

# Las preguntas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias

Montserrat Roca Tort\*

Las preguntas están presentes en toda actividad educativa (De Pro Bueno, 1999), en la escuela el profesorado plantea preguntas ya sea para motivar, al iniciar el tema, después de una explicación o actividad de introducción, para evaluar, al inicio o final de una actividad experimental, después de una lectura, de una visita, etcétera.

En los libros de texto también se encuentran preguntas en el apartado de actividades, situado normalmente al finalizar un tema.

En este artículo se hace una reflexión sobre la importancia de las preguntas en la construcción de las ideas científicas y su incidencia en el proceso de aprendizaje de las ciencias. También se proponen algunos criterios para ayudar al profesorado a distinguir y elaborar *buenas preguntas*.

## Las preguntas y la construcción de las ideas científicas

En el origen de toda cultura se encuentran los mitos, éstos son explicaciones que responden a las preguntas de cómo surge y cómo se ordena el cosmos (Wartofsky, 1976). Se puede afirmar que en el origen de la cultura está la capacidad de los humanos de hacer preguntas y de imaginar y buscar sus respuestas.

En el proceso de construcción de las teorías y modelos científicos también tienen un papel fundamental las preguntas; son éstas las que concretan el objetivo de la investigación. Es por todos reconocido que en muchas ocasiones el aporte que ha

permitido hacer un avance significativo en un determinado campo científico ha sido la genialidad del investigador que ha pensado la pregunta adecuada.

Plantear buenas preguntas no es fácil, ya que éstas surgen del diálogo entre la teoría y la observación de los fenómenos; este diálogo posibilita establecer diferencias, refutar, sustituir o ampliar las explicaciones científicas.

Pero la dificultad para suscitar preguntas significativas para la ciencia estriba en que la observación se hace bajo las teorías o paradigmas vigentes en cada momento y éstos, en muchas ocasiones, ponen límites a la capacidad de preguntar (PicKett *et al.*, 1994).

## Las preguntas en la clase de ciencias

El proceso de aprendizaje de la ciencia puede entenderse también como un proceso de construcción en el que los modelos de los alumnos van modificándose a partir de nuevas experiencias, nuevas informaciones y, sobre todo, al hablar y pensar sobre ellas (Izquierdo, *et al.*, 1999). En este proceso las preguntas también tienen un papel primordial, tanto las preguntas que plantea el profesorado como las que se plantea el propio alumno.

Pero no todas las preguntas contribuyen del mismo modo al aprendizaje. En muchas ocasiones se plantean preguntas cerradas, que los alumnos sólo pueden responder con una o más palabras, sin necesidad de elaborar o implicar una teoría o modelo.

\*Profesora de secundaria del IES Pla de les Moreres Vilanova del Camí. Didàctica de les Ciències UAB.

Este tipo de preguntas conducen al alumno a reproducir un conocimiento.

Frente a las preguntas cerradas que piden una única respuesta, que el alumno puede copiar de un texto o memorizar, están las preguntas abiertas que llevan al alumno a buscar y reelaborar sus ideas.

En muchos casos las preguntas cerradas se refieren a aspectos muy concretos e incompletos del fenómeno objeto de estudio y llevan a analizar la realidad parcialmente sin establecer relaciones con los problemas o teorías que han originado su estudio. A continuación se muestran algunos ejemplos de este tipo de preguntas:

- *¿Qué características tienen las bacterias y los virus?*
- *¿Qué son los microorganismos?*
- *¿Qué células ayudan a destruir a los microbios?*

Estas preguntas sobre los fenómenos muy fragmentados, que tienen una única respuesta, y que no admite duda, conducen a una imagen de ciencia afirmativa, es decir una idea de ciencia como un conjunto de verdades.

Como alternativa a esta clase de preguntas, puede ser un buen recurso didáctico utilizar las preguntas que se plantearon a lo largo de la historia y estuvieron en el inicio de la elaboración de las teorías. Son denomi-



nadas por algunos autores preguntas clave (Pedrinazi *et al.*, 1999).

Plantear estas preguntas en clase puede acercar al alumnado a una visión de la ciencia como una actividad que pretende dar respuesta a los problemas que la realidad plantea.

- ¿Cuál puede ser la causa de la peste?*
- ¿Cómo es que aparece en barrios pobres, donde se hacina mucha gente?*
- ¿Cómo es que las personas que han contraído la enfermedad y la han superado ya no la vuelven a tener?*

Distintas preguntas para distintos objetivos de aprendizaje.

