

El cuestionamiento en la clase de Ciencias: Desde los libros de texto hasta la formulación de preguntas por los estudiantes

Questioning in science classes: From textbooks to science students' questions formulation

RAQUEL MARTINS^{1,2}, JOANA TORRES^{1,2}, SARA MOUTINHO^{1,2}, JOSÉ SANTOS¹ Y CLARA VASCONCELOS^{1,2}

¹ Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, Portugal

² Instituto de Ciências da Terra, Portugal

E-mails. raquel.martins@fc.up.pt, joana.torres@fc.up.pt, sara.moutinho@fc.up.pt, santosdosantos@me.com, cvascon@fc.up.pt

Resumen Con el presente trabajo pretendimos estudiar de qué forma los escenarios de situaciones de resolución de problemas de la vida cotidiana, según la metodología del Aprendizaje Basado en la Resolución de Problemas (ABRP), serían relevantes para promover la formulación de cuestiones de alto nivel de aprendizaje cognitivo. Los participantes en la muestra, integrada por estudiantes de Ciencias Naturales que cursaban el noveno grado de educación básica (entre 14 y 16 años de edad) de una escuela pública en el norte del país, no estaban familiarizados con la metodología de ABRP, ni con la formulación de preguntas. Los resultados obtenidos muestran que los libros de texto, cuando se utilizan como recurso didáctico fundamental, tienen mayor influencia sobre el tipo de cuestiones de alto nivel planteadas por los estudiantes que los escenarios de ABRP.

Palabras clave: Cuestionamiento, aprendizaje basado en la resolución de problemas (ABRP), situaciones problemáticas, libros de texto escolares, Ciencias Naturales.

Abstract *With this study we sought to determine whether the application of PBL scenarios was relevant in promoting the development of questions of high cognitive level. The sample consisted of 44 students of Natural Sciences who attended the 9th grade of basic education in a public school in the north of the country. Students were not familiar with PBL or with questioning. The results showed that textbooks have a greater influence than PBL scenarios in promoting students' questions of a higher cognitive level.*

Keywords: Questioning, Problem Based Learning (PBL), Scenarios, Textbooks, Natural Sciences

INTRODUCCIÓN

Desde muy temprano, los seres humanos aprendemos a cuestionar para aprender. La formulación de preguntas es algo muy común en la vida cotidiana y promueve el desarrollo de la cognición humana. Aunque esta capacidad surge antes de la edad escolar, el espacio educativo resulta ser esencial para estimular al individuo a hacerse preguntas de mayor calado sobre el mundo que le rodea (Oliveira, 2008).

Contrariamente a lo que sucede en la vida cotidiana, en el ambiente de clase las oportunidades para que los estudiantes formulen preguntas son escasas y, cuando las hay, son de bajo nivel cognitivo. Mientras que los profesores suelen hacer preguntas que requieren algún razonamiento y tratan de promover la comprensión conceptual, los estu-

diantes formulan preguntas en relación al contexto organizacional, social y de llamadas de atención, es decir, preguntas de bajo nivel cognitivo. Aunque lo habitual sea que el profesor plantee las preguntas y los estudiantes respondan, sabemos la importancia que tiene el proceso inverso en el aprendizaje de los contenidos de las asignaturas por parte de los estudiantes. La formulación de preguntas facilita el aprendizaje (Aja y Espinel, 2000; Leite *et al.*, 2012; Oliveira, 2008; Palma y Leite, 2006).

