

Educar la curiosidad en el aula de ciencias

Carla Inés Maturano y Claudia Alejandra Mazzitelli

Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales.
Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan.
E-mail: cmatur@ffha.unsj.edu.ar; mazzitel@ffha.unsj.edu.ar

Resumen

Para promover una valoración positiva del conocimiento científico sería necesario incluir procesos característicos de la naturaleza de la ciencia en su enseñanza. Entre estos procesos están la curiosidad científica y la capacidad de análisis del mundo que nos rodea. En este artículo mostramos cómo los textos y las imágenes de manuales escolares, usados como generadores de preguntas, podrían ser recursos adecuados para educar la curiosidad en el aula de ciencias.

La naturaleza de la ciencia en la escuela

La enseñanza de las ciencias en la actualidad busca que los estudiantes puedan relacionar los contenidos científicos con la vida cotidiana. Para lograr este objetivo, se hace necesario superar el apego a la repetición de contenidos estables e incuestionables y buscar nuevas propuestas que tengan al estudiante como protagonista activo, curioso y creativo en su proceso de aprendizaje.

Acevedo et al. (2007) destacan que hay un consenso creciente que propone incluir en los currículos de ciencias una enseñanza sobre la ciencia misma, es decir, una enseñanza de la "Naturaleza de la Ciencia" (NdC), lo cual consistiría en que los estudiantes elaboren una imagen de la ciencia más coherente con las prácticas científicas actuales. Según estos autores, la NdC involucra aquellas cuestiones en las que interviene la ciencia, tales como las relaciones mutuas entre ciencia, tecnología y sociedad, la imagen de la ciencia, las actitudes hacia la ciencia escolar, entre otros aspectos.

Osborne et al. (2003) han establecido un consenso posible acerca de las ideas sobre la ciencia que habrían de enseñarse a los estudiantes. De esas recomendaciones nos interesa en este artículo resaltar las que se refieren a:

- Ciencia y cuestionamiento: Debe enseñarse a los estudiantes un aspecto importante de la labor de un científico que es el proceso cíclico y continuo de hacer preguntas y buscar respuestas, que luego conducen a nuevas preguntas. Este proceso explica la aparición de nuevas teorías científicas y técnicas que luego son probadas empíricamente.
- Creatividad: Los estudiantes deben apreciar que la ciencia es una actividad que implica la creatividad y la imaginación tanto como muchas otras

actividades humanas, y que algunas ideas científicas son enormes logros intelectuales. Los científicos, tanto como cualquier otra profesión, son seres humanos involucrados y apasionados cuyo trabajo se basa en la inspiración y la imaginación.

Desde el punto de vista de la NdC que asumimos en este artículo, el proceso de investigación científica no es objetivo porque el científico no usa el método científico de manera objetiva sino que de algún modo mezcla sus emociones, sus sentimientos o sus valores que despiertan la curiosidad y el interés que lo movilizan para investigar.

La naturaleza de la ciencia en el aula de ciencias

Frente a este panorama, nos cuestionamos sobre la existencia de impedimentos posibles para incluir la NdC en el sistema escolar. Aunque sabemos que muchas veces los sistemas escolares generan resistencias a cualquier innovación, se destacan dos grandes obstáculos (Acevedo et al., 2007):

- que la NdC implica un contenido multidisciplinar, dialéctico, complejo y cambiante, notablemente diferente del carácter acabado y dogmático de los contenidos tradicionales incluidos en los currículos de ciencias y
- que el profesorado de ciencias no ha sido preparado para enfrentar esta innovación lo que torna difícil encontrar entre el profesorado una actitud plenamente positiva hacia la inclusión de la NdC en la ciencia escolar.

Surgen entonces dos nuevas preguntas: ¿qué significa trabajar en el aula de ciencias aspectos referidos a la NdC?, y ¿cómo podemos lograr esto cuando el único recurso del que disponemos a menudo es el libro de texto o manual escolar? Para responder a la primer pregunta, necesariamente tenemos que pensar en llevar al aula el concepto de ciencia, de cómo se construye y se desarrolla el conocimiento científico y qué métodos se emplean para validarlo y difundirlo, abordando cuestiones referidas a los valores y las características de la comunidad científica, y las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, entre otras (Lanzillotta y Kandel, 2014). Pero la cuestión no terminaría allí puesto que los estudiantes deberían lograr una alfabetización científica que: (a) les sirva para la vida, ya que la ciencia está presente en todas partes y en todas las actividades humanas y (b) les permita utilizar la información científica para realizar opciones que se plantean a diario al resolver problemas tanto técnicos como sociales (Garritz, 2006; Torres Salas, 2010).