Las preguntas utilizadas en el aula, como toda actividad de enseñanza-aprendizaje pueden tener distintos objetivos. Un objetivo común a todas ellas es el de promover la modificación de las propias ideas por medio de la verbalización o la construcción de un texto.

A continuación se presenta una reflexión sobre las preguntas escritas, aquellas que los alumnos deben contestar, ya sea en una actividad común de aula o de evaluación.

Se centra la atención en las dificultades que tienen los alumnos al escribir las respuestas que impliquen la elaboración de un texto con contenido científico.

Por otra parte se hace una pequeña revisión sobre la necesidad de plantear distinto tipo de preguntas en los distintos momentos del ciclo de aprendizaje.

Preguntas para decir o preguntas para transformar

Un objetivo de las preguntas que se plantean en el aula es poner al alumnado ante la necesidad de elaborar una respuesta que implique poner en juego sus conocimientos y los conocimientos que se están trabajando.

Pero para que los alumnos respondan de un modo activo no vale todo tipo de preguntas,

no es lo mismo iniciar la pregunta por la expresión “¿Qué pensáis que ocurre? ¿Cómo pensáis que ocurre?”, a plantear: ¿Cómo ocurre? ¿Qué ocurre? En el primer caso el alumno debe movilizar sus conocimientos en el segundo debe buscar la respuesta correcta que implícitamente se supone que es una y que él sabe o no sabe.

En el campo de la gramática textual (Scardamalia *et al.*, 1992) hacen una distinción entre preguntas que conducen a decir el conocimiento y preguntas que favorecen transformar el conocimiento.

Estas autoras plantean la reflexión sobre el proceso de elaboración de un texto por parte de un novato o un experto. Según ellas el experto, ante la necesidad de elaborar un texto, se plantea cuál debe ser la forma y para ello tiene en cuenta: a quién va dirigido, con qué intención y con qué objetivo. Por otra parte se plantea qué quiere comunicar, el contenido, los conceptos y a éstos recurre para elaborarlo.

El autor novel, en cambio, sólo se plantea qué quiere decir y responde para sí mismo. Su respuesta no conlleva ningún proceso de elaboración y transformación de las ideas, lleva solamente a decir el pensamiento.

Cuando se pide a los alumnos que respondan por escrito preguntas relacionadas con el tema de estudio estos responden como un escritor novel, este hecho está favorecido porque en el contexto de la actividad de aula a menudo se da el acuerdo implícito, que supone que las respuestas a las preguntas tienen como objetivo satisfacer al profesor y ello induce a reproducir su discurso o el del libro.

Aspectos a tener en cuenta al formular preguntas

La aportación de la gramática textual, el análisis de las preguntas de los libros de texto y la reflexión sobre la propia experiencia en el aula, plantea la necesidad de tener en cuenta tres aspectos para formular buenas

preguntas (Roca, 2001): la necesidad de un contexto, la necesidad de dar indicios del modelo, teoría o conceptos implicados y la necesidad de plantear una demanda clara.

#### *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.

Como ya se ha dicho, 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 *et al.*, 1993).

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. A continuación se muestra un ejemplo de pregunta contextualizada.

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 verdad que la causa de las enfermedades de María es 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.

#### *Indicios sobre la teoría o conceptos implicados*

En segundo lugar, una pregunta debe *dar indicios* del ámbito al que se pide la respuesta. Muchas de las preguntas que se

utilizan en pruebas de evaluación o en los libros de texto pueden tener diferentes tipos de respuesta como en el siguiente ejemplo:

“¿Por qué es necesario vacunar a los niños pequeños?”  
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 atrapen la enfermedad.  
– Para prevenir las enfermedades, les introducen los virus inactivos que causan la enfermedad, 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.

Si se quiere que el alumnado relacione y utilice en su respuesta los aprendizajes que se trabajan en clase, la pregunta o actividad que se plantea debe estar contextualizada, o bien debe situar el marco teórico de referencia.

En la pregunta del ejemplo anterior, un posible contexto y un indicio de la teoría necesaria podría ser:

La madre de María está 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).

### *Demanda clara*

Y en tercer lugar, la pregunta debe estar planteada de manera coherente con lo que se quiere preguntar; ello supone la necesidad,

previa negociación, de reconocer como distintos el significado de los verbos explicar, razonar, describir, comparar, justificar, demostrar o argumentar.

Estos verbos son los que los profesores utilizan con más frecuencia en las preguntas o demandas en el aula; se corresponden por una parte con habilidades de tipo cognitivo que a su vez están relacionadas con el tipo o finalidad del texto, así la habilidad implicada será diferente en el caso de un texto descriptivo o argumentativo.