Enseñar al individuo a formular preguntas en función de las respuestas que desea obtener, de los hechos que quiere entender o del conocimiento que pretende desarrollar, favorece su desarrollo cognitivo-social (Aja y Espinel, 2000). Cuestionar es, por tanto, una herramienta esencial para el ciudadano contemporáneo que ha de ser capaz de desarrollar

una ciudadanía activa y responsable, basada en una posición crítica y reflexiva (Chin y Osborne, 2008; Dourado y Leite, 2010; Márquez *et al.*, 2005). En este contexto, el cuestionamiento es visto como una herramienta útil y facilitadora de aprendizaje, pues alienta a los estudiantes a clarificar su conocimiento previo, a observar, establecer relaciones, haciendo críticas y dando explicaciones, contribuyendo de esta manera a su propio desarrollo cognitivo (Schein y Coelho, 2006). Las preguntas planteadas por los estudiantes les llevan a comprometerse con la búsqueda de una respuesta, haciendo que desarrollen su capacidad para resolver problemas. A pesar de la importancia que se sabe tienen las cuestiones planteadas por los estudiantes, éstos generalmente no formulan muchas, en parte porque el profesor no plantea situaciones que favorezcan el cuestionamiento. Entonces, su participación se limita a responder a aquellas formuladas por los profesores o existentes en los libros de texto (Marbach-ad y Sokolove, 2000).

De acuerdo con el Aprendizaje Basado en la Resolución de Problemas (ABRP), las preguntas que requieren comprensión y pensamiento de orden superior son las que más interesan y contribuyen para el desarrollo cognitivo del estudiante. Por lo tanto, así como los profesores deben plantear preguntas que provoquen en el alumno un razonamiento de alto nivel cognitivo, también los libros de texto, al ser el recurso más utilizado en el aula, deberían incluir este tipo de cuestiones (Campanario y Otero, 2000).

El reconocimiento de que los conocimientos previos de los alumnos son uno de los importantes investigadores del cuestionamiento (Lambros, 2004) nos indica que la ABRP debe desenvolverse a partir de problemas tan reales como sea posible, preferiblemente formulados por el alumno (Lambros, 2004). Estos problemas deben derivarse de contextos relacionados con su quehacer cotidiano con el fin de facilitar el vínculo entre el espacio de educación formal y el mundo real. De esta manera se estimula su curiosidad y su interés en formular preguntas (Chin y Chia, 2004). La presentación de estos problemas debe despertar las inquietudes de los estudiantes de modo que les pueda conducir a la búsqueda de soluciones de un modo autónomo, permitiendo la construcción de nuevos conocimientos y el desarrollo de capacidades cognitivas de alto nivel (Lambros, 2004; Orlik, 2002; autores). A través de este proceso, los estudiantes aprenden a identificar lo que saben sobre un tema en particular, a repensar sus necesidades de aprendizaje, a indagar formas para resolver un problema y definir caminos para lograr un aprendizaje relevante (Chin y Chia, 2004; Dahlgren y Öberg, 2004). El cuestionamiento es así una parte integral del proceso de búsqueda de la solución, tanto en la investigación científica como en los procesos de enseñanza y aprendizaje que implica la resolución de problemas (Chin, 2001).

Debido a su importancia en el contexto educativo, el cuestionamiento ha fundamentado varios estudios con diferentes perspectivas. Así, surgen estudios relacionados con el cuestionamiento hecho por el profesor (Loureiro, 2008) o por parte de los estudiantes (Palma y Leite, 2006). También se encuentran trabajos dedicados a la elaboración de

contextos relacionados con problemas (*eg.* Torres, Preto & Vasconcelos, 2013) o al análisis del cuestionamiento en los libros de texto escolares (Leite *et al.*, 2012).

Cuestionamiento en los Libros de Texto

A pesar de toda la variedad de materiales didácticos de los que se dispone en la actualidad, el libro de texto sigue siendo el recurso educativo que más se usa en las aulas, ejerciendo una gran influencia en el aprendizaje del estudiante (Santano y Ferreira, 2008). Los profesores también hacen uso de los libros de texto como un recurso para las tareas de los estudiantes y como una fuente de problemas y preguntas para la evaluación (Campanario y Otero, 2000). Para Gérard y Roegiers (1998), los libros de texto pueden desempeñar diversas funciones, ya sea para el uso de los estudiantes o de los profesores. Sin embargo, independientemente de las funciones para las que el libro de texto está diseñado, el propósito de cualquier manual ha de ser principalmente el desarrollo de las capacidades del estudiante y no la mera transmisión de conocimientos (Santo, 2006). Por lo tanto, es importante analizar en qué manera los libros de texto están relacionados con el desarrollo de competencias de los alumnos, sobre todo en lo que se refiere al cuestionamiento. Varios estudios indican que muchos de los temas incluidos en los libros de texto escolares no implican reflexión y sólo requieren del alumno pensamiento cognitivo de bajo nivel (Allen y Tanner, 2002; Dourado y Leite, 2010; Leite *et al.*, 2012).

