

Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias

Conxita Márquez Bargalló
Montserrat Roca Tort



Alexander Calder, *Fond clair*, óleo sobre lienzo, 1949.

Resumen

Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias

La capacidad de plantearse preguntas ha sido y es uno de los principales desencadenantes de las aportaciones científicas relevantes. De la misma manera que las preguntas son fundamentales en el desarrollo científico, también lo son en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. No se puede pretender que los alumnos entren en la cultura científica sin enseñarles a plantearse problemas, a hacerse preguntas y, sobre todo, a distinguir cuáles son las interesantes. En el artículo se presentan algunas características de las preguntas que pueden ayudar a acercar los contenidos científicos al alumnado, es decir, ayudarle a aprender.

Résumé

Poser des questions : un point de départ pour apprendre les sciences

La capacité à poser des questions a été et reste encore un des principaux déclencheurs des contributions scientifiques significatives. De la même manière que les questions sont fondamentales pour le développement scientifique, elles jouent aussi un rôle important dans le processus d'enseignement - apprentissage des sciences. On ne peut pas prétendre que les élèves entrent dans la culture scientifique sans leur apprendre à se poser des problèmes, se poser des questions et, surtout, à distinguer celles qui restent intéressantes. On présente quelques caractéristiques des questions qui pourraient aider à rapprocher les apprenants des contenus scientifiques, c'est-à-dire, les aider à apprendre.

Abstract

Asking questions: a starting point for learning sciences

The capability of asking questions has been and is one of the main triggers of relevant scientific contribution. The same way in which questions are fundamental to scientific development, they are in the teaching-learning process of sciences. It cannot be desirable that students enter a culture without teaching them to attempt problems for themselves, to ask themselves questions, and mostly to distinguish which are the interesting ones. The article presents some characteristics of the questions that could help bring together scientific contents to the student, that is: help them learn.

Palabras clave

*Planteamiento de preguntas; enseñanza-aprendizaje de las ciencias.
Asking questions, teaching-learning of sciences*

Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias*

Conxita Márquez Bargalló**

Montserrat Roca Tort***



La capacidad de plantearse preguntas, la curiosidad y la manera de mirar de forma distinta y significativa fenómenos cotidianos, han sido y son factores desencadenantes de las aportaciones científicas relevantes. De hecho, se puede afirmar que la capacidad de los humanos de hacer preguntas, imaginar y buscar las respuestas está en el origen de la cultura (Wartosfsky, 1968). Las explicaciones y respuestas que, en los inicios de la historia del conocimiento, los humanos daban a las preguntas en relación con cómo surge y se ordena el cosmos, se fundamentaban en la especulación lógica o en la observación y la búsqueda de regularidades. La tensión entre estos dos caminos o planteamientos, de carácter racionalista uno y empirista el otro, llevó a cuestionar también el propio proceso de construcción del conocimiento.

En el proceso de elaboración y construcción del conocimiento científico y del método científico intervienen, por una parte, la capacidad de mirar, ver y pensar sobre los hechos y fenómenos que nos rodean; y por otra, las ideas dominantes, los conceptos y las teorías. El conocimiento avanza a medida que se plantean nuevas preguntas; éstas pueden surgir, en algunos casos, de la observación, ya que esta capacidad se amplía con la utilización de nuevos instrumentos y el tratamiento de nuevos datos y, consecuentemente, pueden evidenciarse nuevas situaciones. En otros casos, sin embargo, es necesario un cambio de teoría para poder plantearse nuevas preguntas y, en definitiva, mejorar la comprensión de los fenómenos. Así, la capacidad de plantear preguntas es fundamental para la ciencia (Pickett, Kolasa y Jones, 1994), ya que conduce a

* El trabajo se ha realizado dentro del proyecto UAB BS02002-04073-C02-01, parcialmente financiado con fondos FEDER, y del proyecto 2004 ARIE 00066 y 2005 ARIE 10023, financiado por el DURSI.

** Profesora del Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales, Universidad Autónoma de Barcelona.
E-mail: conxita.marquez@uab.es

*** Profesora del Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales, Universidad Autónoma de Barcelona.
E-mail: montserrat.roca.tort@uab.es

establecer diferencias, a rechazar, sustituir o ampliar el alcance de una teoría o sus componentes.