Jorba *et al.* (1998) hablan de habilidades cognitivo-lingüísticas como aquellas que hacen referencia a las habilidades cognitivas y a los tipos de texto. Identifican los textos teniendo en cuenta los dos campos implicados: el formal o el tipo de texto que se quiere obtener, y el de contenido que hace referencia al conocimiento.

Al analizar las preguntas de los libros de texto se puede observar que en muchas ocasiones la demanda no es clara o incluso a veces es contradictoria. Como por ejemplo:

¿Qué es un plasmodium? ¿Qué tipo de vida es la suya?  
¿Qué se está pidiendo, una definición, una descripción o una explicación?  
Explica por qué no es necesario vacunar un bebé hasta que tiene tres meses de vida.  
¿Qué se está pidiendo, una explicación o una justificación?

También en ocasiones al comentar con los alumnos la corrección de la respuesta a las preguntas de un examen, se plantea la discusión sobre lo que pide realmente la pregunta.

Por todo ello se plantea una doble necesidad, por una parte introducir actividades de aprendizaje que conduzcan a la comprensión y el acuerdo de las distintas demandas cognitivo-lingüísticas y por otra, como profesores, tenerlas en cuenta al redactar las preguntas o actividades.

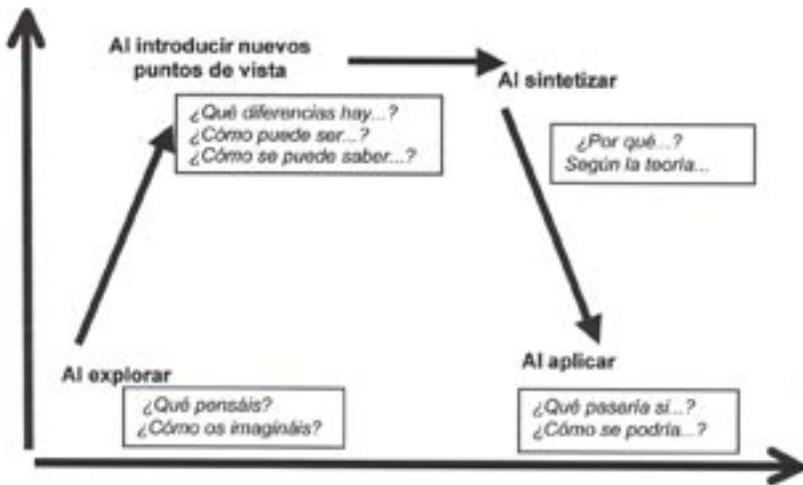
*Las preguntas y el ciclo de aprendizaje*

En el proceso de enseñanza aprendizaje las preguntas pueden cumplir distintos objetivos didácticos. Se puede asociar un tipo de pregunta a cada una de las fases del ciclo de aprendizaje.

Las fases se pueden asociar también a una etapa del proceso de evaluación.

en el alumno, preguntas del tipo: ¿Qué piensas? ¿Cómo piensas que...?

Para motivar pueden ser sugerentes las preguntas sobre problemas reales, abiertos y complejos. No debe dar reparo utilizar un problema complejo al iniciar el trabajo, no se debe olvidar que no se trata de que el



- Exploración-comunicación de objetivos.
- Introducción de nuevos puntos de vista-reflexión sobre los conceptos, procesos, métodos utilizados.
- Estructuración o síntesis-generalización.
- Aplicación-evaluación final.

*Exploración*

Al iniciar el aprendizaje de un conocimiento nuevo, la función de las preguntas es motivar, favoreciendo la visión de la ciencia como algo útil, conocer lo que piensa el alumno, favorecer que tome conciencia de lo que sabe y no sabe, y que reconozca los objetivos de aprendizaje. Para ello las preguntas más adecuadas son las centradas

alumno dé la respuesta correcta, el objetivo es provocar la curiosidad del alumno y conseguir que active sus conocimientos y los exprese.

También pueden ser motivadoras las preguntas en torno a paradojas o situaciones que son contradictorias, ya que pueden ser un reto para el alumno.

¿Qué pensáis que ocurre dentro de vuestro cuerpo cuando entra el virus de la gripe?  
 ¿Cómo es que cada año se recomienda vacunar a las personas mayores de la gripe, si las otras vacunas sólo se ponen una vez?  
 ¿Cómo puede ser que mientras en Europa la mortalidad infantil por enfermedades infecciosas es aproximadamente de 8%, en África es de 40%?