En el aula, el nivel de cuestionamiento de los estudiantes está intrínsecamente relacionado con la metodología de enseñanza empleada. Las metodologías de enseñanza centradas en el alumno y motivadas por problemas complejos y específicos relacionados con su experiencia, tienden a estimular el cuestionamiento. Por otra parte, el cuestionamiento parece que no se correlaciona con el nivel de desarrollo conceptual de los estudiantes, lo cual significa que potencialmente cualquier estudiante es competente para formular preguntas. Se observa también que el nivel del cuestionamiento en un contexto de colaboración es más alto que cuando los estudiantes se expresan individualmente (Palma y Leite, 2006). Contextos potenciadores del cuestionamiento, tales como la metodología centrada en el alumno, el contexto de motivación a partir de un problema y el trabajo colaborativo, se reflejan cuando se utiliza la metodología orientada a la educación para ABRP (Torres, Preto & Vasconcelos, 2013). Como se mencionó anteriormente, el cuestionamiento, sobre todo en el ambiente de aprendizaje formal, puede tener varias funciones, dependiendo del marco metodológico orientador del proceso de enseñanza. En el marco de la metodología ABRP el cuestionamiento tiene como función principal generar nuevos aprendizajes (Leite *et al.*, 2012).

El libro de texto escolar como recurso didáctico preferente en el aula, sea en Portugal (Dourado y Leite, 2010), sea en otros países (Naiz, 2012), debería contribuir al desarrollo de capacidades orientadas hacia la resolución de problemas. Sin embargo, a pesar de que utilizan la formulación de

preguntas en el desarrollo de los diferentes temas del programa (Leite *et al.*, 2008), la mayoría de ellas son de bajo nivel cognitivo y no requieren reflexión o comprensión de los temas. Por tanto, se requiere que el profesor adapte sus prácticas con el objeto de superar los defectos de los libros de texto en lo que respecta a la promoción de las habilidades que supone el planteamiento de preguntas apropiadas para guiar el aprendizaje (Dourado y Leite, 2010).

METODOLOGÍA

De acuerdo con los objetivos propuestos en esta investigación se optó por una metodología cualitativa, con técnicas de recolección de datos que se centraron en el análisis de los libros de texto basados en una parrilla predefinida (véase la tabla I), precedida de un análisis estadístico descriptivo.

De los 44 estudiantes que formaron la muestra de este estudio, 23 eran mujeres y 21 hombres, con edades comprendidas entre 14 y 16 años, cursando el noveno año de la educación básica en una escuela situada en el centro de la ciudad de Oporto, Portugal. En la fase inicial se investigó el nivel cognitivo de las preguntas contenidas en todos los libros de texto de ciencias naturales de séptimo, octavo y noveno año de escolaridad (uno por nivel) adoptados por las escuelas públicas en las que cursaban sus estudios los alumnos de la muestra. Para la recogida y el análisis de las cuestiones se empleó la categorización definida por Palma & Leite (2006), basada en los trabajos de Dahlgren y Öberg (2004). Las categorías de clasificación de las preguntas se muestran en la tabla I.

planteadas por los estudiantes fueron congruentes con los objetivos de aprendizaje y pertinentes en el contexto ABRP. El análisis de las hojas de registro de trabajo siguió las directrices del tipo expresado en la tabla I.