Las preguntas significativas de la ciencia surgen del diálogo entre la teoría y los fenómenos observables, y permiten explicitar, escrutar y cambiar el estado de la teoría. Así, una manera de evitar que la comprensión en un área sea limitada, incompleta o incorrecta, es realizar un constante esfuerzo para identificar y plantear nuevas cuestiones o preguntas.

La ciencia actual es, pues, heredera de las diferentes concepciones sobre cómo se genera el conocimiento científico y de las distintas maneras de explicar los mismos fenómenos. Y en este largo camino, las preguntas han estado siempre presentes. Se conocen distintos momentos en los que la clave de un avance científico ha sido el planteamiento de una pregunta; hay ejemplos paradigmáticos como el de Newton, al plantearse por qué caían los objetos, o el de Watson y Crick, que se preguntaron si la capacidad de contener y transmitir información del ADN estaba en su estructura.

Las preguntas en el proceso de enseñanza-aprendizaje

De la misma manera que las preguntas y la búsqueda de respuestas son fundamentales en el desarrollo científico, también lo son en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Giordan, 1985). Los alumnos también parten de los propios modelos y teorías al observar los fenómenos de su alrededor (Izquierdo *et al.*, 1999) y pueden tener dificultad para plantear nuevas preguntas y tomar conciencia de las contradicciones entre la realidad y sus explicaciones. Por ello, es necesario elaborar actividades que ayuden al alumnado a tomar conciencia de la importancia de las preguntas a lo largo de la historia, para mostrar, así, una visión pragmática y dinámica de la actividad científica. También es importante

que los alumnos conozcan no sólo las "verdades", las teorías que han sido elaboradas a lo largo del tiempo, sino que las relacionen con las preguntas significativas, que han sido clave en el descubrimiento y avance de estas teorías (Pedrinazi y Sequeiros, 1999).

A lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje debe darse oportunidades a los alumnos para que se planteen sus propias preguntas en relación con el fenómeno estudiado, y que elaboren explicaciones en función de sus conocimientos y del conocimiento científico actual. Identificar preguntas y plantearse problemas forma parte del proceso de "hacer ciencia". No se puede pretender que los alumnos entren en la cultura científica sin enseñarles a hacerse preguntas y, sobre todo, a distinguir cuáles son las interesantes.

Enseñar y aprender, un proceso de comunicación

Enseñar y aprender es, básicamente, un proceso de comunicación entre el alumnado, el profesorado y el conocimiento, y en este proceso las preguntas cumplen un papel principal.

Muchas veces se piensa que las personas "aprendemos" un determinado concepto y posteriormente lo expresamos mediante palabras, y que, de hecho, "conocer" y "hablar" son dos procesos bien diferenciados. Es habitual creer que se puede "saber" ciencias y no necesariamente saber comunicarlas. Y a veces podemos opinar que "un alumno sabe, pero no lo sabe decir". Esta separación entre el "conocer" y el "comunicar" lleva a que muchas veces no se crea necesario incentivar al alumnado para que se esfuerce en comunicar sus ideas de forma que se entiendan, ya que, se piensa, podemos intuir qué es lo que quieren decir. Sin embargo, el lenguaje desempeña un papel esencial en el proceso de construcción de las ideas, pues es el medio por el cual se regula dicha construcción.

Como ya se ha comentado anteriormente, cuando los estudiantes observan un fenómeno, producen sus propias explicaciones, que son coherentes desde su punto de vista; ellas suelen ser poco elaboradas, simples y, a menudo, incoherentes desde la lógica del experto. Sobre el mismo fenómeno, los profesores damos explicaciones diferentes, más complejas y coherentes desde el punto de vista de la ciencia actual. Para acercar estas maneras de explicar las observaciones es necesario hablar y escribir sobre las ideas, sobre las semejanzas y las diferencias, sobre las causas y sus efectos. Así, podríamos describir el *aprendizaje* como la interacción entre los significados del profesor y el de sus alumnos, de manera que lo que cada uno aprende es en parte compartido y en parte único.