La segunda pregunta nos lleva a reflexionar sobre el uso que le damos al libro de texto, siendo éste uno de los recursos más utilizados para enseñar ciencia en el nivel secundario. Según Lanzillotta y Kandel (2014), trabajar un texto implica la aceptación de una determinada imagen del mundo y de las características de la ciencia que el autor desea transmitir, ya que hace su interpretación de los hechos y de los fenómenos naturales. Estas autoras analizaron una muestra de

textos de Física de nivel secundario y encontraron que ninguno trabaja con los consensos acerca de qué es la naturaleza de la ciencia, ni con sus criterios de enseñanza.

Este abismo entre objetivos y recursos no nos debería condenar al fracaso puesto que somos los docentes de ciencias quienes podemos planificar actividades que lleven a aprovechar los manuales disponibles para trabajar contenidos relacionados con la NdC.

Curiosidad y formulación de preguntas

Lemke (2006) propone como objetivos específicos para la educación científica a lo largo de la escolarización:

- “Para los niños pequeños: apreciar y valorar el mundo natural, potenciados por la comprensión, pero sin eliminar el misterio, la curiosidad y el asombro.
- Para los niños de edad intermedia: desarrollar una curiosidad más específica sobre cómo funcionan las tecnologías y el mundo natural, cómo diseñar y crear objetos y cómo cuidar las cosas, y un conocimiento básico de la salud humana.
- Para la escuela secundaria: abrir para todos un camino potencial hacia las carreras de ciencia y tecnología, proveer información sobre la visión científica del mundo, que es de probada utilidad para muchos ciudadanos, comunicar algunos aspectos del rol de la ciencia y de la tecnología en la vida social, ayudar a desarrollar habilidades de razonamiento lógico complejo y el uso de múltiples representaciones.” (p. 5).

Según Torres Salas (2010), el proceso educativo en ciencias en el marco de las nuevas tendencias, requiere de un proceso de indagación que involucra una metodología que le permita al estudiante valorar la curiosidad científica como fuente de aprendizaje y la capacidad de análisis del mundo que lo rodea, mediante preguntas que hay que saber formular y resolver. El planteo consiste sencillamente en mantener y favorecer la curiosidad y el afán de conocimiento que es algo innato a todo ser humano que desde que nace posee una curiosidad inicial que lo lleva a explorar el medio que lo rodea (Aranega y Ruiz, 2005).

Márquez y Roca (2009) expresan que “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” (p. 63). Los estudiantes que emplean la indagación para aprender ciencias se comprometen en muchas de las actividades y procesos de pensamiento de los científicos y, en lo que se refiere a las actividades estudiantiles, los alumnos desarrollan tanto el conocimiento y la comprensión de las ideas científicas, como la comprensión de cómo los científicos estudian el mundo natural (Garritz, 2006).

Lectura de textos de manuales y formulación de preguntas

Para plantear la ciencia en el aula como proceso de indagación es posible usar, tanto en el aula como en el laboratorio, los manuales escolares en diferentes aproximaciones (National Research Council, 2000):

- emplear los manuales para plantear preguntas y describir los métodos para investigar esas preguntas, permitiendo a los alumnos descubrir relaciones que no conocían,
- usar los manuales para plantear problemas, pero los métodos y las respuestas se dejarían abiertas para que los alumnos las determinaran por sí mismos o,
- sin usar los manuales, los estudiantes confrontan los fenómenos mediante preguntas basadas en el trabajo experimental; esto implicaría que se hagan preguntas, reúnan evidencias y propongan explicaciones científicas con base en sus propias investigaciones.

En todos los casos para que los estudiantes desarrollen la habilidad de hacer preguntas, deben practicar haciendo preguntas. Sin embargo, los estudiantes en las aulas raramente tienen oportunidades para proponer sus propias preguntas por lo que sería necesario buscar oportunidades para desarrollar habilidades de investigación avanzada y para entender cómo se busca el conocimiento científico (National Research Council, 2000).

Resultados obtenidos en diversas investigaciones

Atendiendo a esta necesidad de que los estudiantes se inicien en el proceso de elaborar preguntas, presentamos a continuación una serie de propuestas que han sido desarrolladas con estudiantes de nivel secundario en clases de Ciencias Naturales. En las mismas se les ha solicitado que lean textos cortos, auténticos o con escasas modificaciones, extraídos de manuales escolares, y que formulen preguntas sobre lo que no comprendan o quieran saber acerca de los fenómenos presentados. A continuación incluimos una síntesis de los estudios realizados y los resultados obtenidos, los cuales pueden consultarse con mayor detalle accediendo a las publicaciones completas que se citan en las referencias bibliográficas.

Estudio 1: Formulación de preguntas a partir de la lectura de un texto (Mazzitelli, Maturano y Macías, 2009)

Texto: Texto referido a la investigación de Semmelweis sobre la fiebre puerperal tomado sin modificaciones de un manual de Ciencias Naturales (Aristegui et al., 1997).

