

Pistas para pensar el libro verde en el aula

Equipo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias Naturales
Dpto. de Investigación Educativa de QUEHACER EDUCATIVO.

En este número damos inicio a la publicación de una serie de aportes que pretenden ser *pistas para pensar el quehacer del científico al aula*: textos de reconocidos didactas para profundizar en el marco teórico, y probadas actividades prácticas que nos ayudarán a diseñar nuevas intervenciones.

Creemos pertinente comenzar por profundizar en la concepción de ciencia, ya que de nuestra representación dependerá en gran parte la de nuestros alumnos.

Para quienes nos formamos considerando que la ciencia es un cuerpo organizado de conocimientos obtenido a través del método científico, ciertas afirmaciones en distintos capítulos del libro nos desafían: «*La ciencia escolar suele transmitir una imagen de ciencia académica del pasado*» (en Adúriz-Bravo y Ariza, 2013:13); «*[...] las ciencias suponen un cuerpo de conocimientos y un territorio epistemológico*» (Dibarboure, 2013:24); «*Tanto la ciencia escolar como la mayoría de la población tienen una concepción de ciencia tradicional: neutral, objetiva, no problemática, que descubre por experimentación, que llega a un conocimiento verdadero*»; «*Se impone la necesidad de introducir (...) una ciencia que supone que hay criterios de validez evolutivos, consensuados, que admite que las ciencias naturales no tienen la verdad sobre el mundo real, sino modos potentes y rigurosos de pensar el mundo*» (Márquez, 2013:42).

¿Por qué se ha producido este cambio? ¿Cómo introducirlo en nuestras aulas? ¿Por qué hacerlo? Son algunas de las preguntas que reclaman nuestra reflexión.

Si como transcriben Achigar y de Paula (2013:112) de Adúriz-Bravo (2011), la ciencia es «*una actividad profundamente humana que pretende dar respuestas inventivas y provisionarias a un cierto tipo de inquietudes sobre el mundo; las preguntas y las respuestas propuestas están guiadas por finalidades y valores y permiten intervenir activamente sobre la realidad a gran escala*», debemos comenzar por entender la diferencia para procesar el cambio, tarea por cierto nada sencilla.

¿Qué significa pensar la ciencia como actividad humana? ¿Y el conocimiento científico como una respuesta inventiva y provisionaria, guiado por finalidades y valores?

Para encontrar respuesta a estas y otras preguntas compartimos con los colegas algunos pasajes del artículo de Izquierdo y otras (1999), “Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales”.

Las autoras basan su propuesta en aportes provenientes de la Filosofía, la Historia y la Sociología de la ciencia.



«La filosofía de la ciencia se había ocupado tradicionalmente de la justificación del conocimiento científico, pero en la actualidad su interés se ha centrado en cómo hacen ciencia los científicos reales: se ha pasado de considerar que la ciencia es un conjunto organizado y validado de conocimientos que explican como es el mundo en que vivimos a creer que la ciencia es un tipo de actividad humana y, por ello, compleja y difícil de describir.» (Izquierdo y otras, 1999:47)

«[...] cuando centramos el conocimiento científico en sus propios agentes (personas e instituciones) nos damos cuenta de que el conocimiento científico incluye muchos aspectos diferentes y que deberíamos hablar más bien de “actividad científica”: elaborar conocimiento justificado es uno de los aspectos de esta actividad, pero no es el único. Y para comprender cómo se produce la actividad científica no nos basta la epistemología (que se ha ocupado tradicionalmente de la justificación de las teorías) sino que nos es necesaria también una axiología. En efecto, es el sistema de valores de un grupo humano (como lo es la comunidad científica, en nuestro caso) el que permite decidir qué es lo que está bien y qué es lo que está mal y establecer las reglas de juego que van a hacer posible razonar y juzgar.» (ibid., p. 46)

Como primera consecuencia de este enfoque resulta inaceptable, entre otros, el modelo empirista; las teorías no se elaboran inductivamente a partir de la observación y la experimentación, sino que «se condicionan de tal modo que resultan difícilmente separables». También queda cuestionado el modelo racionalista que muestra «que todo experimento se diseña y se realiza en un determinado marco teórico, del cual se deduce el resultado experimental» (ibid., p. 47).