Desde esta perspectiva, la conversación y la interacción en el aula son instrumentos fundamentales en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Así, las preguntas que el profesor plantea son básicas en la gestión del diálogo en el aula, y en el fomento de la participación e implicación del alumnado. Además, la actividad de plantear preguntas es una de las más frecuentes cuando se analizan unidades didácticas o sesiones de clase (Pro Bueno, 1999). Pero no todas las preguntas contribuyen del mismo modo al aprendizaje. Este hecho genera la necesidad de reflexionar sobre la función y las características de las preguntas didácticas. A continuación se exponen algunas características de las preguntas que pueden ayudar a acercar los contenidos científicos al alumnado, es decir, ayudarle a aprender.

Características de las preguntas que ayudan a aprender

1. *Grado de apertura.* Se considera que una pregunta es *cerrada* cuando es de respuesta única, y ésta se puede copiar del libro de texto o de la explicación del profesor, y memorizar. Las preguntas cerradas suelen

tener una respuesta corta y su característica principal es que, al contestarlas, el alumnado básicamente *reproduce* un conocimiento. En contraposición, una pregunta *abierta* es aquella que motiva al alumnado a buscar información, reelaborar sus ideas, y no suele tener una respuesta única. Aunque no hay relación entre el nivel cognitivo de la demanda y el hecho de que la pregunta sea abierta o cerrada, generalmente las preguntas abiertas promueven que el alumno *produzca* conocimiento, y que al tener que pensar en respuestas distintas, adquiera habilidades de pensamiento creativo.

2. *Objetivo de las preguntas.* Las preguntas utilizadas en el aula, como toda actividad de enseñanza-aprendizaje, pueden tener distintos objetivos. Ello implica la necesaria coherencia entre la forma de la pregunta y el objetivo que se pretende (Márquez, Roca y Via, 2003).

Un objetivo puede ser saber qué piensan, qué saben los alumnos. Pero saber lo que realmente piensan los alumnos no es fácil (Osborne y Freyberg, 1991). Estos pasan parte de su vida aprendiendo cómo deben contestar para obtener la aprobación de los adultos, y son expertos en descifrar pequeñas pistas para descubrir qué se espera de ellos. Los profesores hacemos preguntas, refutamos la respuesta equivocada levantado las cejas, en el mejor de los casos, y volvemos a hacer la pregunta, hasta alabar la respuesta correcta cuando la obtenemos. Así, si queremos que los alumnos respondan de un modo activo, no vale todo tipo de preguntas: no es lo mismo iniciar la pregunta con la expresión: "¿que pensáis que ocurre...?", "¿cómo pensáis que ocurre...?", a plantear: "¿cómo ocurre...?", "¿qué ocurre...?". Las primeras preguntas están centradas en la persona (Amos, 2002), y para responderlas, el alumno debe movilizar sus conocimientos; las segundas están centradas en el tema, y lo que debe hacer el alumno es buscar la respuesta correcta, que implícitamente se

supone que es una, y que él sabe o no. Se considera (Harlem, 2001) que las preguntas del primer tipo, las centradas en la persona, favorecen más la participación y la implicación en el aprendizaje, ya que se pueden contestar con las ideas propias y no es condición indispensable contestar con la idea correcta.

Otro objetivo de las preguntas es poner al alumnado ante la necesidad de elaborar una respuesta, generalmente en forma de texto oral o escrito, que implique poner en juego sus conocimientos y los que se están trabajando en el aula. Conseguir este tipo de respuesta a nivel satisfactorio es complejo. Desde el campo de la gramática textual, hay trabajos (Scardamalia y Bereiter, 1992) que analizan las diferencias en el proceso de elaboración de un texto por parte de un novato o un experto. Se observa que ante la necesidad de elaborar un texto, el experto se plantea, por un lado, cuál debe ser la forma, es decir, a quién va dirigido, con qué intención y con qué objetivo; por otro, qué quiere comunicar, qué contenido, qué conceptos. El autor novel, en cambio, sólo se plantea qué quiere decir, y lo escribe como si se respondiese a sí mismo; normalmente, su respuesta no conlleva ningún proceso de elaboración y transformación de las ideas.