Las preguntas o problemas históricos, que ahora ya no lo son pero que en su momento

fueron clave para el avance de la ciencia, también pueden ser útiles en esta fase.

Según Hipócrates (460-370 a. de C.) y Galeno (129-200 d. de C.) las epidemias se debían a miasmas o vapores venenosos que se formaban bajo la influencia de los astros y como castigo divino. Ya se había escampado la idea que les epidemias se transmiten por contagio de una persona a otra.

### *Introducción de nuevos puntos de vista*

En esta fase se trata de introducir nuevos puntos de vista, para ello se debe dirigir la atención de los alumnos a la observación, búsqueda y discusión de nuevos datos que amplíen su información.

En primer lugar se debe ampliar la capacidad de observación, ya que en muchas ocasiones ésta puede ser muy simple. La observación debe llevar a la búsqueda de semejanzas, diferencias, relaciones e interacciones, a partir de las cuales se podrá generalizar e ir modificando los modelos iniciales de los alumnos hacia modelos más complejos.

Es interesante plantear preguntas que conduzcan a establecer relaciones que no son evidentes para los alumnos, que impliquen la búsqueda de causas y/o consecuencias a distintos niveles o escalas.

¿Cómo puede ser que algunas enfermedades como el sarampión sólo se sufran una vez en la vida?  
¿Por qué los repelentes de insectos pueden evitar atrapar algunas enfermedades, como el paludismo?  
En los últimos diez años, los casos de enfermedades de transmisión sexual provocadas por bacterias (la sífilis y la gonococia, por ejemplo) han ido disminuyendo; en cambio, las víricas van aumentando. ¿Como se puede explicar esta situación?

Son también muy adecuadas las preguntas en torno a la metodología de trabajo, los resultados de experiencias, análisis de datos, etc., ya que permiten que los alumnos conozcan datos y procesos relacionados con el tema de estudio y vayan construyendo una imagen de ciencia resultado de la experimentación.

En un programa de TV donde se hace polémica de todo, dos personas defendieron que las vacunas no eran necesarias, y dijeron incluso que podían ser peligrosas.

a) ¿Qué informaciones, datos o experiencias tendría que buscar la periodista para contestar a estas personas?

b) ¿Creéis que en un debate sobre un tema como éste se pueden dar sólo opiniones o se deberían dar argumentos con justificaciones científicas?

A partir de los datos sobre los últimos casos de legionela, localización, síntomas, análisis, etc., haced la ficha de esta enfermedad (foco infeccioso, agente, transmisión, síntomas, tratamiento).

### *Estructuración o síntesis*

La fase de estructuración tiene como objetivo que el alumno tome conciencia de lo que ha aprendido y adquiera una visión global de conjunto de la teoría o modelo.

Es fácil que en la fase de introducción se hayan trabajado distintos aspectos de la teoría, separadamente o parcialmente. Por ello es necesario que el alumno tenga un tiempo para integrar —estructurar— los conocimientos adquiridos por medio de las actividades de introducción y además ponga a prueba su capacidad de comunicarlos.

Las preguntas que pueden ser útiles en este momento son las que piden el porqué de una situación relacionándola con la teoría. A continuación se muestra un ejemplo.

Explicad con vuestras palabras el significado de las expresiones:

a) Cada antígeno tiene su anticuerpo.

b) Memoria inmunológica.

En el tablero de anuncios del centro de salud, a menudo hay información sobre la gripe. En ellos se dice que contra la gripe no hay medicamento, en todo caso, se puede tomar un analgésico (aspirina) para bajar la fiebre y evitar el dolor o el malestar general.

Teniendo en cuenta el modelo de respuesta inmunitaria, explica qué pasa en nuestro cuerpo cuando atrapamos la gripe.

A finales del siglo XIX, cuando se empezaron a aplicar las vacunas, la gente no se explicaba cómo podía ser que una inyección hecha con los mismos microbios que provocan la enfermedad, la pueda prevenir.

Explica, con los conocimientos actuales, por qué las vacunas impiden el desarrollo de la enfermedad.

### Aplicación

No tiene sentido el aprendizaje de las teorías científicas si el alumno no es capaz de utilizarlas en nuevas situaciones o problemas reales. Plantear situaciones problema ligadas a la realidad puede favorecer que el alumno entienda la ciencia como un conocimiento útil para la sociedad.

Las preguntas que piden la predicción de lo que puede ocurrir dada una situación problema o qué puede hacerse para resolverlo, pueden ser buenas actividades de aplicación.

La aplicación se puede corresponder con la evaluación al final de un proceso de aprendizaje.