Por otra parte señalan que «el estudio histórico de la actividad científica mostró que los científicos se comportan de forma diferente a como se supone que deberían hacerlo, de manera que su trabajo no siempre es ejemplo del “método científico” tradicional y, por ello, la construcción de las ideas científicas no siempre puede identificarse a una actividad racional» (ibid.).

Completan su fundamentación con el siguiente argumento, «las ciencias sociales y de la comunicación han puesto ahora en evidencia la influencia de los factores sociales en la emergencia del conocimiento científico» (ibid.).

Llegan así a destacar que «como todas las acciones humanas, las que conducen a la creación de conocimiento científico dependen de todas las variables que influyen en las producciones humanas, y muy especialmente del sistema de valores del grupo humano que las protagoniza. También los modelos teóricos, e incluso los temas a investigar, se inspiran en los valores estéticos, éticos, pragmáticos... y pueden despertar interés en unas circunstancias concretas; pero este interés puede decrecer o perderse totalmente en otras» (ibid., p. 48).

Hasta aquí las razones que nos permiten comprender por qué la ciencia pasa a ser considerada como una actividad humana que da respuestas provisionales a problemas valorados como tales circunstancialmente. Sin embargo nos queda una idea a dilucidar: las respuestas que la ciencia pretende dar son inventivas, esto nos lleva a reflexionar sobre la relación entre el conocimiento científico y la realidad.

La actividad científica característica es la construcción de teorías.

«Las teorías son las representaciones mentales específicas de los científicos, lo más propio e importante del conocimiento científico. Están formadas por modelos teóricos y por dominios de hechos y fenómenos; entre unos y otros se establecen relaciones de similitud que se desarrollan gracias a la formulación de hipótesis, que son contrastadas con la realidad experimental para poder ser aceptadas. Los científicos elaboran modelos teóricos de manera imaginativa, para conseguir que sugieran o muestren las características generales de determinadas agrupaciones de fenómenos. Las hipótesis teóricas son algo así como predicciones de lo que pasaría si el modelo fuera adecuado a los fenómenos en los que se está interviniendo experimentalmente; es a partir

de ellas que pueden diseñarse experimentos para poner a prueba el modelo teórico. Es decir, los modelos teóricos pueden explicar el mundo y prever su comportamiento gracias a las hipótesis teóricas que los vinculan a los fenómenos...»¹ (ibid., pp. 47-48)

Esperamos que la selección de textos realizada sirva para la reflexión y el consiguiente convencimiento de que hoy la ciencia es considerada como una tarea “colectiva”; “humana”; “contextualizada, inmersa en la sociedad con quien mantiene complejas relaciones”; “que crea modelos explicativos”; “por variadas metodologías”; “su producto son respuestas tentativas, abiertas, falibles”; “coherentes globalmente”; que se elaboran como “respuesta a problemas de la realidad” (en Achigar y de Paula; 2013:113).

¿Ciencia o pseudociencia? Aprender a diferenciar

Sylvia Ithurralde | Maestra. Diploma superior en “Currículo y prácticas en contexto” (FLACSO).
Coordinadora general del Equipo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias Naturales.

Para pensar algunas de las consecuencias que esta conceptualización de ciencia tiene en la enseñanza de la ciencia escolar, les proponemos considerar «el planteamiento de cuestiones sobre la ciencia [...] Tales cuestiones permitirían reflexiones ricas sobre la naturaleza de la ciencia [...] Sobre la estructura de la ciencia: ¿Qué diferencia a la ciencia de las pseudociencias que circulan en los medios de comunicación masivos?» (Adúriz-Bravo y Ariza, 2013:16).

Por supuesto, el Área del Conocimiento de la Naturaleza no incluye las pseudociencias; sin embargo, varios contenidos posibilitan su análisis. Si nuestro propósito es lograr una real alfabetización científica, no debemos eludir el reflexionar sobre ellas, máxime si tenemos en cuenta su importante presencia en los medios.

Seleccionamos dos contenidos de Astronomía del Programa de Educación Inicial y Primaria. Año 2008: “La traslación de la Tierra” en Tercer grado y “Las constelaciones” en Cuarto grado. Ambos permiten a nuestros alumnos comenzar a reflexionar sobre el hacer de la ciencia y de la pseudociencia.

¿Cuál es la diferencia entre el hacer del astrónomo y del astrólogo? ¿Por qué la astronomía es considerada una ciencia y la astrología una pseudociencia? ¿Cuándo un conocimiento es científico y cuándo no? ¿Cómo diferenciar uno de otro? Las respuestas nos llevan a uno de los campos de problemas de la epistemología, el de las metodologías científicas.