Esta reflexión puede aplicarse al aula. En general, cuando se pide a los alumnos que respondan por escrito preguntas relacionadas con el tema de estudio, éstos responden como un escritor novel. Esto sucede porque, en el contexto de la actividad de aula, a menudo se da el acuerdo implícito de que las respuestas a las preguntas tienen como objetivo satisfacer al profesor, y ello induce a reproducir su discurso o el del libro de texto.

La aportación de la gramática textual, el análisis de las preguntas de los libros de texto y la reflexión sobre la propia expe-

riencia en el aula, ha llevado a considerar tres aspectos para plantear buenas preguntas (Roca, 2001): la necesidad de un contexto; la de dar indicios del modelo, teoría o conceptos implicados, y la de plantear una demanda clara.

3. *Necesidad de un contexto.* Toda pregunta debe, en primer lugar, estar *contextualizada*, es decir, contener indicadores implícitos o explícitos que definan un contexto. Éste puede ser histórico, cotidiano, científico, fantástico, etc., siendo fundamental que el alumno pueda identificar el motivo y el interlocutor de la pregunta.

Si el alumnado no identifica el contexto de la pregunta, sitúa la tarea en el contexto de aula, de modo que implícitamente piensa que el interlocutor es el profesor y la finalidad es la evaluación. Este presupuesto hace que su principal objetivo sea satisfacer al profesor, reproduciendo el libro de texto o lo que se ha dicho en clase (Johsua y Dupin, 1993). Además, al considerar que el profesor ya sabe la respuesta, no se esfuerza en explicarla mejor.

Un contexto bien definido puede servir de motivación para que el alumno tenga la necesidad de pensar qué quiere comunicar y de qué modo es mejor hacerlo. Por ejemplo, preguntar:

Los padres de María la llevan por primera vez a la escuela y en menos de cuatro semanas ha estado tres veces enferma. Su abuela dice que la culpa la tiene la escuela, pero los padres saben que cumplen estrictamente las medidas de higiene.

Van al médico y le preguntan si es posible que la causa de las enfermedades de María sea la escuela y cómo es que los más pequeños (los de un año) que son los más cuidados higiénicamente son los que enferman con más frecuencia.

Escribe la explicación que crees que les ha dado el médico.

La respuesta que se obtiene en este caso es sensiblemente distinta a la que se da si se pregunta: ¿qué es y cómo se transmite una enfermedad infecciosa?

4. *Dar indicios sobre la teoría o conceptos implicados.* Una pregunta debe dar indicios del modelo, la teoría y el nivel al que se pide la respuesta, ya que muchas de las preguntas que se utilizan en pruebas de evaluación o en los libros de texto pueden tener diferentes niveles de respuesta. Por ejemplo, ante la pregunta: "¿Por qué es necesario vacunar a los niños pequeños?", surgen las posibles respuestas:

- Porque es una norma sanitaria.
- Para que no enfermen.
- Para que no se contagien de las enfermedades de las vacunas, ya que pueden tener consecuencias para su crecimiento.
- Para que los niños formen anticuerpos contra estas enfermedades, y si se contagian, no cojan la enfermedad.
- Para prevenir las enfermedades, les introducen los virus – que causan la enfermedad – inactivos, y así los niños, al detectar estos antígenos, producen anticuerpos sin sufrir la enfermedad. Si más tarde están en contacto con los virus activos, el sistema inmunitario tiene memoria y detecta rápidamente los antígenos y activa la formación de anticuerpos antes que la enfermedad pueda desarrollarse.

Como se muestra en el ejemplo, las respuestas pueden ser variadas y no necesariamente incorrectas. Si se quiere que el alumnado relacione y utilice en su respuesta los aprendizajes que se trabajan en clase,

es conveniente que la pregunta o actividad que se plantea sitúe el marco teórico de referencia.

Una reformulación del ejemplo anterior podría ser:

La madre de María esta muy preocupada porque en el jardín de infancia hay niños que no están vacunados. La maestra dice que hay padres que no quieren vacunar a sus hijos.

- Escribe un texto para ayudar a la maestra a defender la necesidad de vacunar a los niños. (Piensa en todo lo que has aprendido sobre el sistema inmunitario).
- Justifica por qué es necesario vacunar a los niños pequeños, teniendo en cuenta los aspectos relacionados con la respuesta inmunitaria (antígenos, anticuerpos, memoria...).

