factor, proporción, consecuente, criterio, fundamental, esencial, etc.) (WELLINGTON, 2001).

Además, existen problemas importantes de comprensión lectora originados, entre otros más específicos, por: a) problemas léxicos debidos al desconocimiento de palabras nuevas que los estudiantes encuentran; b) existencia de barreras sintácticas ante el enfrentamiento de un tipo de estilo gramatical que no están acostumbrados a leer; c) incapacidad de discriminar lo accesorio de lo esencial, lo que se manifiesta, entre

otros casos, a la hora de encontrar la idea principal, así como en la elaboración de un resumen del texto estudiado (CAMPANARIO, 2001; MAZZITELLI; MATURANO; MACÍAS, 2013).

Libros de texto de ciencias: número de términos nuevos y tipos de textos utilizados

Este apartado complementa el anterior, ya que muestra cómo los libros de texto introducen y usan los distintos términos científicos. Así, entre las principales dificultades que presentan para los alumnos los libros de texto se pueden destacar las siguientes:

a) Knutton (1983), Lunzer y Gardner (1979) y Yager (1983) encontraron que los libros de texto de ciencias de enseñanza secundaria estaban escritos con unos niveles de lectura muy por encima del nivel correspondiente al de los alumnos a los que iban dirigidos;

b) el número de términos nuevos introducidos en un curso de ciencias suele superar ampliamente el número de palabras nuevas que se deben aprender en el mismo nivel académico en un curso de lengua extranjera (YAGER, 1983; GROVES, 1995);

c) ya en los primeros cursos de enseñanza secundaria, los libros de texto poseen un alto grado de formalidad, con una densa utilización de la nominalización, una sintaxis compleja y un estilo impersonal (DIMOPOULOS; KOULALIDIS; SKLAVENITI, 2005; KEARSEY; TURNER, 1999);

d) en ocasiones, se utilizan términos completamente incorrectos, que acaban empleándose rutinariamente por su uso (UNAMUNO, 1997);

e) la escasa o nula utilización de textos argumentativos (PENNEY; NORRIS; PHILLIPS; CLARK, 2003);

f) la ausencia de estrategias explícitas de lectura y de escritura (PEARSON; MOJE; GREENLEAF, 2010; WELLINGTON, 2001), tratando a los alumnos como si fueran expertos a la hora de acceder a la información relevante, ya desde los primeros cursos de enseñanza secundaria (DIMOPOULOS, KOULALIDIS; SKLAVENITI, 2005).

Todos estos aspectos relacionados con el lenguaje académico generan problemas de comprensión a los alumnos, máxime si no disponen de elementos de guía y de apoyo que les orienten a la hora de encontrar significado sobre lo que están leyendo (KEYS, 1999). Estas dificultades de entendimiento pueden ser unas de las causas por las que los alumnos empiezan a generar actitudes negativas hacia la ciencia en la transición de la enseñanza primaria a la secundaria (SPEERING; RENNIE, 1996).

Obstáculos de redacción: problemas y cuestiones conceptuales

En este punto se analizan los problemas de comprensión de textos de ciencias debidos a problemas de redacción. En este sentido, una deficiente capacidad de entender el lenguaje de la ciencia limita la capacidad de los estudiantes a la hora de resolver problemas (BEEK; LOUTERS, 1991). Se ha demostrado que en ocasiones los materiales

que se emplean para la evaluación y la investigación educativa poseen una redacción que incluye términos que los alumnos no conocen o con significados polisémicos, así como estructuras gramaticales complejas. Estos problemas se agravan cuando el idioma de instrucción no es la lengua materna (MARTINIELLO, 2008). La simple sustitución de algunos términos clave en la formulación de cuestiones de opción múltiple, un cambio de redacción o la reducción de su longitud, facilita su comprensión, lo que produce mejoras en el número de respuestas correctas de los estudiantes (CASSELS; JOHNSTONE, 1984; DALCQ, 1987; PROPHET; BADEDE, 2009). Además, se han producido efectos positivos mediante las mismas acciones, en lo que se refiere al vocabulario inicialmente empleado, en estudiantes de ciencias que no estudiaban en su lengua materna (BIRD; WELFORD, 1995). En consecuencia, si los alumnos encuentran la cuestión difícil de comprender, su rendimiento se va a ver perjudicado. En algunos casos, esta circunstancia ha producido efectos no esperados. Por ejemplo, se ha demostrado que en ocasiones los alumnos no poseen los errores conceptuales que parecían manifestar, ya que la propia redacción de las cuestiones empleadas para su diagnóstico estaba asociada con problemas de comprensión por el tipo de lenguaje empleado (CLERK; RUTHERFORD, 2000).

Si los alumnos entienden el significado científico de los términos técnicos que encuentran en cuestiones de tipo conceptual, están en mejor disposición para resolver las mismas con éxito (ITZA-ORTIZ *et al.*, 2003). Pero si bien esta circunstancia es un prerrequisito, se trata de una condición necesaria pero no suficiente. Más que conocer las definiciones de los distintos términos, lo que resultada decisivo a la hora del éxito en la resolución de estas cuestiones es la capacidad establecer relaciones entre los distintos conceptos (SUMFLETH, 1988).

Además, la resolución de auténticos problemas está asociada a una serie de procesos cognitivos de alta demanda conceptual. Este aspecto se desarrolla en el siguiente apartado. Con todo, conviene ahora señalar que estos procesos se expresan a través de verbos como justificar, discutir, examinar, analizar, criticar, diseñar, etc., que actúan como términos clave, ya que el correcto conocimiento de su significado es la condición necesaria que permite poder resolver adecuadamente la cuestión o el problema planteados (BULLMAN, 1985).

Desarrollo de capacidades de alta demanda conceptual

La limitada atención del profesorado para ayudar a los alumnos a desarrollar capacidades de alta demanda conceptual es la idea que se aborda en este apartado. Para ello, en primer lugar conviene considerar que de forma análoga a como se construye y se comunica la ciencia, aprender ciencia implica desarrollar las siguientes capacidades: fundamentar, observar, describir, comparar, clasificar, analizar, relacionar, discutir, emitir hipótesis, teorizar, cuestionar, desafiar, defender, argumentar, diseñar experimentos, juzgar, evaluar, decidir, concluir, generalizar, informar, persuadir, inferir, sintetizar, controlar, entre otras actividades relacionadas con el lenguaje (LEMKE, 1990). Es decir, pensar científicamente y comunicar la ciencia que se está aprendiendo

implican el desarrollo de capacidades de alta demanda conceptual. Sin embargo, la enseñanza tradicional de la ciencia no propicia estas competencias, ya que suele estar basada en la presentación por parte del profesor de una serie de hechos, definiciones, procedimientos prácticos cerrados y algoritmos de cálculo en ejercicios, que los alumnos deben memorizar.