¿Qué medidas se deberían tomar para disminuir la mortalidad infantil por enfermedades contagiosas?  
En la escuela, un buen grupo de alumnos que fueron de excursión llegaron a su casa con gastroenteritis, las causas podrían ser el agua que bebieron de una fuente o la comida distribuida a los alumnos que comen en la escuela.  
¿Qué datos se deberían recoger para saber la causa?  
¿Qué tipo de análisis se deberían hacer?  
¿Cómo se llegará a la conclusión?  
¿Qué se debería hacer para evitar esta situación en otra ocasión?

### A modo de conclusión

Es fácil reconocer una buena pregunta, pero es más difícil explicitar por qué la reconocemos como tal. También se constata que hay preguntas que favorecen buenas respuestas, que pueden ser correctas o no, y preguntas que conducen a respuestas cerradas o limitadas. Hay preguntas que favorecen la discusión y preguntas que terminan en una única respuesta.

Además, la diversidad de situaciones que se dan en el aula obliga a pensar en distintos tipos de preguntas: según el tipo de actividad, según su objetivo didáctico o según si parten de una lectura, de una observación, de una experiencia, etcétera.

Como ocurre en otros aspectos de la didáctica, no hay recetas para imaginar o plantear buenas preguntas, pero sí hay

aspectos que determinan una respuesta cerrada o, por el contrario, pueden facilitar la visión más abierta que conduzca a la explicitación de diferentes puntos de vista y a la participación.

Algunos aspectos a tener en cuenta cuando se piensan o elaboran preguntas y algunas alternativas para favorecer la construcción del conocimiento del alumnado son, entre otros:

- Cuidar la forma interrogativa de la pregunta, ya que en muchas ocasiones conduce a respuestas enumerativas, a una sola palabra o a un sí o no.
- Evitar preguntas que conduzcan a la reproducción de una idea o información sin necesidad de implicar las propias ideas, ni la elaboración de un discurso.
- Elegir un contexto definido y reconocible para el alumno. El contexto puede ser histórico, científico, cotidiano.
- Plantear preguntas a partir de la observación de fenómenos o situaciones sorprendentes o en relación con situaciones paradójicas o contradictorias.
- Recordar las preguntas claves, que originaron el estudio y que estuvieron en el inicio de la elaboración de las teorías que se están trabajando.
- Plantear preguntas en torno a situaciones cuya respuesta implique la aplicación de las teorías y se vea su utilidad.

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 a no saber dar una respuesta exacta si se consigue a cambio la motivación de los alumnos para el aprendizaje, la curiosidad, el deseo de entender o conocer y la capacidad de plantearse preguntas.

## Bibliografía

- DE PRO BUENO, Antonio, “Planificación de unidades didácticas por los profesores: Análisis de tipos de actividades de enseñanza” en *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), 1999.
- IZQUIERDO, M., M. ESPINET, M. P. GARCÍA, R. M. PUJOL y N. SANMARTÍ, “Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar”, en *Enseñanza de las Ciencias*, extra junio 1999, pp.79-90.
- JOHNSA S. y J. J. DUPIN, *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*, Presses Universitaires de France, París, 1993.
- JORBA, J. et al., *Parlar i escriure per aprendre*, ICE de la UAB, Barcelona, 1998.
- MÁRQUEZ, C., M. ROCA, y A. VIA, “Plantejar bones preguntes: El punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit”, en N. SANMARTÍ (coord.), *Aprendre Ciències tot aprenent a escriure ciències*, Editorial 62, Barcelona, 2003.
- MÁRQUEZ, C, M. ROCA, A. GÓMEZ, A. SARDÀ y R. M. PUJOL, “La construcción de modelos explicativos complejos mediante preguntas mediadoras”, *Investigación en la Escuela*, 53, 2004, pp. 71-81.
- PEDRINAZI, E. y L. SEQUEIROS, “Conocer los archivos del planeta”, *Alambique*, 22, 1999, pp. 9-16.
- PICKETT, S. T. A., J. KOLASA y C. G. JONES, *Ecological Understanding*, Academic Press, 1994.
- ROCA. M., *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 les Ciències I la Matemática Documento interno UAB, Barcelona, 2001.
- SCARDAMALIA, M. y C. BEREITER, “Dos modelos explicativos de los procesos de composición escrita”, en *Infancia i Aprendizaje*, núm. 58, 1992, pp. 43-64.
- WARTOFSKY MARX, W., *Introducción a la filosofía de la ciencia*, Alianza Universidad, Madrid, 1976.