Al planificar la enseñanza, tanto de la traslación de la Tierra como de las constelaciones, debemos incluir el Zodíaco; son estas constelaciones las que nos abren la puerta a la astrología.

¿Por qué necesitamos referirnos al Zodíaco?

Pensemos primero en el contenido: la traslación de la Tierra, ¿cuáles son los conocimientos

¹ Los destacados son nuestros.

de nuestros alumnos? Si consideramos los contenidos de grados anteriores: “El cielo diurno y nocturno” (Cuatro años); “El movimiento aparente diario del sol/El día y la noche” (Cinco años); “El Sistema Tierra-Sol” (Primer grado). Ellos conforman el conjunto de fenómenos a ser explicados. Debemos diseñar una actividad que introduzca el modelo Tierra-Sol y, a partir de allí, elaborar hipótesis explicativas de estos conocimientos confirmando si el modelo es o no adecuado.

Parece pertinente introducir un modelo concreto; los niños representarán el Sol, la Tierra y las estrellas. La actividad en sí será resuelta por cada docente, pero parece más adecuado comenzar por representar, al igual que sucedió históricamente, el modelo heliocéntrico que, por otra parte, es el que parece corresponder a sus experiencias. Así se dispondrá del “alumno Tierra” quieto en el centro, con un “alumno Sol” girando a su alrededor y varios “alumnos estrellas” dispuestos en distintos lugares. Es interesante dejar que “las estrellas” se ubiquen libremente; ¿se disponen alrededor formando un círculo?, ¿o en una única zona?; ¿todas a igual distancia de la Tierra?; ¿quieren asignarle movimiento? Hasta aquí nada parece ser diferente a lo usual. Pensemos las intervenciones desde el enfoque propuesto. Se trata de elaborar dentro del modelo, hipótesis que permitan explicar un conjunto de fenómenos. Si la Tierra está quieta, si el Sol gira a su alrededor, ¿podemos explicar el cielo diurno?, ¿el cielo nocturno?, ¿la sucesión del día y de la noche?

Es fundamental que los alumnos argumenten porque: *«Hablar, discutir y escribir sobre los fenómenos en los que se puede intervenir puede considerarse el método para la construcción de la ciencia escolar»* (Izquierdo y otras, 1999:52). ¿Qué es lo que no podemos explicar con ese modelo? Quizás aquí el docente deba plantear una interrogante que los lleve a reflexionar, por ejemplo: ¿Cuáles son los “niños estrellas” que podrían ver durante la noche?, ¿siempre verían a los mismos?, ¿y a los otros?, ¿el cielo nocturno del verano es igual al del invierno?

Para poder explicar la presencia de diferentes constelaciones a lo largo del año es necesario modificar el modelo, colocar el Sol en el centro y la Tierra girando alrededor.

Se reitera el trabajo, la elaboración de hipótesis dentro del nuevo modelo, que permita

explicar la presencia de diferentes estrellas en el cielo nocturno a lo largo del año. Cabe acotar que este nuevo modelo no explica la sucesión del día y la noche, requiere incluir el movimiento de rotación de la Tierra conjuntamente con su traslación. La rotación no está explicitada como contenido programático.

Es imprescindible diseñar una actividad en la que los alumnos expliciten el camino recorrido: los fenómenos seleccionados para comprender, la creación de un modelo, su puesta en funcionamiento, si pudieron o no explicar o predecir los fenómenos.

El profesor Gabriel Otero² nos sugirió una actividad similar, pero usando una plaza.