Este método de enseñanza, centrado esencialmente en el papel del profesor, no facilita el pensamiento crítico ni la capacidad de resolución de problemas, provocando, en definitiva, que no se desarrollen adecuadamente las capacidades cognitivas mencionadas anteriormente (ZOLLER, 1993). En este sentido, una crítica reciente al tratamiento de los libros de texto tradicionales es que tienden a comunicar hechos aislados y que fomentan la reproducción literal de los contenidos que presentan (GILBERT; BULTE; PILOT, 2011). Estos planteamientos provocan que en estos textos exista un buen número de cuestiones de bajo nivel cognitivo, ya que únicamente pretenden la memorización de hechos, produciendo, en consecuencia, un aprendizaje superficial. La presencia de una gran cantidad de actividades de aplicación en la que los alumnos deben seguir unas pautas preestablecidas (DÁVILA; TALANQUER, 2010) tampoco fomenta la capacidad de analizar, evaluar y resolver problemas. Por el contrario, los libros de texto que contienen cuestiones que invitan al alumno a establecer conexiones y que le estimulan a usar la información que disponen de diferentes formas para construir nuevas ideas son potencialmente más eficaces a la hora de producir un aprendizaje más sólido y profundo (KAHVECI, 2010).

Para cumplir adecuadamente el propósito de comunicar la ciencia se emplean dos tipos de verbos: a) los que se utilizan en lugar del verbo decir (definir, describir, explicar, argumentar, criticar, sugerir, etc.) y b) los que se emplean en lugar del verbo pensar (inferir, calcular, deducir, analizar, observar, asumir, predecir, emitir hipótesis, etc.), que Wilson (1999) denomina verbos metalingüísticos y verbos metacognitivos, respectivamente. Este conjunto de palabras tiene especial importancia a la hora de desarrollar en el alumno las capacidades que menciona Lemke (1990). Sin embargo, Wilson (1999) señala que los citados verbos suelen estar ausentes en el discurso que emplea el profesorado en la clase de ciencias. Por su parte, Glen y Dotger (2009) refuerzan ese estudio previo al encontrar que los profesores de ciencias no utilizan el lenguaje como un sistema interpretativo dentro de un contexto de indagación científica. Estas ausencias en el discurso de los profesores dificultan que sus alumnos desarrollen las referidas capacidades de alta demanda conceptual. Sin embargo, esas capacidades (definir, observar, interpretar, explicar, justificar, razonar, comentar, describir, analizar, examinar, etc.) sí que se suelen requerir para responder adecuadamente las pruebas de evaluación que los profesores suelen plantear a sus alumnos, al estar, por lo general, explícitamente presentes en las mismas. A esta disfunción entre enseñanza y evaluación, se añade que los alumnos equivocan y mezclan sus significados al desconocer su acepción de forma precisa. Por ello, Rodrigues y Thompson (2001) han hecho hincapié en la necesidad de que los profesores expliquen a sus alumnos qué significan estas palabras,

ya que de lo contrario los estudiantes pueden confundir su significado entre ellas, lo que les impedirá resolver adecuadamente las cuestiones y problemas planteados, según se ha señalado en el apartado anterior.

Escasas oportunidades para leer, escribir y argumentar científicamente

La argumentación científica es un elemento esencial de alfabetización científica. Sin embargo, esta importancia no se suele atender por el profesorado (OSBORNE, 2002). Este hecho es el objeto de estudio de este apartado. En concreto, el sistema educativo tradicional no promueve ambientes de aprendizaje activo en los que el alumnado pueda investigar, probar, simular, etc., dejando poco espacio para el debate (CELLA-RANILLA; GISBERT, 2013). En consecuencia, una de las grandes barreras en el desarrollo de capacidades de argumentación en los jóvenes que estudian ciencias radica en la escasez de ocasiones que habitualmente se les ofrecen en ese sentido (DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000), tanto por la propia estructura de la clase tradicional como por el tipo de actividades y de textos que incorporan los manuales de ciencias.

Así, el profesor suele acaparar la mayor parte del tiempo de la clase, dejando poco espacio para las preguntas e intervenciones de los alumnos (BULLMAN, 1985; BLEICHER; TOBIN; MCROBBIE, 2003; DIMOPOULOS *et al.*, 2005), de forma que la interacción oral profesor-alumno que promueve el razonamiento suele estar ausente en muchas clases de ciencias (ALEXANDER, 2008). Las escasas ocasiones en las que a un alumno se le invita a intervenir suelen ser en el contexto del patrón denominado diálogo triádico (LEMKE, 1990), en el que el profesor inicia el proceso con una pregunta, que el alumno no suele verbalizar adecuadamente (respuestas cortas, muchas veces de una o dos palabras; frases sin verbo, etc.), cerrándose el proceso con la evaluación del profesor de la respuesta producida. En la mayoría de los casos, las preguntas sólo requieren conocimiento factual, por lo que no se suele promover la discusión de ideas ni el establecimiento de conexiones entre conceptos (BLEICHER *et al.*, 2003). Todo ello requiere un cambio profesional sobre la práctica docente (KEOGH; NAYLOR, 2007).

Por otro lado, los libros de texto, según ya se ha señalado anteriormente, plantean pocas actividades que propicien la escritura de textos argumentativos. Además, Newton; Driver y Osborne (1999) señalaron que el tiempo de clase que los alumnos de secundaria emplean en actividades productivas de lectura corresponde a sólo un 3%.

Todo ello propicia que los estudiantes de ciencias tengan dificultad a la hora de comprender afirmaciones causales, así como para distinguir entre hechos y sus interpretaciones, y que suelen establecer inferencias no justificadas, así como en la afirmación de consecuencias sin tener en cuenta el marco teórico (NORRIS; PHILLIPS, 2003; SARDÁ; SANMARTÍ, 2000). Por su parte, Zuzovsky y Tamir (1999) encontraron que las explicaciones científicas realizadas por los alumnos de secundaria eran simples e incompletas, ya que a una escasez en el empleo de la terminología científica, se unía la utilización de reglas intuitivas de inferencia y a que no utilizaban reglas causales en sus razonamientos sino que sus justificaciones eran más bien descripciones. Características

semejantes se encontraron en los estudiantes del último curso de primaria en su intento de producir textos argumentativos (EBBERS; ROWELL, 2002).

Gramática y sintaxis de los textos especializados de ciencia

El registro que posee el lenguaje de la ciencia supone el empleo de una serie de términos con un significado propio y de una serie de estructuras que expresan estos significados. Los libros de texto de ciencias se apropian de este lenguaje especializado en cierto grado (BRAGA; MORTIMER, 2003) lo que ocasiona que la lectura de los mismos sea una barrera de aprendizaje, más que una ayuda, para muchos estudiantes.

