

Pensando en la enseñanza y sus dificultades

María Dibarboure

«Lo que la ciencia nos proporciona no es un saber que se puede conseguir con la simple experiencia... sino que se debe ofrecer mediante una enseñanza cuidadosamente programada porque las escuelas siguen siendo el principal agente de reproducción cultural.»

J. Osborne

Enseñar ciencias en la escuela con los enfoques actuales no es sencillo. Trabajar con lo cotidiano, formular problemas que sean significativos, trasponer conceptos complejos con el mayor respeto disciplinar, priorizar la explicación por encima de la descripción, estimular habilidades de pensamiento.

Tenemos la impresión, como en otros órdenes de la vida, que si reconocemos las dificultades y conocemos la naturaleza de las mismas podríamos, en principio, pensar en estrategias para superarlas.

Esto, siempre que estemos convencidos del 'por qué' de la ciencia escolar y, por tanto, del sentido de tal esfuerzo.

Sobre las dificultades

Dificultades que surgen de la naturaleza de la propia ciencia... porque las cosas no son lo que parecen

No es sencillo mirar el cielo una noche estrellada y asumir que la mayoría de las estrellas que vemos ya no está, que han *muerto* hace miles de años; tampoco es sencillo aceptar que aquello que desde pequeños hemos percibido como materia sólida y maciza, está constituido más por huecos que por materia, y que todo está formado por entidades que no se ven; no resulta fácil comprender que para no tener una enfermedad, nos introducen como vacuna el germen que la provoca. ¿Quién diría que una bola echada a rodar continuará así para siempre? La genialidad de Galileo consistió en

suprimir mentalmente los efectos de la fricción, imaginando una bola rodando sobre una superficie cuidadosamente pulida, sin rozamiento alguno. Estamos hablando de una situación prácticamente imposible.

Podríamos seguir enunciando más aspectos vinculados con el decir de la ciencia y nuestra percepción, pero creemos que estos son suficientes para iniciar nuestro análisis de por qué hay dificultades que están asociadas a la propia naturaleza de este saber.

El conocimiento científico se expresa en términos de teoría, de modelos, que la comunidad científica elabora haciendo uso de la lógica, de la deducción, pero también de la imaginación. Enunciados que involucran conceptos de física como fuerza, energía y tantos otros, no son sino construcciones, no existen como tales, sino como entidades abstractas que permiten mirar, medir, explicar ciertos fenómenos.

Aun así, lo hemos manifestado reiteradamente, somos partidarios de iniciar cuanto antes ese recorrido al que nos invita la ciencia. Porque el pensamiento científico no aparece espontáneamente en el desarrollo cognitivo de los seres humanos.

Dificultades que surgen de nuestras ideas sobre el mundo... el problema de imaginar lo que imaginaron otros

¿Por qué nos llama la atención el problema de las estrellas o de la materia? Porque creemos en lo que percibimos.

Desde pequeños nos vamos armando una imagen del mundo, guiada por la experiencia. Esa imagen se sostiene con ideas que se han ido consolidando en la medida en que han funcionado. Al estudiarlas y caracterizarlas se ha visto que son intuitivas, estables, consistentes, que siguen una lógica debido a su uso y que, en general, no somos concientes de que las tenemos. Estas ideas se constituyen según algunos autores, Pozo entre otros,

en verdaderas teorías de carácter implícito, que tendrían su origen en las restricciones que tanto el funcionamiento del sistema cognitivo como la propia cultura imponen a la representación del mundo (Pozo, 2002).

Aceptar la idea de que nuestras representaciones del mundo se organizan en teorías es asumir que las mismas son abstractas, coherentes y causalmente eficaces. El éxito de estas ideas en la vida cotidiana se basa en reglas asociativas simples, intuitivas, de pensamiento causal; es un conocimiento que tiene mucho uso y una fuerte relación con la vida y que, además, viene perpetuado y mantenido por la cultura (Pozo; Gómez Crespo [1998]).

Investigadores de distintos lugares han estudiado lo referente a estas ideas intuitivas en diferentes culturas, y en términos generales han podido encontrar que hay mucha coincidencia en las representaciones que se obtienen de los niños, más allá del lugar y la cultura. Esto es particularmente interesante y alienta el supuesto de que dichas ideas derivan de la percepción. Ningún niño dirá, si no está de algún modo instruido, que es la tierra la que se mueve y no el sol. No importa de qué niños estemos hablando, ellos manifestarán que es el sol el que se mueve.

¿...y la dificultad?