Resultados:

El texto leído tiene una estructura de problema-solución y los resultados muestran que las preguntas que generaron los estudiantes con mayor frecuencia se relacionan principalmente con la definición del problema y la solución del mismo.

Los estudiantes que participaron en el estudio elaboraron generalmente preguntas poco profundas. Esto es, preguntas literales que solicitan información que se encuentra explícitamente en el texto. Si se relacionan las preguntas de los estudiantes con el rendimiento de los alumnos en Ciencias Naturales (representado por la nota promedio general anual en el área), encontramos un vínculo entre la “calidad” de las preguntas formuladas y el rendimiento de los alumnos. El análisis realizado indica que:

- los alumnos de menor rendimiento en la asignatura muestran dificultades relacionadas con la coherencia de sus producciones y una preponderancia de preguntas bastante ligadas a la base del texto.
- los alumnos de mejor rendimiento en la asignatura pudieron formular mayor cantidad de preguntas inferenciales, poco ligadas a la base del texto, especialmente en lo que se refiere a las respuestas esperadas. Esto mostraría que plantean relaciones entre la información del texto y sus conocimientos previos, lo que favorecería el aprendizaje.

Estudio 2: Formulación de preguntas a partir de la lectura de un texto que incluye imágenes (Maturano y Macías, 2009)

Texto: Texto sobre circuitos eléctricos y peligros de la electricidad extraído de Aristegui et al. (1999). El mismo incluye tres imágenes.

Resultados:

Las preguntas formuladas por los estudiantes no incluyen solamente información del texto, sino también información recuperada por el lector de sus conocimientos. Las preguntas nos informan acerca de los inconvenientes que encuentran los alumnos a partir de los elementos representados en el texto, dados básicamente por objetos, procesos y mecanismos causales. Los resultados muestran un número importante de preguntas referidas a aspectos que figuran en las imágenes que están asociadas con la información de los párrafos correspondientes del texto.

Estudio 3: Formulación de preguntas a partir de la lectura de un texto o a partir de una imagen que muestra el mismo fenómeno físico (Macías y Maturano, 2005)

Texto: Texto descriptivo redactado por consenso entre tres docentes expertos que presenta igual información que la imagen destacando algunas de las características de la misma. La redacción del texto ha sido el resultado del consenso de investigadores que describieron por escrito la ilustración.

Imagen: La ilustración, extraída de un manual escolar (Depau, Tonelli y Cavalchino, 1986), muestra un niño frente a un espejo plano que está levantando una mano y la imagen que refleja el espejo.

Resultados:

Los estudiantes para formular las preguntas crearon, en su mayoría, relaciones de tipo causal que incluyen enunciados del texto o elementos observables de la

ilustración asociados con los conocimientos que recuperan de su memoria. Surgieron en el estudio preguntas que muestran curiosidad que supera lo expresado en el texto o la ilustración que se refieren a: los espejos de aumento, los colores de la imagen, la distorsión y el campo del espejo, la combinación de espejos en ángulo, otros objetos que reflejan la luz, etc. Se destaca que la ilustración promueve relaciones más significativas que superan las generadas desde el texto. Así, los estudiantes del grupo que observó la ilustración formularon preguntas manifestando un procesamiento profundo del fenómeno físico e interés por indagar sobre variaciones en las condiciones que muestra la ilustración. Por ejemplo: cuestionan qué pasará con la imagen si no hay luz en la habitación, si se ilumina el objeto con luz de otro color que no sea blanca, si la fuente de luz de la habitación incide sobre la espalda del niño que se mira al espejo, si hay total oscuridad o si el espejo se rompe. La complejidad de las relaciones muestra un procesamiento más creativo y más profundo de la información suministrada

Reflexiones finales

En general, los estudios que hemos realizado hasta el momento nos llevan a pensar que:

- la calidad de las preguntas que formulan los estudiantes se relaciona con el nivel de comprensión del contenido científico que logran.
- cuando los estudiantes se enfrentan a un texto hay una dependencia entre las preguntas y las proposiciones que provee el mismo, que los lleva muchas veces a plantear preguntas literales y poco curiosas; mientras que a partir de las ilustraciones recurren a procesos cognitivos más complejos que implican la construcción de proposiciones de manera más creativa desde la imagen para formular las preguntas.
- la formulación de “buenas preguntas”, que promuevan procesos inferenciales, no se produce espontáneamente en la totalidad de los estudiantes por lo que se necesitaría proponer con frecuencia esta actividad en el aula de ciencias para favorecer la curiosidad y el interés.