Conviene, por tanto, en un primer momento, conocer estas características para luego pasar a establecer acciones que permitan facilitar el aprendizaje a los alumnos cuando se enfrenten a la lectura de los textos que se emplean en la clase de ciencias. Un análisis lingüístico de los textos especializados de ciencias revela las siguientes características (BULLMAN, 1985; DARIAN, 2003; HALLIDAY; MARTIN, 1993; SNOW, 2010): a) la utilización de un léxico específico de alto grado de abstracción; b) el empleo de un estilo impersonal. El autor de un texto no expresa opiniones personales ni emociones, construyendo textos altamente objetivos; c) la concisión, conseguida evitando redundancias; d) los tipos de razonamiento que utiliza (textos argumentativos, análisis de datos, uso de inferencias, empleo de comparaciones, razonamiento causal en el que concurren varias variables y necesidad de establecimiento de su control, utilización de razonamiento hipotético-deductivo) y las clases de textos que utiliza (informes, procedimientos y explicaciones); e) la construcción de taxonomías técnicas; f) la nominalización, que supone sustituir verbos por nombres; g) el uso de conectores que incrementan la complejidad de las frases; h) la variedad de tiempos verbales utilizados. Por ejemplo, el empleo de la voz pasiva y de frases causales en condicional, con construcción de largas frases subordinadas; i) su densidad léxica, lo que supone la concentración de una gran cantidad de información mediante la adecuada selección de las palabras que usa, buscando dos fines: la precisión de los términos y estructuras gramaticales que compriman ideas complejas en un reducido número de palabras; j) la realización de definiciones de términos que se presentan dentro de un entramado de proposiciones definitorias de otros términos relacionados; k) el cambio de la función gramatical de los términos que se utilizan (metáforas gramaticales); l) la discontinuidad semántica, que implica que el lector debe deducir o descubrir la información que el autor del texto ha dejado implícita; m) la utilización de símbolos, fórmulas matemáticas, tablas, diagramas y gráficas.

Estos rasgos característicos del lenguaje escrito de la ciencia suponen un registro lingüístico que lo diferencian notablemente del lenguaje cotidiano (LOMBARDI; CABALLERO, 2007), así como de otros géneros asociados a formas de conocimiento y de comunicación (MÁRQUEZ; PRAT, 2005; YORE, BISANZ; HAND, 2003).

Actitudes y formación del profesorado

Como se ha venido analizando, el profesorado es uno de los principales responsables a la hora de ayudar a los alumnos a superar las barreras lingüísticas en el aprendizaje de la ciencia. Sin embargo, su formación previa y las actitudes que manifiestan los profesores en este sentido no favorecerían que los alumnos pudieran tener éxito en la superación de esos obstáculos.

En la enseñanza de la ciencia, el lenguaje se ha entendido tradicionalmente como un simple vehículo a través del que se transmite la información (FORD; PEAT, 1988). Quizás por ello, los profesores de ciencias normalmente no consideran que la falta de dominio del lenguaje de la ciencia (en el sentido multifacético expuesto en este trabajo) puede ser uno de los mayores factores que impidan un correcto aprendizaje de los conceptos científicos. En este sentido, a pesar de que los profesores ciertamente pueden tener plena conciencia de las dificultades que presentan los estudiantes tanto a la hora de trabajar con unos términos especializados como en su capacidad de escribir científicamente, por lo general desconocen qué aspectos específicos deben dominar sus alumnos para comunicarse de una forma científicamente adecuada en diversos contextos (SEAH, 2016).

Además, si bien es cierto que el profesorado de ciencias tiene intuiciones sobre el uso del lenguaje en la clase, buena parte del mismo se considera únicamente profesor de contenidos (TAN, 2011) y, quizás por ello, no suele reflexionar acerca de su rol de comunicador de la estructura lingüística de su asignatura (GALAGOVSKY; BONÁN; ADÚRIZ, 1998). De esta forma, el docente de ciencias juzgaría que enseñar el lenguaje de la ciencia no sería de su competencia sino que estaría englobado específicamente dentro de las responsabilidades de los profesores de lenguas maternas y extranjeras (ZWIERS, 2008). A ello se añade que, por lo general, no se suele ver preparado para tal fin (PEARSON, MOJE; GREENLEAF, 2010), existiendo en este sentido serias deficiencias en su formación inicial y en la permanente, tanto en lo que hace referencia a las capacidades relacionadas con la lectura (FLÔR; CASSIANI, 2011) como a las dificultades que muestran a la hora de manejar situaciones argumentativas en sus clases (VIERA; NASCIMENTO, 2013). A ello se añade que el profesorado de ciencias se suele mostrar escéptico a la hora de considerar cualquier innovación que integre la enseñanza del lenguaje de la ciencia con un modelo que desarrolle los aspectos esenciales de la alfabetización científica (THIER; DAVISS, 2002).

Conclusiones y algunas implicaciones para la enseñanza

El objetivo formulado en este trabajo ha permitido realizar una clasificación que permite entender las distintas fuentes que dificultan el aprendizaje del lenguaje de la ciencia a los estudiantes. Se han analizado siete aspectos problemáticos. De una forma sintética, se pueden resumir los principales problemas y dificultades relacionados con el lenguaje científico que presentan los alumnos en dos apartados:

- a) *El aprendizaje de la ciencia requiere el conocimiento de un lenguaje especializado,*

que está asociado a un vocabulario específico. Los nuevos términos que conforman el registro científico no sólo suponen una serie de palabras técnicas desconocidas inicialmente para el alumno (eg. orbital, entropía, mol, enzima, gen, aeróbico, quiral, hidrólisis, etc.), sino que además abarcan un buen número de términos sobre los que los estudiantes ya suelen poseer un conocimiento previo, tales como fuerza, trabajo, calor, energía o cristal a los que se les debe otorgar el nuevo significado científico, que se manifiesta de difícil adquisición por parte de los estudiantes. Además, la polisemia es una propiedad que no se circunscribe a esos dos ámbitos (cotidiano y científico), ya que un buen número de palabras se asocian con diferentes sentidos dentro del propio ámbito del discurso de las ciencias. Estas diferencias de significado no suelen explicitarse por parte de los autores de los libros de texto, lo cual genera problemas de aprendizaje a los estudiantes de ciencias. Finalmente, añadir que, para aprender ciencias, los alumnos no sólo necesitan conocer un vocabulario técnico, sino que también deben entender y aprender un lenguaje académico específico y unas estructuras gramaticales que inicialmente desconocen y/o que no están acostumbrados a utilizar.

b) Los alumnos deben ser capaces de establecer relaciones de significados entre los nuevos términos que aprenden, así como de comunicar estos vínculos de forma coherente, argumentando científicamente. Pero, por lo general, los estudiantes de ciencias no poseen las competencias propias de la argumentación científica y encuentran dificultades a la hora de su adquisición, fundamentalmente cuando no se potencian las capacidades de alta demanda conceptual en un contexto en el que no se propicia la exploración de ideas ni se fomenta, en consecuencia, la interacción dialógica.

Para posibilitar la superación de los obstáculos de aprendizaje analizados en este trabajo, el papel del profesorado se muestra esencial. Sin embargo, muchos profesores no consideran que su misión consista en ser profesores de lengua (lo que supone saber integrar el aprendizaje de conocimientos lingüísticos con el de los contenidos científicos) o simplemente piensan que no se encuentran preparados para realizar esta integración.