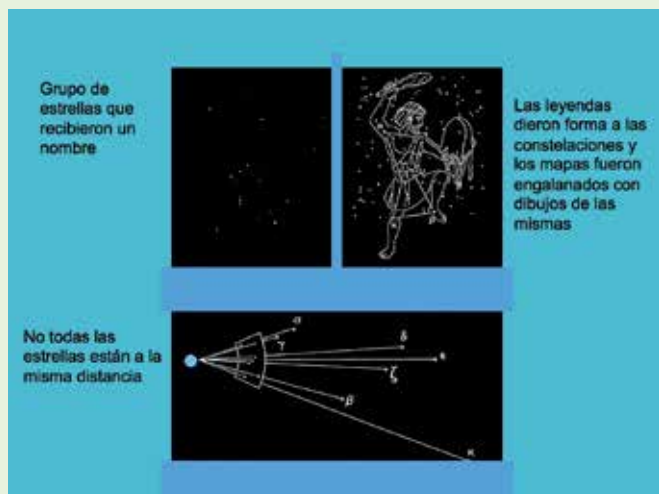


Las plazas generalmente tienen un elemento central, monumento o fuente, que representará el Sol; los distintos edificios que bordean la plaza serán las estrellas; cada esquina de la plaza indica el comienzo de una estación. Los niños, la Tierra, dan la vuelta a la plaza representando la traslación de la Tierra, y diferenciando los “edificios estrellas” que pueden ver en la noche, de los que no pueden ver durante el día por la luz del Sol. Esa franja de “edificios estrellas” conforma el Zodíaco, llamado así por Aristóteles.

² La primera diapositiva de este artículo pertenece a su presentación “Los ciclos naturales I”, y las dos siguientes a “El cielo estrellado”.

El Zodíaco es, para la astronomía, una zona de la esfera celeste que comprende el plano de la eclíptica, el plano de la órbita terrestre, en la en la que se proyectan el Sol, la Luna y los planetas en su movimiento aparente a lo largo del año. En sus orígenes, siglo II a. C., fueron identificadas doce constelaciones, hoy son trece. ¿Qué cambió? Sugerimos ver en *YouTube* el video “Monólogo de Astrología”³, realizado por una astrónoma del Instituto de Astrofísica de Canarias, España. Su visionado o no con los alumnos será decisión del docente.

Pasemos ahora al contenido de Cuarto grado: “Las constelaciones”. Las constelaciones son un grupo de estrellas que se encuentran en el mismo lugar del cielo, pero no están relacionadas ni física ni gravitacionalmente.



Su origen se remonta a los pueblos antiguos; en ellos cumplían fines sociales, transmitían valores y enseñanzas; fines religiosos, daban señales a los hombres; y fines prácticos, al relacionar su aparición en el cielo con ciertas tareas agrícolas o al usarse como orientación en los viajes comerciales.

En la actualidad, la Unión Astronómica Internacional reconoce 88 constelaciones.

Los límites de las constelaciones se fijan desde 1930, por meridianos y paralelos celestes, pasando las figuras a un segundo plano



Un abordaje histórico, al ambientar la razón de ser de las constelaciones, aportará otros insumos a nuestro propósito de diferenciar el conocimiento científico del que no lo es.

De la selección de lecturas que el docente realice dependerá la diferenciación entre “una respuesta inventiva” que explique ciertos fenómenos, y una creación arbitraria. Los mismos grupos de estrellas conforman distintas constelaciones, con diferente significado según las culturas.

Cualquiera sea la secuencia de actividades a realizar, con uno u otro de los contenidos que hemos seleccionado, nos encontraremos con las constelaciones del Zodíaco. La franja celeste que las contiene está dividida en 12 secciones de 30°, cada una recibe el nombre de la constelación que estaba situada dentro de sus límites en el siglo II a. C. Debido a la precesión de los equinoccios sobre la eclíptica, un ciclo de 26.000 años, hoy nada coincide. Se da un retroceso de aproximadamente 1° cada 70 años, han transcurrido más de 2100 años, por lo que el corrimiento es de 30°, ¡Aries está en la constelación de Piscis!

Nos interesa que nuestros alumnos reflexionen sobre las características del conocimiento que relaciona la fecha de nacimiento con los rasgos de la personalidad o que predice los sucesos del día de acuerdo al signo zodiacal. En particular sobre cómo se elabora ese conocimiento y cómo se valida.

Así se pueden diseñar actividades en las que, a partir de la idea de que los signos zodiacales predicen los rasgos de personalidad de los nacidos en cada signo, los niños indaguen su validez explicativa. El docente podrá leer los rasgos

³ En línea: http://www.youtube.com/watch?v=wS_edDrTzkw

de los nacidos bajo cierto signo, sin decir a la clase cuál es el signo que eligió; los niños irán identificando compañeros que responden a esas características; se cotejarán luego sus fechas de nacimiento con las del período del signo, se analizarán las coincidencias y los disensos.

Una tarea similar puede hacerse comparando horóscopos obtenidos de distintas fuentes para un mismo signo y día. ¿Es posible determinar su certeza? ¿Cómo explicar las diferencias?