Enseñar a los estudiantes a hacer buenas preguntas no es una tarea fácil porque las mismas surgen de la realización de inferencias y de una comprensión profunda. Márquez y Roca (2009) sostienen que, si bien no hay recetas para plantear buenas preguntas, sería recomendable que las preguntas que se formulen: no conduzcan a respuestas de la forma si/no; no favorezcan la reproducción sino que involucren las propias ideas y promuevan la elaboración de un discurso, que impliquen que el alumno deba aplicar la teoría para resolver situaciones cotidianas, entre otros.

Graesser et al. (2005) proponen enseñar a los estudiantes a preguntarse mientras leen información acerca de un evento o fenómeno natural “X” cualquiera: “¿por qué

ocurre X?”, “¿cómo ocurre X?”, “¿cuál es el proceso?”, “¿cuáles son las fases del proceso?”, “¿qué sucedería si ocurriera X?”, “¿qué sucedería si X no ocurriera?”, “¿por qué el autor dice X?”, “¿qué pruebas sustentan la afirmación X?” y “¿entonces qué?”.

En síntesis, aprender a formular buenas preguntas podría no sólo favorecer la comprensión lectora y el aprendizaje de las ciencias sino también contribuir a que los estudiantes se involucren en una tarea propia de la naturaleza de la ciencia: formularse preguntas curiosas y desafiantes sobre el mundo que nos rodea, sobre las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad y sobre la imagen de la ciencia y los científicos. Los docentes no debemos temer a no tener todas las respuestas a las preguntas de los estudiantes, sino solamente debemos estar dispuestos a acompañarlos, guiándolos en la búsqueda de dichas respuestas a la vez que fomentamos la formación de actitudes hacia la ciencia escolar que tengan presente que ciencia, cuestionamiento y creatividad van de la mano.

Referencias bibliográficas

- Acevedo Díaz, J. A., Vázquez Alonso, Á., Manassero–Mas, M. A. y Acevedo-Romero, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 4(1), 42-66.
- Aránega Jiménez, R. y Ruiz Corbella, M. (2005). Indagar en el entorno cotidiano: clave para la formación científica de los educadores. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra, V Congreso*, 1-4.
- Aristegui, R. et al. (1997). *Ciencias Naturales 8*. Buenos Aires: Santillana.
- Depau, C., Tonelli, L. y Cavalchino, A. (1986). *Elementos de física y química*. Buenos Aires: Plus Ultra.
- Garritz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista Iberoamericana de educación*, 42, 127-142.
- Graesser, A.C., Olde, B., Pomeroy, V., Whitten, S., Lu, S. y Craig, S. (2005). Inferencias y preguntas en la comprensión de textos científicos. *Tarbiya*, 36, 103-128.
- Lanzillotta, S. A. y Kandel, C. (2014). La naturaleza de la ciencia en los libros de texto: una mirada epistemológica, retórica y didáctica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 26, 373-379.
- Lemke, J. L. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, 24, 5-12.
- Macías, A. y Maturano, C. (2005). Las representaciones mentales de los estudiantes a partir de un texto y de una ilustración referidas a un mismo

fenómeno físico. *Enseñanza de las ciencias Número Extra V Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias* (Granada, España), 1-5. Disponible en:

http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp413repmen.pdf

- Márquez Bargallo, C. y Roca Tort, M. (2009). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Revista educación y Pedagogía*, 18(45).
- Maturano, C. y Macías, A. (2009) ¿Qué preguntas formulan los estudiantes a partir de la lectura de un texto sobre los dispositivos de seguridad domiciliaria? *VIII Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias* (Barcelona, España), 50-53. Disponible en: http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2009nEXTRA/edlc_a2009nExtrap50.pdf
- Mazzitelli, C. A., Maturano, C. y Macías, A. (2009). Análisis de las preguntas que formulan los alumnos a partir de la lectura de un texto de Ciencias. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 8(1), 45-57. Disponible en: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART3_Vol8_N1.pdf
- National Research Council (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington DC: National Academy Press.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. y Duschl, R. (2003). What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of research in science teaching*, 40(7), 692-720.
- Torres Salas, M. I. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónica Educare*, 14(1), 131-142.

Curriculum breve de las autoras:

Maturano, Carla Inés

Profesora de Enseñanza Media y Superior en Física. Especialista en docencia universitaria. Docente en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNSJ). Directora del proyecto “La lectura y la escritura en las clases de Ciencias Naturales” en el Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales. Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes (UNSJ).

Mazzitelli, Claudia Alejandra

Doctora en Educación (FFyL-UNCuyo) y Profesora de Enseñanza Media y Superior en Física (UNSJ). Miembro de la Carrera del Investigador del CONICET.

Directora del proyecto “Aportes desde una perspectiva psicosocial para el mejoramiento de la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales” (UNSJ).
Profesora titular de cátedras de Formación Docente (FFHA-UNSJ).