Por todo lo referido, se hace necesario evitar la disociación existente entre la teoría educativa sobre el lenguaje de la ciencia y la realidad escolar (BLEICHER *et al.*, 2003; WILSON, 1999; YAGER; AKCAY; CHOI; YAGER, 2009). Esta aproximación de la investigación de la didáctica de la ciencia a la práctica docente supone desarrollar acciones de innovación educativa que propicien integrar lengua y contenidos científicos (O'TOOLE, 1996; ZWIERS, 2008), facilitando con ello que actúen de forma sinérgica en beneficio mutuo (SEAH; CLARKE; EUGENE, 2014). Todo ello con el objetivo de posibilitar que el profesorado sea consciente de un conjunto de barreras lingüísticas para el aprendizaje de la ciencia. Esta toma de conciencia puede contribuir a que estos docentes no las obvien o desconsideren (PEARSON; MOJE; GREENLEAF, 2010) y, como consecuencia, propicie que establezcan mecanismos de ayuda y orientación que faciliten a los estudiantes la superación de las mismas.

En cualquier caso, se debe insistir en que el proceso de indagación científica que debería enmarcar la clase de ciencias supone desarrollar capacidades de pensamiento

crítico (OSBORNE, 2014), asociado a las de comunicación oral, lectura y escritura. En este contexto, proponer y discutir ideas, evaluar alternativas y elegir entre diferentes explicaciones son prácticas discursivas que facilitan la construcción del conocimiento científico (JIMÉNEZ; DÍAZ, 2003). Esto es así ya que este tipo de trabajo propicia el entendimiento y el uso del registro del lenguaje de la ciencia, que trasciende al empleo del léxico técnico específico de cada disciplina, así como del vocabulario académico adherido, ya que implica una forma propia de las ciencias de establecer jerarquías, asociaciones y relaciones entre ideas (JIMÉNEZ, 1998). Todo ello facilita el razonamiento como una forma potente y eficaz de desarrollar el entendimiento de los conceptos estudiados.

En el proceso del profesorado de planificación de actividades que tengan el doble objetivo de considerar explícitamente el aprendizaje del lenguaje de la ciencia y su integración adecuada en el de los contenidos científicos, los alumnos deben estar convencidos de la importancia que juega el lenguaje en el aprendizaje de la ciencia (MAMMINO, 2010). Esta reflexión y concienciación posibilita poder ayudarles a mejorar de forma efectiva sus competencias en la comunicación científica. Los estudiantes necesitan ser guiados de forma consciente a la hora de tomar conciencia de que el aprendizaje de la ciencia y el correcto entendimiento y manejo de su lenguaje no se pueden separar.

En función del análisis realizado, se pueden proponer una serie de actuaciones concretas para disminuir la barrera que supone el lenguaje de la ciencia en su aprendizaje:

a) Como premisa general, insistir en la creación de espacios de interacción dialógica en la clase de ciencias, modulada por el profesor, como un motor efectivo que propicia el cambio conceptual (MERCER, 2008b). Por ello, se procurará evitar la predominancia del diálogo triádico alumno-profesor, explorando las ideas de los estudiantes mediante repreguntas, que propicien la indagación científica (WELLS, 1999). En este ambiente de trabajo, el alumno se ve provisto de oportunidades para procesar y clarificar su idea inicial. La frecuencia de este tipo de diálogo facilita que el alumno emplee un vocabulario cada vez más preciso y correcto, mejorando además su capacidad de comunicación científica (LYON; BUNCH; SHAW, 2012).

b) En un primer momento, facilitar que los alumnos se familiaricen y entiendan los conceptos científicos empleando para ello un vocabulario sencillo, lo más cercano posible a su registro. Se trata de que los estudiantes puedan desarrollar las ideas nuevas en un proceso paulatino de adquisición del lenguaje científico. Así, en etapas posteriores, se introducen los nombres de los nuevos términos científicos en una variedad de contextos en los que tienen aplicación (BROWN; RYOO, 2008; SCHOERNING, 2014), permitiendo la evolución conjunta de ideas y de lenguaje.

c) Plantear actividades en las que se ponga de manifiesto el nuevo vocabulario de forma repetida y en diferentes situaciones: juegos de palabras, actividades de asociación de términos/conceptos (eg. asociación de término-definición y término-sinónimo, etc.); cuestiones conceptuales de opción múltiple de doble respuesta (en las que la segunda

respuesta justifica la primera); completar huecos de palabras; construcción de glosarios para ir formando un banco de palabras (a cada palabra se le asigna una ficha que contiene: dibujos que la explican, ejemplos de contextos en los que la misma aparece, relación con otros términos científicos, etc.) (HENDERSON; WELLINGTON, 1998).

d) Fomentar la lectura y la escritura activas mediante el diseño de actividades, especialmente diseñadas para tal fin, denominadas DARTS (Directed Activities Related to Texts) (DAVIES; GREEN, 1984). Las actividades de lectura de este tipo propician que el estudiante se centre en las partes más importantes de un texto y le ayudan a realizar una reflexión sobre su contenido. Las mismas implican que los alumnos discutan, compartan ideas y examinen su interpretación del texto analizado. En cuanto a tareas de escritura se pueden diseñar actividades que impliquen que los alumnos construyan mapas conceptuales en los que se establezca claramente la relación entre los principales términos que se proporcionan, así como construir tablas-resumen que sinteticen e integren lo estudiado hasta ese momento. En ocasiones, estos mapas y tablas pueden estar parcialmente realizados, siendo la tarea del alumno el completar los mismos. Además, la utilización de materiales específicamente diseñados para mejorar la comprensión lectora de las ciencias es otra herramienta que podría desarrollarse a partir trabajos como los realizados en el ámbito de aprendizaje del francés científico (DALCQ, 1996; DALCQ; VAN RAEMDONCK; DEVOS-WILMET 1989).

e) Dar tiempo suficiente a los alumnos para que puedan verbalizar sus respuestas cuando son directamente preguntados por el profesor. Las respuestas iniciales del alumno las debe reformular el profesor, construyendo expresiones que tengan sentido para el estudiante. En otras ocasiones, la reformulación del profesor supone sustituir unos términos (incorrectos o inapropiados) por otros que sean más adecuados en el contexto específico en el que se está trabajando (ZWIERS, 2008).

f) Propiciar la toma de conciencia de cambio de ideas mediante la integración de actividades cognitivas de aprendizaje con el planteamiento de actividades específicas de metacognición (VERMUNT; VERLOOP, 1999), haciendo paradas en el desarrollo de la clase con este objetivo. Se trataría de mejorar la forma de pensar acerca de un contenido particular, así de cómo se han ido organizando los nuevos conceptos, reflexionando además en torno a cómo se podrían clarificar y mejorar estos procesos mentales. En la misma línea de trabajo, realizar reflexiones de toma de conciencia metalingüísticas en el desarrollo de ideas (ZWIERS, 2008).

g) Promover distintos niveles de lectura de los textos de ciencias mediante el planteamiento de preguntas específicamente diseñadas para tal fin (SARDÁ, MÁRQUEZ; SANMARTÍ, 2006).

h) Generar un ambiente de clase en el que el alumno se encuentre seguro, de forma que se posibilite que pueda formular preguntas con total libertad o realizar la aportación que considere conveniente, sin que sienta que se puede afectar su autoestima (KEOGH;

NAYLOR, 2007).