Resultados y Discusión

Análisis de las cuestiones contenidas en los Libros de Texto de Ciencias Naturales

Como se explica en el trabajo de Leite *et al.* (2012), este análisis de los libros de texto no incluyó preguntas situadas al final de las unidades y subunidades relacionadas con actividades de evaluación del conocimiento, ya que la función de estas preguntas es de aplicación y / o evaluación del aprendizaje. También, por las mismas razones, no se consideraron los temas incluidos dentro de una actividad determinada.

En un primer análisis, se contabilizó el número de preguntas que aparecía en cada uno de los tres libros de texto analizados. Así, el libro de texto que presentó más cuestiones fue el de noveno grado, con 94 ocurrencias, siendo este valor algo superior a los observados en los libros de texto del séptimo grado (74 preguntas) y del octavo grado (55 preguntas).

En cuanto al análisis y categorización del nivel cognitivo de las preguntas, se encontró que, teniendo en cuenta el número total de preguntas en los tres cursos, el mayor porcentaje (43,0%) es para el tipo enciclopédico (tabla II). Un examen más detallado de esta tabla revela que, de hecho, los tipos de nivel cognitivo menor, específicamente los asuntos de tipo enciclopédico, prevalecen sobre los otros

NIVEL COGNITIVO	TIPO DE PREGUNTA	EXPRESIONES CARACTERÍSTICAS
Bajo nivel cognitivo	Enciclopédicas	¿Qué es una roca? ¿Quién ha descubierto el tiempo geológico? ¿Dónde se originan los sismos?
Elevado nivel cognitivo	De Comprensión	¿Por qué es la Tierra redonda? ¿Cómo se produce una erupción volcánica?
	Relacionales	¿Qué es un estrato? ¿Cuál es la consecuencia de un maremoto?
	De Evaluación	¿Qué mineral es la mejor mena de hierro? ¿Cuál es el gas volcánico más peligroso?
	Búsqueda de Solución	¿Cuál es la peor/mejor teoría sobre la formación de la Tierra? ¿Cómo se puede disminuir el calentamiento global?

Tabla I. Tipología de preguntas adaptadas de Dahlgren y Öberg (2004); Palma y Leite (2006).

En una etapa posterior, la recolección de datos se centró en el análisis del nivel cognitivo de las preguntas que figuraban en las hojas de registro de trabajo de los estudiantes de la muestra. Dicho registro se realizó después de la aplicación de un escenario de resolución de problemas relacionado con situaciones cotidianas de la vida del estudiante. Posteriormente, el perfil de las cuestiones planteadas por los estudiantes después de la aplicación de la situación problemática se contrastó con el perfil de las preguntas planteadas por el profesor en el momento de la planificación, las que esperaba que plantearan los alumnos, para evaluar si las cuestiones

Tabla II. Nivel Cognitivo de las Preguntas incluidas en los Libros de Texto Escolares analizados.

NÍVEL COGNITIVO	CN 7 (N ₁ =74)		CN 8 (N ₂ =55)		CN 9 (N ₃ =94)		TOTAL (N ₁₊₂₊₃ =223)	
	F	FR	F	FR	F	FR	F	FR
Enciclopédicas	33	44,6	19	34,5	44	46,8	96	43,0
De Comprensión	26	35,1	22	40,0	40	42,6	88	39,5
Relacionales	14	18,9	9	16,4	4	4,3	27	12,1
De Evaluación	1	1,4	5	9,1	6	6,4	12	5,4
Búsqueda de Solución	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Leyenda: n_{1...} - total de preguntas; f- frecuencia absoluta; fr-frecuencia relativa porcentual.

tipos de preguntas. Sin embargo, esta relación de supremacía de las preguntas de tipo enciclopédico no se destaca en todos los manuales. Por ejemplo, en el manual de octavo grado, las preguntas de comprensión aparecen con representación más alta (40,0%) que las cuestiones de tipo enciclopédico (34,5%).