5. *Demanda clara.* La pregunta debe estar planteada de manera coherente con lo que se quiere preguntar, es decir, hacer una demanda clara y consensuada. Es importante que el alumnado sepa qué esperamos de él cuando le pedimos que describa, que explique, que justifique, que argumente... Para ello será necesario negociar los significados de estas demandas desde la clase de ciencias (Jorba, Gómez y Prat, 1998). Por ejemplo, ante la pregunta: ¿qué es un plasmodium?, ¿qué tipo de vida desarrolla?, se debe precisar qué debe hacer el alumno: una definición, una descripción o una explicación, es decir, qué es lo que como profesores esperamos. Esta problemática se pone especialmente de manifiesto cuando se comenta con los alumnos la corrección de las respuestas de un examen.

Por todo ello se plantea una doble necesidad: por una parte, introducir actividades en el aula que ayuden a los alumnos a iden-

tificar las distintas demandas y a hacerlos competentes en su capacidad de respuesta; y por otra, como profesores, ser más precisos o reflexivos a la hora de redactar las preguntas.

Las preguntas y la construcción de las explicaciones científicas

Otro posible aspecto a considerar a la hora de buscar criterios para escoger o formular preguntas que ayuden en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, es el que toma como referencia el proceso de construcción o

elaboración de las explicaciones científicas (Pickett, Kolasa y Jones, 1994) (véase figura 1).

Sin entrar en una discusión epistemológica, en el estudio de los fenómenos naturales y de su explicación científica intervienen distintos procesos: en primer lugar, *la observación y la descripción* del fenómeno, estudiando sus componentes y su *estructura*. En segundo lugar, se establecen diferentes tipos de *relaciones causales* entre los componentes del fenómeno observado. Para confirmar estas posibles relaciones se hacen *comprobaciones*, es decir, se buscan evidencias, mediante el análisis experimental, el análisis de datos, etc.

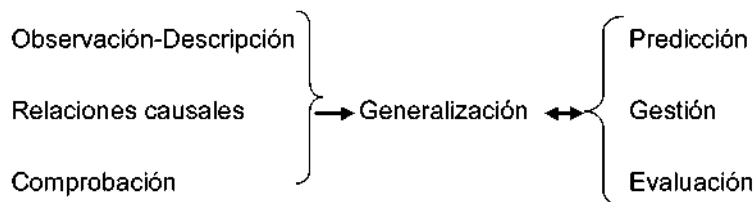


Figura 1. Proceso de elaboración de las explicaciones científicas

El establecimiento de las diferentes relaciones causales y su comprobación permiten llegar a la *generalización*, o a la elaboración de una explicación o teoría. Pero esta generalización será puesta a prueba cuando se planteen *predicciones* o hipótesis sobre nuevos fenómenos. También es puesta a prueba cuando se aplica a la resolución o *gestión* de nuevas situaciones, o en la *evaluación* de las mismas.

Por tanto, como resumen podríamos decir que el proceso de construcción de una explicación científica requiere de actividades de observación, de establecimiento de relaciones causales, de comprobación, generalización o elaboración de la explicación, y su posterior validación a través de la capacidad de la misma de predecir, gestionar y evaluar nuevas situaciones.

Ahora bien, si analizamos, desde esta perspectiva, el tipo de preguntas que se plantean en

las clases de ciencias, o en los libros de texto, encontraremos algunas diferencias sustanciales. Hay muchas preguntas de descripción, es decir, sobre los aspectos estructurales del fenómeno objeto de estudio, del tipo: ¿cómo?, ¿dónde?, ¿cuáles?, ¿cuántos?, y también muchas preguntas sobre aspectos dinámicos del fenómeno: ¿qué pasa?, ¿cómo pasa?

También son frecuentes las cuestiones que plantean las relaciones causa-efecto, es decir, que buscan el establecimiento de las relaciones causales implicadas. Son aquellas preguntas que enuncian el ¿por qué?, ¿cuál es la causa de...?, ¿cómo te explicabas que...?