i) Utilizar herramientas de evaluación formativa que propicien que (MARTÍN-DÍAZ, 2013; ZOLLER, 1993): 1) las cuestiones formuladas se razonen y se expliquen; 2) en los problemas planteados se verbalice explícitamente su fundamentación, así como la justificación del proceso seguido en su resolución, analizando finalmente el resultado obtenido; 3) se defienda un determinado diseño experimental, en contraposición a otros posibles, para contrastar la hipótesis emitida; 4) se justifique la formulación de hipótesis a la luz de conocimiento previo adquirido; 5) se produzcan inferencias en función de los resultados obtenidos o de unos hechos experimentales conocidos.

j) En consonancia con el punto anterior, ayudar a los alumnos a realizar informes científicos, centrando la atención en el desarrollo de capacidades de análisis, síntesis y evaluación, con producción de textos propios que posibiliten la elaboración de explicaciones fundamentadas sobre los hechos y datos experimentales obtenidos, posibilitando finalmente el establecimiento de una serie de conclusiones sobre el problema estudiado (WELLINGTON; OSBORNE, 2001).

k) Plantear debates argumentando de forma científica, a favor y en contra, de un determinado punto de vista. En este sentido, se pueden presentar y analizar diversas controversias científicas surgidas a lo largo de la historia de la ciencia, lo que posibilita desarrollar en paralelo el conocimiento de la naturaleza de la ciencia (MARÍN; BENARROCH; NIAZ, 2013).

l) Planificar actividades que propicien el pensamiento crítico (OLIVERAS; SANMARTÍ, 2009) y plantear preguntas que favorezcan el desarrollo de capacidades de indagación científica (KAWALKAR; VIJAPURKAR, 2013).

m) Incorporar textos argumentativos adaptando textos científicos especializados (YARDEN, 2009).

n) Considerar en su conjunto las importantes propiedades que tienen las distintas modalidades semióticas como elementos de ayuda durante el proceso de construcción de significados por los alumnos (JAIPAL, 2010).

o) Intentar hacer asequible el lenguaje de la ciencia mediante toda una serie de acciones puntuales, en consonancia con las recomendaciones más generales reseñadas en los puntos anteriores, ayudando a los alumnos a: 1) precisar (y, en su caso, diferenciar) explícitamente el significado de términos científicos; 2) hacer las inferencias oportunas sobre lo que es relevante o no en la información que aparece en un texto; 3) promover la búsqueda de la idea principal en la lectura de un texto (solicitándoles, por ejemplo, que lo resuman en una sola frase), así como propiciar estrategias de metarreflexión sobre el propio proceso de lectura; 4) explicitar el contexto en el que un término toma su significado; 5) analizar el origen etimológico de un grupo de palabras; 6) apoyar el significado conceptual de las palabras a través de la experiencia, para lo que el laboratorio debe jugar un papel esencial; 7) recurrir al empleo de sinónimos; 8)

destacar las ideas o términos clave, ayudando a la comprensión de las mismas; 9) apoyar mediante ilustraciones: imágenes, dibujos, etc. la comprensión de conceptos abstractos, informando acerca de la simbología empleada, procurando ayudar en la interpretación de aquello que se quiere ilustrar, evitando, en consecuencia, todo aquello que sea anecdótico o que pueda distraer la atención del lector; 10) contrastar explícitamente el lenguaje cotidiano o informal con el de la ciencia; 11) evitar que la escritura se limite a copiar lo que está escrito en la pizarra o en una pantalla, facilitando así que los alumnos aprendan conceptos utilizando sus propias palabras; 12) poner especial cuidado en los textos que los alumnos van a utilizar. Ello comporta establecer encabezamientos de epígrafes con significado, rompiendo el texto con subtítulos, así como intentar partir siempre de lo conocido para poder establecer conexiones con las nuevas ideas, procurando además que las frases no sean largas para lo que se usarán adecuadamente toda una serie de conectores y se intentará establecer la mayor proximidad posible entre referentes y referidos; 13) facilitar la comprensión de una exposición oral así como la lectura comprensiva de un texto mediante una escucha o lectura compartida haciendo preguntas a los alumnos acerca del significado de palabras, pidiéndoles también que digan lo que piensan tanto antes como después de una lectura o de una exposición oral, así como que pongan un título a un texto que no lo lleva y que realicen predicciones sobre lo escuchado o leído, proporcionando razones que las apoyen, buscando pruebas acerca de las mismas; 14) disminuir de forma gradual y progresiva todas las ayudas enfocadas a la superación de los obstáculos asociados al lenguaje de la ciencia, facilitando con ello la autonomía y la creciente responsabilidad del alumnado.

Quizás, pueda parecer que todas estas acciones son demasiado ambiciosas, prácticamente imposibles de conseguir, por lo que pueden desanimar al profesorado que tome conciencia del problema que supone el aprendizaje del lenguaje de la ciencia. Todo lo contrario, las mismas abren un campo de actuación que contempla múltiples posibilidades que se pueden ir integrando paulatinamente en la práctica docente como nuevos retos y desafíos que marquen una vía efectiva de apoyo y ayuda en el aprendizaje significativo de la ciencia de nuestros alumnos. Es evidente que los logros serán mayores y la motivación se podrá mantener si los profesores trabajan en equipo de forma reflexiva, marcándose metas posibles, sobre las que se puede ir construyendo un camino factible de actuación que permita ser evaluado.

Referencias

ABIMBOLA, I.O.; BABA, S. Misconceptions & alternative conceptions in science textbooks: the role of teachers as filters. **The American Biology Teacher**, v.58, n.1, p.14-19, 1996.

ALEXANDER, R.J. **Towards Dialogic Teaching. Rethinking classroom talk**. York: Dialogos, 2008.

ARONS, A.B. Achieving wider scientific literacy. **Daedalus**, v.112, n.2, p.91-122. 1983.

- BEEK, K.V.; LOUTERS, L. Chemical language skills. Investigating the deficit. **Journal of Chemical Education**, v.68, n.5, p.389-392, 1991.
- BIRD, E.; WELFORD, G. The effect of language on performance of second-language students in science examinations. **International Journal of Science Education**, v.17, n.3, p.389-397, 1995.
- BLEICHER, R.E.; TOBIN, K.G.; McROBBIE, C.J. Opportunities to talk in high school chemistry classroom. **Research in Science Education**, v.33, n.3, p.319-339, 2003.
- BRAGA, S.A.M.; MORTIMER, E.F. Os gêneros de discurso do texto de biologia dos livros didáticos de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.3, p. 56-74, 2003.
- BROOKES, D.T. ; ETKINA, E. The Importance of Language in Students' Reasoning About Heat in Thermodynamic Processes, **International Journal of Science Education**, v. 37, n. 5-6, p. 759-779, 2015.
- BROWN, B.A.; RYOO, K. Teaching science as a language: a 'content-first' approach to science teaching. **Journal of Research in Science Teaching**, v.45, n.5, p.529-553, 2008.
- BULLMAN, L. **Teaching language and study skills in secondary science**. Londres: Heinemann, 1985.
- CAAMAÑO, A. Els models d'Arrhenius i de Brönsted-Lowry en la modelització dels àcids i les bases: presentació anhistòrica i modelització híbrida. **Educació Química**, v.16, p.24-31, 2013.
- CAMPANARIO, J.M. ¿Qué puede hacer un profesor como tú o un alumno como el tuyo con un libro de texto como éste? Una relación de actividades poco convencionales. **Enseñanza de las Ciencias**, v.19, n.3, p.351-369, 2001.
- CASSELLS, J.R.T.; JOHNSTONE, A.H. The effect of language on student performance on multiple choice test in chemistry, **Journal of Chemical Education**, v.61, n.7, p.613-615, 1984.
- CELLA-RANILLA, J.M.; GISBERT, M. Learning Patterns of First Year. **Revista de Educación**, v.361, p.171-95, 2014.
- CHARRIER, M.; CAÑAL, P.; RODRIGO M. Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. **Enseñanza de las Ciencias**, v.24, n.3, p.401-410, 2006.
- CLERK, D.; RUTHERFORD, M. Language as a confounding variable in the diagnosis of misconceptions. **International Journal of Science Education**, v.22, n.7, p.703-717, 2000.
- COXHEAD, A. A new academic word list. **TESOL Quarterly**, v.34, n.2, p.213-238, 2000.