Por último, cabe señalar que una visión general de la tabla II muestra que a pesar de que el total de cuestiones de alto nivel cognitivo alcanza el 57%, casi todas ellas son de comprensión, mientras que las de las de relación y evaluación son escasas y las cuestiones de búsqueda de soluciones son inexistentes. De acuerdo con estos resultados, podemos concluir que la mayoría de los temas de los libros de texto y la forma de afrontarlos no promueve suficientemente la movilización de los conocimientos en situaciones nuevas, o el aprendizaje implícito de nuevos conocimientos.

Análisis de las preguntas hechas por los estudiantes después de escenario ABRP

Como contrapartida, se procedió al análisis de las cuestiones que figuran en las hojas de registro de los estudiantes de dos clases de noveno grado (turma A = 17; turma B = 10), a las que se aplicó el mismo escenario de resolución de problemas integrado en el plan de estudios del Curso de Ciencias Naturales. Un primer análisis realizado a las cuestiones contenidas en las hojas de registro reveló que los estudiantes plantearon 32 preguntas, de las cuales el contenido de 5 de ellas no era comprensible y no podían ser clasificadas de acuerdo con la tabla I. Por ese motivo, en este contexto se apuntó sólo un total de 27 preguntas. Los resultados se muestran en la tabla III.

Las preguntas de mayor nivel cognitivo, en particular las del tipo de comprensión, fueron las más

empleadas por los estudiantes ($f = 14$, 51,9%), así como las cuestiones de nivel cognitivo menor, en concreto, las de tipo enciclopédico ($f = 13$, 48,1%). Destacar que no se formularon ningún otro tipo de preguntas de mayor nivel cognitivo, como pudieran ser las de tipo relacional, de evaluación o de búsqueda de soluciones.

Algunos ejemplos de las preguntas formuladas por los estudiantes se muestran en la tabla IV.

Dados los resultados obtenidos con el análisis de las cuestiones planteadas por los estudiantes después de la presentación del escenario problema y que contrasta con el enfoque tradicional, apoyada en el libro de texto, nos parece interesante comparar el perfil del tipo de preguntas que figuran en los libros de texto con el perfil del tipo de cuestiones planteadas por los estudiantes con la introducción de esta nueva metodología (véase la figura 1). Por otro lado, estando los estudiantes de 7º y de 8º año sujetos al mismo tipo de metodología, podría ser interesante optar por comparar las cuestiones de los libros de 7º y 8º año con el tipo de cuestiones con que los alumnos están familiarizados.

El análisis de la figura 1 muestra que el perfil resultante del análisis de las preguntas planteadas por los estudiantes está cerca del tipo de preguntas que contienen los manuales analizados. El análisis de los perfiles también apoya la conclusión de que los tipos de problemas más mencionados en el manual se refieren al tipo enciclopédico y comprensión, similar al patrón observado en los tipos de preguntas hechas por los estudiantes en ambas clases. Las cuestiones enciclopédicas (clase A = 41,2%, clase B = 60,0%) y la comprensión (clase A = 58,8%, clase B = 40,0%) fueron los únicos referenciados.

Cabe mencionar que en ninguno de los grupos de ambas clases fueron formuladas preguntas de

Tabla III. Tipos de preguntas formuladas por los alumnos de cada grupo.

Leyenda: $n_{1..}$ - total de preguntas; f - frecuencia absoluta; fr - frecuencia relativa porcentual.

CLASES		A ($n_1=17$)		B ($n_2=10$)		A+B ($n_{1+2}=27$)	
		F	FR	F	FR	F	FR
TIPO DE PREGUNTAS	Nivel Cognitivo Inferior	7	41,2	6	60,0	13	48,1
	Enciclopédicas	7	41,2	6	60,0	13	48,1
Nivel Cognitivo Superior	De Comprensión	10	58,8	4	40,0	14	51,9
	Relacionales	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	De Evaluación	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Búsqueda de Solución	0	0,0	0	0,0	0	0,0

TIPOS DE CUESTIONES		CUESTIONES FORMULADAS POR LOS ALUMNOS
Nivel Cognitivo Inferior	Enciclopédicas	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Todos los minerales son absorbidos por nuestro cuerpo?” • “¿Hay minerales en todos los alimentos?” • “¿Cuál es el mineral más común?”
Nivel Cognitivo Superior	De Comprensión	<ul style="list-style-type: none"> • “¿Por qué algunos animales y personas comen piedras?” • “¿Por qué motivo los elementos químicos son importantes para nuestro organismo?”
	Relacionales	No existen ejemplos de estos tipos de preguntas.
	De Evaluación	
	Búsqueda de Solución	

Tabla IV. Ejemplos de las preguntas formuladas por los alumnos.