Si bien estas actividades cuestionan la validez, poco dicen sobre el proceso de elaboración. Para ello recomendamos unos videos de Carl Sagan, “Armonía de los mundos”⁴ o “Astronomía y Astrología”⁵. La información que brindan permite elaborar una tabla comparativa entre el conocimiento astronómico y el astrológico.

Si volvemos a nuestro libro verde, en el capítulo 17, “¿El pez por la boca muere? El hacer de la ciencia contado por sus autores”, se transcribe parte de la ponencia del Dr. Gonzalo Tancredi, “¿Cómo investigamos los astrónomos?”, presentada en el *I^{er} Foro sobre Ciencia y Escuela: “Buscando coherencias entre contextos”*. Allí desarrolla la observación como una de las metodologías para la investigación astronómica. Acercar ese texto a los niños, coordinar una visita al Observatorio Astronómico Los Molinos o entrevistar al Dr. Tancredi serán recursos importantes para ir diferenciando la actividad científica de las pseudociencias. 

Bibliografía

ACHIGAR, Marlene; DE PAULA, Selva (2013): “Y... ¿qué ciencia representan? Cómo analizarla en los dibujos” (Cap. 10) en A. Adúriz-Bravo; M. Dibarbouré; S. Ithurrealde (coords.): *El quehacer del científico al aula. Pistas para pensar*, pp. 111-124. Montevideo: FUM-TEP/Fondo Editorial QUEDUCA.

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín (2011): “Ciencia, currículo y prácticas de enseñanza”. Conferencia en el *I^{er} Foro sobre Ciencia y Escuela: “Buscando coherencias entre contextos”*, Montevideo (Organizador: Equipo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias Naturales de la Revista *QUEHACER EDUCATIVO*).

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín; ARIZA, Yefrin (2013): “Las imágenes de ciencia y de científico. Una puerta de entrada a la naturaleza de la ciencia” (Cap. 2) en A. Adúriz-Bravo; M. Dibarbouré; S. Ithurrealde (coords.): *El quehacer del científico al aula. Pistas para pensar*, pp. 13-20. Montevideo: FUM-TEP/Fondo Editorial QUEDUCA.

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín; DIBARBOURE, María; ITHURRALDE, Sylvia (coords.) (2013): *El quehacer del científico al aula. Pistas para pensar*. Montevideo: FUM-TEP/Fondo Editorial QUEDUCA.

ANEP. CEP. República Oriental del Uruguay (2009): *Programa de Educación Inicial y Primaria. Año 2008*. En línea: http://www.cep.edu.uy/archivos/programaescolar/Programa_Escolar.pdf

DIBARBOURE, María (2013): “Enseñar a los niños ‘esa cosa llamada ciencia’. Pensar la enseñanza desde el aprendizaje” (Cap. 3) en A. Adúriz-Bravo; M. Dibarbouré; S. Ithurrealde (coords.): *El quehacer del científico al aula. Pistas para pensar*, pp. 21-37. Montevideo: FUM-TEP/Fondo Editorial QUEDUCA.

IZQUIERDO, Mercé; SANMARTÍ, Neus; ESPINET, Mariona (1999): “Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales” en *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, Vol. 17, N° 1, pp. 45-59. En línea: <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v17n1p45.pdf>

MÁRQUEZ, Miriam (2013) “Una mirada al espejo retrovisor. Antecedentes de nuestra investigación” (Cap. 4) en A. Adúriz-Bravo; M. Dibarbouré; S. Ithurrealde (coords.): *El quehacer del científico al aula. Pistas para pensar*, pp. 39-44. Montevideo: FUM-TEP/Fondo Editorial QUEDUCA.

TANCREDI, Gonzalo; TORIÑO, Pablo; CONDE, Daniel (2013): “¿El pez por la boca muere? El hacer de la ciencia contado por sus autores” (Cap. 17) en A. Adúriz-Bravo; M. Dibarbouré; S. Ithurrealde (coords.): *El quehacer del científico al aula. Pistas para pensar*, pp. 183-198. Montevideo: FUM-TEP/Fondo Editorial QUEDUCA.

⁴ En línea: <http://www.youtube.com/watch?v=RUUpHQHloc0>

⁵ En línea: <http://www.youtube.com/watch?v=zYeeXBASjPs>