- CROSLAND, M.P. **Estudios históricos en el lenguaje de la Química**: México: UNAM, 1988.
- DALCQ, A.E. Questions mal comprises ou mal possés? Un test de compétence linguistique. **Langue Française**, v.75, p.36-50. 1987.
- DALCQ, A.E. Quelques balises pour une pédagogie de la rédaction en français scientifique. In : ACFAS (Orgs.), **Le français et les langues scientifiques de demain**. Universidad de Québec: Montreal, 1996. p.247-285.
- DALCQ, A.E.; VAN RAEMDONCK, D.; DEVOS-WILMET, B. **Le français et les sciences**. Paris: Duculot, 1989.
- DARIAN, S. **Understanding the Language of Science**. Austin: University of Texas Press, 2003.
- DAVIES, F.; GREEN, T. **Reading for learning in the sciences**. Harlow: Oliver and Boyd, 1984.
- DÁVILA, K.; TALANQUER, V. Classifying end-of-chapter questions and problems for selected general chemistry textbooks used in the United States. **Journal of Chemical Education**, v.87, n.1, p.97-101, 2010.
- DÍEZ DE TANCREDI, L.; CABALLERO, C. Evolución de los significados del concepto de gen en estudiantes de educación superior de la carrera docente de Biología. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n.3, p.443-472, 2011.
- DIMOPOULOS, K.; KOULALIDIS, V.; SKLAVENTITI, S. Towards a framework of socio-linguistic analysis of science textbooks: the Greek case. **Research in Science Education**, v.35, n.2, p.173-195, 2005.
- DRIVER, R.; GUESNE, E.; TIBERGHEN, A. **Ideas científicas en la infancia y la adolescencia**. Madrid: Morata, 1989.
- DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, v.84, n.3, p.287-312. 2000.
- DUIT, R. In Search of an Energy Concept. In: DRIVER, R.; MILLAR, R. (Orgs.) **Energy Matters**. Leeds: University of Leeds, 1986. p. 67-101.
- DUIT, R.; TREAGUST, D.F. Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. **International Journal of Science Education**, v.25, n.6, p.671-688, 2003.
- EBBERS, M.; ROWELL, P. Scaffolding children's explanations, **Primary Science Review**, v.74, p.10-13, 2002.
- EVAGOROU, M.; OSBORNE, J. The role of language in the learning and teaching science. In: OSBORNE, J.; DILLON, J. (Orgs.) **Good practice in science teaching. What practice has to say**. Maidenhead: Open University Press, 2010. p. 135-157.

FENSHAM, P.J. **Defining an Identity. The Evolution of Science Education as a Field of Research.** Dordrecht: Kluwer, 2004.

FLÔR, C.C.; CASSIANI, S. O que dizem os estudos da linguagem na educação científica? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.11, n.2, p.67-86. 2011.

FORD, A.; PEAT, F. The role of language in science, **Foundation of Physics**, v.18, p.1233-1241, 1988.

GALAGOVSKY, L.R.; BONÁN, L.; ADÚRIZ A. Problemas con el lenguaje científico en la escuela. Un análisis desde la observación de clases de ciencias naturales. **Enseñanza de las Ciencias**, v.16, n.2, p.315-321. 1998.

GARDNER, P.L. Logical connectives in science: a summary of the findings. **Research in Science Education**, v.7, p.9-24. 1977.

GARDNER, P.L. Identification of specific difficulties with logical connectives in science among secondary school students. **Journal of Research in Science Teaching**, v.17, n.3, p.223-229, 1980.

GILBERT, J.K.; BULTE, A.M.W.; PILOT, A. Concept development and transfer in contextbased science education. **International Journal of Science Education**, v.33, n.6, p.817-837. 2011.

GLEN, N.J.; DOTGER, S. Elementary Teachers' Use of Language to Label and Interpret Science Concepts. **Journal of Elementary Science Education**, vol.21, n.4, p.71-83, 2009.

GROVES, F.H. Science Vocabulary Load of Selected Secondary Science Textbooks. **School Science and Mathematics**, v.95, n.5, p.231-235, 1995.

HALLIDAY, M.A.K. ; MARTIN, J.R. **Writing Science.** Londres: The Falmer Press. 1993.

HARLEN, W. Teaching and learning science for a better future. **School Science Review**, v.90, n.333, p.33-40, 2009.

HENDERSON, J.; WELLINGTON J. Lowering the language barrier in learning and teaching science. **School Science Review**, v.79, n.288, p.35-46, 1998.

HERRON, J.D. Hey, watch your language! **Journal of Chemical Education**, v.56, n.5, p.330-331, 1979.

HERRON, J.D. **The chemistry classroom. Formulas for successful teaching.** Washington: American Chemical Society, 1996.

HODSON, D. **Teaching and learning about science: Language, theories, methods, history, traditions and values.** Rotterdam: Sense, 2009.

HODSON, D.; HODSON, J. From constructivism to social constructivism: A Vygotskian perspective on teaching and learning science. **School Science Review**, v.79, n.289, p.33-41, 1998.

ITZA-ORTIZ, S.F.; REBELLO, N.S.; ZOLLMAN, D.; RODRÍGUEZ-ACHACH, M. The

vocabulary of introductory physics and its implications for learning physics. **The Physics Teacher**, v.41, n.1, p.41-46, 2003.

IZQUIERDO, M. Reflexiones sobre el lenguaje científico: algunos ejemplos de Geología. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v.4, n.3, p.167-171, 1996.

JAIPAL, K. Meaning making through multiple modalities in a Biology classroom: A multimodal semiotics discourse analysis. **Science Education**, v.94, p.48-72, 2010.

JASIEN, P.G. You said 'neutral', but what do you mean? **Journal of Chemical Education**, v.88, n.1, p.33-34, 2010.

JIMÉNEZ, M.P. Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v.16, n.2, p.203-216, 1998.