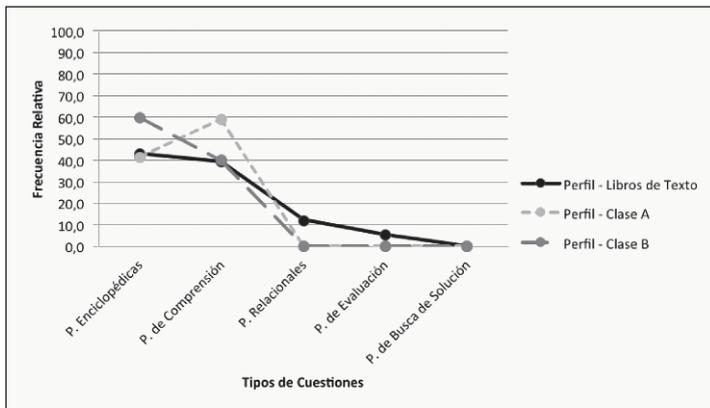


Fig. 1. Comparación del perfil del tipo de preguntas formuladas por parte de los alumnos de ambas clases

alto nivel cognitivo de los tipos de relación, evaluación y búsqueda de solución. De acuerdo con los tipos antes mencionados estas cuestiones son también las menos aludidas en los manuales (Relacionales = 12,1%; De Evaluación = 5,4%; Búsqueda de Solución = 0,0%).

Análogamente, se contrastaron los perfiles de preguntas de los estudiantes de cada una de las clases participantes, con el perfil de las cuestiones que la profesora esperaba que los alumnos plantearan, contenidas en el plan de lección.

El análisis de la figura 2 permite comparar los perfiles mencionados y da cuenta de la existencia de perfiles muy distantes.

Esto podría explicarse por la falta de familiarización de los estudiantes con la metodología de ABRP, lo que explicaría también la incapacidad de los estudiantes para hacer preguntas, especialmente de alto nivel cognitivo.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Con la intención de comprobar si la presentación de un escenario de ABRP animaba a los estudiantes a plantear más preguntas de alto nivel cognitivo frente a las preguntas planteadas habitualmente en las clases de ciencias, se hizo un estudio basado en el análisis de los libros de texto, programaciones y formularios cumplimentados por los alumnos. En la primera fase de este estudio, que incluyó el análisis de los asuntos contenidos en los libros de texto de Ciencias Naturales durante los tres años de la escuela de educación primaria de la muestra seleccionada, se concluyó que los problemas encontrados con mayor frecuencia en los tres manuales fueron del nivel cognitivo inferior. Basándose la enseñanza de esta materia en una metodología tradicional, apoyada en la lectura del manual, que suele constituirse en el recurso educativo por excelencia de la clase de ciencias, podemos encontrar una justificación plausible de la dificultad de los estudiantes para plantear cuestiones de un nivel cognitivo más exigente. Por lo tanto, se entiende que, de acuerdo con otros estudios, a los estudiantes no se les enseñó a cuestionar (Dourado y Leite, 2010; Leite *et al.*, 2012).