Las preguntas que requieren de la generalización o el enunciado de la teoría también están presentes de manera significativa en las aulas. Son aquellas que nos preguntan: ¿qué es?, ¿qué diferencia hay?, ¿por qué, según la teoría X, ...?

Sorprendentemente, hay pocas preguntas sobre las pruebas o evidencias que han permitido llegar a una idea. Pocas veces se pregunta al alumnado: ¿cómo se puede saber...?, ¿cómo se puede demostrar.?

También escasean las que demandan hacer una predicción: ¿qué consecuencias tiene.?, ¿qué pasaría si.?, es decir, aquellas que requerirían una respuesta en la que es necesario el uso del condicional, o las que plantean actuaciones ante una determinada situación problemática, requiriendo la formulación de propuestas de acción, opiniones o valoraciones justificadas: ¿qué se puede hacer...?, ¿cómo se puede resolver...?

Preguntas mediadoras

Hay algunas propuestas de intervención en las aulas que se basan en formular preguntas que ayuden a aprender ciencias. Una de estas iniciativas es la de las *preguntas mediadoras* (Márquez *et al.*, 2004). Éstas tienen como finalidad aproximar a los alumnos a los modelos de una ciencia que ha incorporado la complejidad. Un primer objetivo de la pregunta mediadora es el de posibilitar y favorecer que el alumnado se sitúe en una de las diversas disciplinas desde la cual puede abordarse el estudio del fenómeno, es decir, debe ser *focalizadora*. La pregunta mediadora también debe favorecer la *visión dinámica* de los fenómenos objeto de estudio. Tienen, por consiguiente, que plantear de manera explícita la interacción entre el sistema (adentro) y su ambiente (fuera), considerar la regulación del mismo (orden-desorden) y su orientación temporal (estabilidad-cambio). Por último, las preguntas mediadoras deben contemplar *la integración multiescalar*, facilitando la conexión entre las distintas escalas que configuran el fenómeno. Ello significa que tomado como referencia un determinado nivel de organización de la materia, su explicación requiere poner en contacto niveles escalares macro y micro.

La pregunta: "¿Qué sucede dentro de tu cuerpo para que el calcio de la leche ayude a tu crecimiento?", cumple las tres características citadas: focaliza en una disciplina, la biología, y concretamente en aspectos de nutrición, un tema tan amplio como es la alimentación. Es dinámica, puesto que establece de manera explícita la interacción entre el medio o el afuera, la leche que tomamos y el adentro, los mecanismos que permiten digerir este alimento. Asimismo, promueve la integración escalar, ya que su respuesta requiere relacionar el nivel macro –aquello que vemos– con el nivel micro –aquello que no vemos, pero necesitamos saber para poder explicar de manera eficaz el fenómeno–.

A modo de conclusión

Parece necesario un cambio en el planteamiento de las preguntas en el aula. Para ello será necesario establecer actividades, y preguntas variadas y ricas, que posibiliten que el alumnado se plantee cómo se ha llegado a una determinada afirmación (Lawson, 2002), que se cuestione qué pruebas o evidencias se aportan, que hagan conciencia de las implicaciones del conocimiento científico en la toma de decisiones o en la defensa de opiniones. En definitiva, conseguir un alumnado más crítico y que su perfil se acerque cada vez más al objetivo de educación científica que se promueve desde la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que no es otro que:

Desarrollar la capacidad del alumnado para utilizar el conocimiento científico para identificar preguntas a las que la ciencia puede dar respuesta y obtener conclusiones a partir de pruebas, con la finalidad de comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana produce (OCDE, 2003).

Igualmente, no debemos olvidar estimular la capacidad del alumnado de preguntarse a sí

mismo, es decir, la elaboración de interrogantes, dudas e ideas.

Como ocurre en otros aspectos de la didáctica, no hay recetas para imaginar o plantear buenas preguntas, pero sí hay algunos aspectos a tener en cuenta cuando se elaboran preguntas, con la voluntad de favorecer la construcción del conocimiento del alumnado. Por ejemplo:

- Cuidar la forma interrogativa de la pregunta, ya que en muchas ocasiones, conduce a respuestas enumerativas, a una sola palabra, o sólo a una respuesta afirmativa (sí) o negativa (no).
- Evitar preguntas que conduzcan a la reproducción de una idea o información sin implicar las propias ideas, ni la elaboración de un discurso.
- Elegir un contexto y un interlocutor definido y reconocible para el alumno.
- Plantear preguntas en torno a situaciones cuya respuesta implique que el alumnado deba aplicar la teoría para resolver situaciones cotidianas y, por tanto, pueda actuar justificadamente.