JIMÉNEZ, M.P.; DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. **Enseñanza de las Ciencias**, v.21, n.3, p.359-370, 2003.

JIMÉNEZ, R.; DE MANUEL, E. La neutralización ácido-base a debate. **Enseñanza de las Ciencias**, v.20, n.3, p.451-464, 2002.

JONES, G. The role of language in the learning and teaching of science. In: MONK, M.; OSBORNE, J. (Orgs.) **Good practice in science teaching. What practice has to say**. Maidenhead: Open University Press 2000. p. 88-103.

JUSTI, R.; GILBERT, J. A cause of ahistorical science teaching: use of hybrid models. **Science Education**, v.83, n.2, p.163-177, 1999.

KEARSEY, J.; TURNER, S. Evaluating textbooks: The role of genre analysis. **Research in Science and Technological Education**, v.17, p.35-43, 1999.

KAHVECI, A. Quantitative analysis of science and chemistry textbooks for indicators of reform: A complementary perspective. **International Journal of Science Education**, v.32, n.11, p.1495-1519. 2010.

KAWALKAR, A.; VIJAPURKAR, J. Scaffolding Science Talk: The role of teachers' questions in the inquiry classroom. **International Journal of Science Education**, v.35, n.12, p.2004-2027, 2013.

KEOGH, B.; NAYLOR, S. Talking and thinking in science. **School Science Review**, v.88, n.324, p. 85-90. 2007.

KEYS, C.W. Language as an indicator of meaning generation: An analysis of middle school students' written discourse about scientific investigations. **Journal of Research in Science Teaching**, v.36, n. 9, p.1044-1061, 1999.

KNUTTON, S. Chemistry textbooks –are they readable? **Education in Chemistry**, v.20, n.3, 100-105, 1983.

LAVOISIER, A. **Tratado elemental de Química**. Madrid: Imprenta Real, 1798.

- LEMKE, J.L. **Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores.** Barcelona: Paidós, 1990.
- LIDBURY, B.; ZHANG, F. Comprehension of scientific language as a strategy to enhance learning and engagement for molecular biology students. **Australian Biochemist**, v.39, n.3, p.10-13, 2008.
- LOMBARDI, G.; CABALLERO, C. Lenguaje y discurso en los modelos conceptuales sobre equilibrio químico. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.12, n.3, p.383-412, 2007.
- LUNZER, E. ; GARDNER, K. **The effective use of reading.** Londres: Heinemann, 1979.
- LYON, E.G.; BUNCH, G.C.; SHAW, J.M. Navigating the Language Demands of an Inquiry-Based Science Performance Assessment: Classroom Challenges and Opportunities for English Learners. **Science Education**, v.96, n.4, p.631-651, 2012.
- MAMMINO, L. The essential role of language mastering in science and technology education. **International Journal of Education and Information Technologies**, vol.3, n.4, p.139-148, 2010.
- MARÍN, N., BENARROCH. A.; NIAZ, M. Revisión de consensos sobre naturaleza de la ciencia. **Revista de Educación**, v.361, p.117-140, 2013.
- MARKIC, S.; BROGGY, J.; CHILDS, P. How to deal with linguistic issues in chemistry classes. In: EILKS, I.; HOFSTEIN, A. (Orgs.). **Teaching Chemistry – A Studybook.** Rotterdam: Sense. 2013. p. 127-152.
- MÁRQUEZ, C.; PRAT, A. Leer en la clase de ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, vol.23, n.3, p.431-440, 2005.
- MARTÍN-DÍAZ, M.J. Hablar ciencia: si no lo puedo explicar, no lo entiendo. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v.10, n.3, p.291-306, 2013.
- MARTINIELLO, M. Language and the performance of English-language learners in math word problems. **Harvard Educational Review**, v.78, n.2, p.333-368, 2008.
- MAZZITELLI, C.A.; MATURANO C.I.; MACÍAS, A. Dificultades estratégicas en la comprensión lectora de estudiantes de Ciencias Naturales. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v.8, n.2, p.33-48, 2013.
- MERCER, N.; DAWES. L.; WEGERIF, R. Reasoning as a scientist: ways of helping children to use language to learn science. **British Educational Research Journal**, v.30, n.3, p.359-377, 2004.
- MERCER, N. Talk and the Development of Reasoning and Understanding. **Human Development**, vol.51, p.90-100, 2008a.
- MERCER, N. Changing our minds: a commentary on ‘Conceptual change: a discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education’. **Cultural**

Studies of Science Education, v.3, p.351-362, 2008b.

MILLER, G. A. On knowing a word. **Annual Review of Psychology**, v.50, p.1-19, 1999.

MONK, M.; OSBORNE, J. Placing the history and philosophy of science on the curriculum: A model for development of pedagogy. **Science Education**, v.81, n.4, p.405-424, 1997

MORTIMER, E.F.; SCOTT, P. **Meaning making in secondary science classrooms**. Philadelphia: Open University Press, 2003.

MUNBY, A.H. Some implications of Language in Science Education. **Science Education**, v.60, n.1, p.115-124. 1976.

NAGEL, M.L.; LINDSEY, B.A. Student use of energy concepts from physics in chemistry courses. **Chemistry Education Research and Practice**, vol.16, n. 1, p.67-81, 2015.

NEWTON, P.E.; DRIVER, R.; OSBORNE, J. The place of argumentation in the pedagogy of school science. **International Journal of Science Education**, v.21, n.5, p.553-576, 1999.

NORRIS, S.; PHILLIPS, L. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. **Science Education**, v.87, n.2, p.224-240, 2003.

OLIVERAS, B.; SANMARTÍ, N. La lectura como medio para desarrollar el pensamiento crítico. **Educación Química**, v.20, n.E, p.233-245. 2009.

OSBORNE, J. Science without literacy: A ship without a sail? **Cambridge Journal of Education**, v.32, n.2, p. 203-218, 2002.

OSBORNE, J. Teaching critical thinking? New directions in science education. **School Science Review**, v.95, n.352, p.53-62, 2014.

ÖSTERLUND, L.L.; BERG, A.; EKBORG, M. Redox models in chemistry textbooks for upper secondary school: friend or foe? **Chemistry Education Research and Practice**, v.11, n.1, p.182-192, 2010.

O'TOOLE, M. Science, Schools, Children and Books: Exploring the Classroom interface between Science and Language. **Studies in Science Education**, v.28, n.1, p.113-144, 1996.

PEARSON, P.D.; MOJE, E.; GREENLEAF, C. Literacy and science: each in the service of the other, **Science**, v.328, p.459-463, 2010.

PENNEY, K.; NORRIS, S.P.; PHILLIPS, L.M.; CLARK, G. The Anatomy of Junior High School Science Textbooks: An Analysis of Textual Characteristics and a Comparison to Media Reports of Science. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v.3, n.4, p.416-436, 2003.

PROPHET, R.B.; BADEDE, N.B. Language and Student Performance in Junior Secondary Science Examinations: The Case of Second Language Learners in Botswana. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v.7, n.2, p.235-251, 2009.