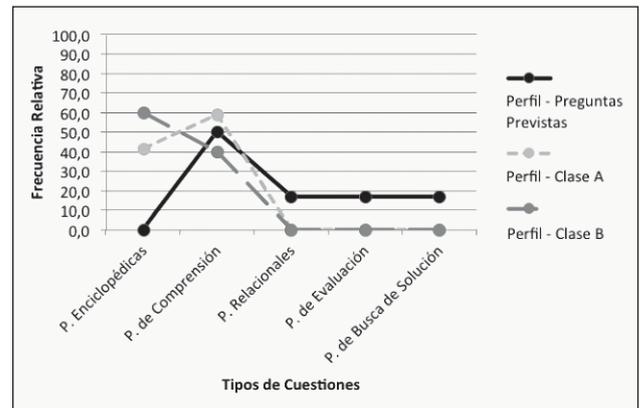


Fig. 2. Comparación de los perfiles del tipo de preguntas en el plan de lección y preparadas por los alumnos de la clase A y B.

Cuando los estudiantes se sometieron a un proceso de metodología de una enseñanza centrada en la resolución de problemas, los estudiantes intervinieron en un contexto de enseñanza que potencia el cuestionamiento. Después de esta intervención, se concluyó que el establecimiento de ABRP contrasta con la metodología con la que los estudiantes estaban familiarizados. Sorprendentemente, se encontró mucha consistencia entre los perfiles obtenidos con las cuestiones tipo del libro de texto y el tipo de preguntas formuladas por los estudiantes con la aplicación del ABRP. Este hallazgo nos llevó a considerar la hipótesis de que, probablemente, los libros de texto tienen influencia en el tipo de preguntas que los estudiantes se plantean al introducirse un escenario de resolución de problemas. Por lo tanto, llegamos a la conclusión de que el ABRP no es un factor determinante para que los alumnos planteen cuestiones con un mayor nivel cognitivo. De hecho, otros estudios corroboran esta evidencia, tales como, por ejemplo, el estudio de Baird (1990), que establece que la relevancia de la pregunta no surge espontáneamente. Por estas razones, creemos que un aumento de la familiarización de los estudiantes con los escenarios de resolución de problemas y con diferentes tipos de ellos puede ayudar a fomentar la formulación de cuestiones pertinentes para el aprendizaje, contribuyendo de esta manera al desarrollo del aprendizaje significativo de las ciencias naturales.

En este estudio es claro, sin embargo, que la elección de una metodología de enseñanza, centrada en el estudiante, capaz de motivar a los estudiante, no es suficiente por sí misma, para que aprendan a formular preguntas instantáneamente y de forma autónoma de alto nivel cognitivo si están familiarizados con las metodologías de enseñanza tradicionales característicamente orientadas por el libro de texto.

De este modo, la promoción de un cuestionamiento que implique un elevado nivel cognitivo, en alumnos familiarizados con metodologías tradicionales de enseñanza orientadas casi exclusivamente por el libro de texto, no se consigue, por sí solo, con la aplicación de metodologías centradas en el alumno como el ABRP.

Para posibilitar la mejoría del nivel cognitivo de las cuestiones formuladas por los alumnos, la aplicación de esta metodología debe ser continuada y conocer las características y evolución de cada

clase, que abarca también la conciencia de los estudiantes sobre la importancia de cuestionamiento y reflexión constante sobre la propia metodología, el papel del profesor y la construcción de recursos didácticos aplicados en el caso de esta metodología, específicamente la construcción de contextos problemáticos.

BIBLIOGRAFÍA

Aja, L.E. y Espinel, J. E. (2000). Oral and written questions: Factor of interactions between teacher and students in the classroom, *Journal of Science Education*, 1 (2), 81-86.

Allen, D. y Tanner, K. (2002). Approaches to cell biology teaching: questions about questions. *Cell Biology Education*, 1, 63-67.

Baird, J. (1990). Metacognition, purposeful inquiry and conceptual change. In E. Hegarty-Hazel (Ed.). *The Student Laboratory and the Science Curriculum*. Rutledge, Londres.

Campanario, J.M. y Otero, J. (2000). La comprensión de los libros de texto. In Perales, F. J. & Porlan, R. (Eds.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil, 323-338.

Chin, C. (2001). Learning in Science: What Do Students' Questions Tell Us About Their Thinking? *Educational Journal*, 29, 85-103.