Con demasiada frecuencia, tras la preocupación por transmitir las ideas sin errores o por temor a no saber dar una respuesta clara y completa, se evita plantear preguntas abiertas. Pero dada la importancia de las preguntas, quizá valga la pena arriesgarse, si con ello se consigue la motivación de los alumnos para el aprendizaje, la curiosidad, el deseo de entender o conocer, y la capacidad de plantearse preguntas.

Referencias bibliográficas

Amos, S., 2000, "Teachers' Questions in the Science Classroom", en: *Aspects of Teaching Secondary Science*, Londres, Sandsa Amos y Richard Bootham.

Giordan, A., 1985, *La enseñanza de las ciencias*, Madrid, Siglo XXI de España.

Harlem, W., 2001, *Taking the plunge. Primary School*, Portsmouth, Heinemann.

Izquierdo, M.; Espinet, M.; García, M. P.; Pujol, R. M. y Sanmartí, N., 1999, "Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar", *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, jun., pp. 79-90.

Jakes, D., 2006, "Basing Learning Experiences in Essential Questions", <http://www.gensrecit.gc.ca/workshops/pbl/docs/jakes>

Johsua, S. y Dupin, J. J., 1993, *Introduction a la didactique des sciences et des mathématiques*, París, Presses Universitaires de France.

Jorba, J.; Gómez, I. y Prat, A., 1998, *Parlar i escriure per aprendre. Ús de la llengua en situacion d'ensenyament-aprenentatge de les arees curriculars*, Barcelona, Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad Autónoma de Barcelona.

Lawson, A. E., 2002, *Science Teaching and Development of Thinking*, Belmont, Wadsworth/Thomson Learning.

Márquez, C.; Roca, M. y Via, A., 2003, "Plantear bones preguntes: el punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit", en: Sanmartí, N., coord., *Aprendre ciències tot aprenent a escriure ciències*, Barcelona, Ed. 62.

Márquez, C.; Roca, M.; Gómez, A.; Sarda, A. y Pujol, R. M., 2004, "La construcción de modelos explicativos complejos mediante preguntas mediadoras", *Investigación en la Escuela*, núm. 53, pp. 71-81.

OCDE, 2003, *Learning for Tomorrow's World: First results from PISA 2003*, París, OCDE Pub. Service.

Osborne, R. y Freyberg, P., 1991, *El aprendizaje de las ciencias*, Madrid, Narcea.

Pedrinazi, E. y Sequeiros, L., 1999, "Conocer los archivos del planeta", *Alambique*, núm. 22, pp. 9-16.

Pickett, S. T. A.; Kolasa, J. y Jones, C. G., 1994, *Ecological Understanding*, San Diego, Academic Press, Inc.

Pro Bueno, A. de, 1999, "Planificación de unidades didácticas por los profesores: análisis de tipos de actividades de enseñanza", *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 17, núm. 3, pp. 411-430.

Roca, M., 2001, "Com intervenen els exercicis o activitats dels llibres de text en el procés de construcció del coneixement", Trabajo de investigación en el marco del programa de Doctorado de Didáctica de las Ciencias la Matemática, documento interno UAB.

Scardamalia, M. y Bereiter, C., 1992, "Dos modelos explicativos de los procesos de composición escrita", *Infancia y Aprendizaje*, núm. 58, pp. 43-64.

Wartosfsky, M. W, 1968, *Introducción a la filosofía de la ciencia*, Madrid, Alianza.

Referencia

Márquez Bargalló, Conxita y Roca Tort, Montserrat, "Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias", *Revista Educación y Pedagogía*, Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Educación, vol. XVIII, núm. 45, (mayo-agosto), 2006, pp. 61-71.

Original recibido: abril 2006

Aceptado: junio 2006

Se autoriza la reproducción del artículo citando la fuente y los créditos de los autores.