PYBURN, D.T.; PAZICNI, S.; BENASSI, V.A.; TAPPIN, E. Assessing the relation between language comprehension and performance in general chemistry. **Chemistry Education Research and Practice**, v.14, n.4, p.524-541, 2013.

RODRIGUES, S.; THOMPSON, I. Cohesion in science lesson discourse: Clarity, relevance and sufficient information. **International Journal of Science Education**, v.23, n.9, p.929-940. 2001.

ROMER, R.H. Heat is not a noun. **American Journal of Physics**, v.69, n.2, p.107-109, 2001.

ROTH, W.M. **Talking Science. Language and Learning in Science Classrooms**. Lanham: Rowman & Littlefield, 2005.

SANMARTÍ, N.; IZQUIERDO, M.; GARCÍA, P. Hablar y escribir. Una condición necesaria para aprender ciencias. **Cuadernos de Pedagogía**, v.281, p.54-58, 1999.

SARDÁ, A.; SANMARTÍ, N. Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v.18, n.3, p.405-422, 2000.

SARDÁ, A., MÁRQUEZ, C.; SANMARTÍ, N. Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de ciencias. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.5, n.2, p.290-302, 2006.

SEAH, L.H. Elementary Teachers' Perception of Language Issues in Science Classrooms. **International Journal of Science and Mathematics Education** (on line). 2016.

SEAH, L.H.; CLARKE, D.J.; EUGENE C. Understanding the language demands of science students from an integrated science and language perspective. **International Journal of Science Education**, v.36, n.6, p.952-973, 2014.

SHOERNING, E. The effect of plain-English vocabulary on student achievement and classroom culture in college science instruction. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v.12, n.2, p.307-327, 2014.

SILBERSTEIN, T.P. Oxidation and Reduction: Two Many Definitions? **Journal of Chemical Education**, v.88, n.3, p.279-281, 2011.

SNOW, C. Academic language and the challenge of reading for learning about science. **Science**, v.328, p.450-452, 2010.

SOUZA, V. C.; JUSTI, R.; FERREIRA, P.F.M. Analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Bohr: uma análise crítica sobre o que os alunos pensam a partir delas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.11, n.1, p.7-28, 2006.

SPEERING, W.; RENNIE L. Students' perceptions about science: The impact of transition from primary to secondary school. **Research in Science Education**, v. 26, n.3, p.283-298. 1996.

STUBBS, M. **Language, schools and classrooms**. Londres: Methuen, 1976.

- SUMFLETH, E. Knowledge of terms and problem-solving in chemistry. **International Journal of Science Education**, v.10, n.1, p.45-60. 1988.
- SUTTON, C.R. **Words, science and learning**. Buckingham: Open Univesrity Press, 1992.
- SUTTON, C.R. Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. **Enseñanza de las Ciencias**, v.21, n.1, p.21-26, 2003.
- TABER, K. Building the structural concepts of chemistry: some considerations from educational research. **Chemistry Education Research and Practice in Europe**, v.2, n.2, p.123-158, 2001.
- TABER, K. Learning at the symbolic level. In: GILBERT, J.K.; TREAGUST, D. (Orgs.). **Multiple representations in Chemical Education**. Dordrecht: Springer. 2009. p. 75-105.
- TAN, M. Mathematics and science teachers' beliefs and practices regarding the teaching of language in content learning. **Language Teaching Research**, v.15, n.3, p.325-342. 2011.
- THIER, M.; DAVISS, B. **The New Science Literacy**. Portsmouth: Heinemann. 2002.
- THURSTON, A.; TOPPING, K. J.; TOLMIE, A.; CHRISTIE, D.; KARAGIANNIDOU, E.; MURRAY, P. Cooperative Learning in Science: Follow-up from primary to high school. **International Journal of Science Education**, v.32, n.4, p.501-522, 2010.
- TOUGER, J.S. When words fail us. **The Physics Teacher**, 29, p.90-95, 1991.
- TREAGUST, D.F.; DUIT, R.; JOSLIN, P.; LINDAUER, I. Science teachers' use of analogies: observations from classroom practice. **International Journal of Science Education**, v.14, n.4, p.413-422, 1992.
- UNAMUNO, M. Problemas conceptuales del vocabulario biológico. Su posible solución. **Didáctica**, v.9, p.311-328, 1997.
- VERMUNT, J.D.; VERLOOP, N. Congruence and friction between learning and teaching. **Learning and Instruction**, v.9, p.257-280, 1999.
- VIEIRA, R. D.; NASCIMENTO, S. S. **Argumentação no ensino de ciências: tendências, práticas e metodologia de análise**. Curitiba: Appris, 2013.
- VYGOTSKY, L.S. **Pensamiento y lenguaje**. Buenos Aires: Pléyade, 1977.
- VYGOTSKY, L.S. **Mind in society: the development of higher psychological processes**. Cambridge: Harvard University Press, 1978.
- WANDERSEE, J.H. The terminology problem in biology education: a reconnaissance. **The American Biology Teacher**, v.50, n.2, p.97-100, 1988.
- WELLINGTON, J. School textbooks and reading in science: looking back and looking forward. **School Science Review**, v.82, n.300, p.71-81, 2001.

WELLINGTON, J.; OSBORNE, J. **Language and literacy in science education**. Milton Keynes: Open University, 2001.

WELLS, G. **Dialogic inquiry: Toward a sociocultural practice and theory of education**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

WILSON, J.M. Using words about thinking: content analyses of chemistry teachers' classroom talk. **International Journal of Science Education**, v.21, n.10, p.1067-1084. 1999.

WILLIAMS, H.T. Semantics in teaching introductory physics. **American Journal of Physics**, 67, n.8, p.670-680, 1999.

YAGER, R.E. The importance of terminology in K-12 science. **Journal of Research in Science Teaching**, v.21, n.6, p.577-588, 1983.

YAGER, R.E.; AKCAY, H.; CHOI, A.; YAGER, S.O. Student success in recognizing definitions of eight terms found in fourth grade science textbooks. **Electronic Journal of Science Education**, v.13, n.2, p.83-99, 2009.

YARDEN, A. Reading scientific texts: adapting primary literature for promoting scientific literacy. **Research in Science Education**, vol.39, n.3, p.307-311, 2009.

YORE, L.D.; BISANZ, G.L.; HAND, B.M. Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. **International Journal of Science Education**, v.25, n.6, p.689-725, 2003.

ZOLLER, U. Are lecture and learning compatible? Maybe for LOCS: Unlikely for HOCS. **Journal of Chemical Education**, v.70, n.3, p.195-197, 1993.

ZWIERS, J. **Building Academic Language**. San Francisco: Wiley. 2008.

ZUZOVSKY, R.; TAMIR, P. Growth patterns in students' ability to supply scientific explanations: findings from the Third International Mathematics and Science Study in Israel, **International Journal of Science Education**, v.21, n.10, p.1101-1121, 1999.

Juan Quílez-Pardo

Departamento de Educacion.
Universitat Jaume I.
Castello de la Plana. España
jqulez@uji.es

Recebido em 16 de janeiro de 2016

Aceito para publicação em 05 de julho de 2016