Chin, C. y Chia, L. (2004). Problem-Based Learning: Using Students' Questions to Drive Knowledge Construction, *Science Education*, 88, 707-727.

Chin, C. y Osborne, J. (2008). Students' questions: a potential resource for teaching and learning science, *Studies in Science Education*, 44, (1), 1-39.

Dahlgren, M. y Öberg, G. (2001). Questioning to learn and learning to question: Structure and function of problem-based learning scenarios in environmental science education, *Higher Education*, 41, 263-282.

Dourado, L. y Leite, L. (2010). Questionamento em manuais escolares de Ciências: que contributos para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas da 'Sustentabilidade na Terra'? In *Congresso de Ensinantes de Ciência de Galiza*, 22, Anais, Associação de Ensinantes de Ciência de Galiza, Naron, Espanha.

Hofstein, A.; Navon, O.; Kipnis, M. y Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing Students' ability to Ask More and Better Questions Resulting from Inquiry-Type Chemistry Laboratories, *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 791-806.

Lambros, A. (2004). *Problem-Based Learning in Middle and High School Classrooms: A Teacher's Guide to Implementation*. Corwin Press, Thousand Oaks.

Leite, L.; Costa, C. y Esteves, E. (2008). Os manuais escolares e a aprendizagem baseada na resolução de problemas. In M. Macia Baldonado & J. Vasquez Lopez (Coord.).

In *Actas do XXI Congresso de ENCIGA* (CD-Rom), Carballiño, Asociación dos Ensinantes de Ciencias de Galicia.

Leite, L.; Dourado, L.; Morgado, S.; Vilaça, T.; Vasconcelos, C.; Pedrosa, M. A. y Afonso, A. S. (2012). Questionamento em manuais escolares de Ciências: desenvolvimento e validação de uma grelha de análise. *Educar em Revista*, 44, 127-143.

Loureiro, I., (2008). *A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e a formulação de questões a partir de contextos problemáticos: Um estudo com professores e alunos de Física e Química*. Tese de Mestrado, Universidade do Minho, Braga, Portugal.

Marbach-Ad, G. y Sokolove, P. G. (2000). Can Undergraduate Biology Students Learn to Ask Higher Level Questions? *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), pp. 854-870.

Márquez, C.; Bonil, J. y Pujol, R.M. (2005). Las preguntas mediadoras como recursos para favorecer la construcción de modelos científicos complejos, *Enseñanza de las Ciencias*, Núm. Extra, 1-5.

Niaz, M. (2012). Is there a difference between general chemistry textbooks published in different countries?, *Journal of Science Education*, 13, special issue, pp.33-35.

Oliveira, P. (2008). *A formulação de questões a partir de contextos problemáticos: Um estudo com alunos dos Ensinos Básico e Secundário*, Dissertação de Mestrado, Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho, Braga, Portugal.

Orlik, Y. (2002). *Chemistry: Active methods of teaching and learning*, Iberoamerica Publ., Mexico.

Palma, C. y Leite, L. (2006). Formulação de questões, educação em ciências e aprendizagem baseada na resolução de problemas: Um estudo com alunos portugueses do 8º ano de escolaridade, In *Congresso Internacional PBL2006ABRP* (CD-Rom), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Pedrosa de Jesus, M. (1991). *An investigation of pupils' questions in Science Teaching*, Tese de Doutoramento, Universidade de East Anglia, Norwich, Reino Unido.

Santano, P.P. Y Ferreiro, L. F. R. (2008). Análisis de libros de texto de Geología. Aplicación al ciclo del agua en E.S.O. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* (16.1) 79-91.

Schein, Z. y Coelho, S. (2006). O papel do questionamento: intervenções do professor e do aluno na construção do conhecimento. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23 (1), 68-92.

Torres, J.; Preto, C. y Vasconcelos, C. (2013). Problem based learning environmental scenarios: An analysis of science students and teachers questioning, *Journal of Science Education*, 14, 71-74. ■

Este artículo fue recibido el día 20 de octubre y aceptado definitivamente para su publicación el 2 de diciembre de 2014.