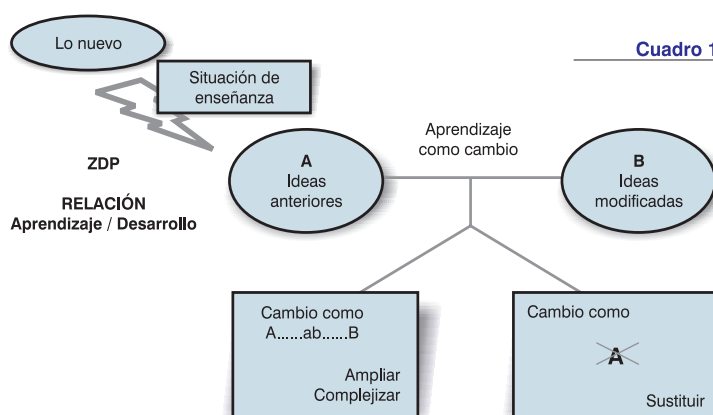
La dificultad viene de la mano de considerar que esas ideas son difíciles de modificar. Mientras el conocimiento cotidiano es intuitivo, implícito y basado en la relación causa-efecto, el conocimiento científico es complejo, explicativo y exige la construcción de modelos que nada tienen que ver con la realidad perceptual. Supone ir de los datos a la construcción de los hechos, experimentar con ellos y elaborar teorías explicativas. Todo ello, usando metodologías propias del quehacer científico, que también habrá que aprender. Además, por si fuera poco, están nuestras ideas como obstáculos para la adquisición de nuevas.

Hay mucho investigado en relación a la naturaleza de estas ideas, llamadas preconcepciones o ideas previas, y de lo que se da en llamar el cambio representacional o conceptual. Dada la variedad de trabajos de investigación e interpretaciones de los mismos, los que a su vez dan lugar a concepciones o posturas también variadas al respecto, planteamos, en las referencias bibliográficas, una bibliografía específica para profundizar sobre este punto.

Algo más sobre nuestras ideas sobre el mundo...

En los últimos años, diversos autores y desde perspectivas distintas han venido manteniendo que las personas utilizamos ciertas *teorías personales*, generalmente implícitas y de sentido común, para interpretar lo que sucede a nuestro alrededor. Estas teorías parecen ser características de los sujetos *novatos* en un área y difieren de las teorías mantenidas por los *expertos* -que, en el caso de la ciencia, serían las teorías científicas- no solo en el contenido en sí mismo, sino también en su organización y en su propia naturaleza.

Mirado así, el aprendizaje científico y el desarrollo cognitivo que este implica, pueden concebirse, al menos en parte, como un proceso de cambio de las teorías personales implícitas por otras teorías explícitas y científicas. (Ver Cuadro 1)



El presente cuadro muestra, a modo de resumen, algunas de las ideas mencionadas.

Todo sujeto en situación de aprender tiene ideas anteriores, vinculadas o no con el dominio de las nuevas ideas a las que se va a enfrentar. Con esas ideas “activadas o no” participa de la situación de enseñanza que le ofrecerá, en mayor o menor grado, la posibilidad de que se produzcan cambios en ese entramado de ideas.

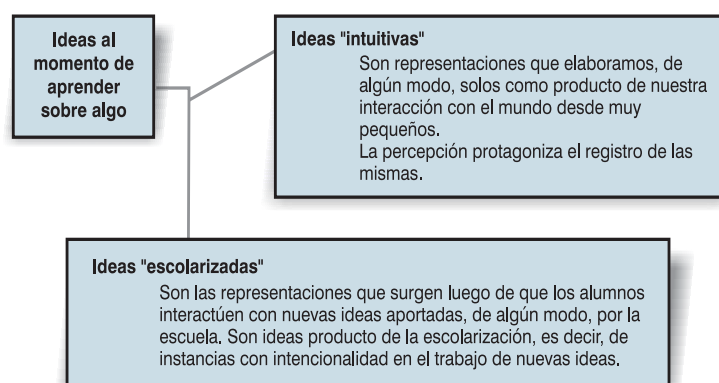
A nuestro parecer podríamos simplificar las diferentes versiones del cambio conceptual en dos grandes grupos.

► **Que el cambio no sea en calidad -en naturaleza- sino en extensión y profundidad.** Es lo que la escuela, en muchos casos, hace el esfuerzo por que ocurra; es cuando se busca que, por aproximaciones sucesivas, los alumnos, a lo largo de la escolaridad, complejicen sus saberes. (Por ejemplo, la concepción de ser vivo desde inicial a 6to).

- **Que el cambio sea en *calidad*** y suponga una dimensión diferente, hay un cambio *al estilo revolución*. Es cuando *se cambia radicalmente la idea madre* por otra que es sustituida. Es sobre este bloque que los especialistas discuten sobre las *posibilidades reales* de cambio. (Por ejemplo, *las plantas no respiran al revés*).

Lo que muestra el cuadro, también, es que esta mirada del aprendizaje como cambio supone atribuirle a la situación de enseñanza el papel de *provocador* de dichos cambios. Hay una acción intencional y la especificidad de los aprendizajes buscados es diferente a otros aprendizajes.

Cuadro 2



También a modo de síntesis y desde la perspectiva de las ideas que los aprendices tienen al momento de interactuar con el objeto de enseñanza, podríamos establecer dos grandes grupos como lo muestra el Cuadro 2.

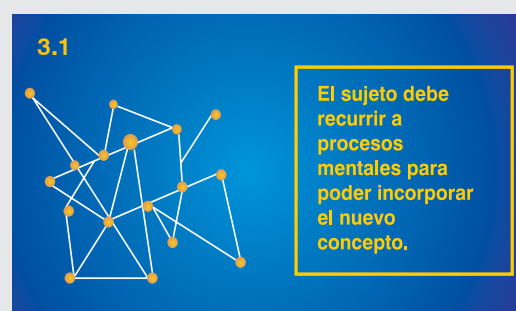
- **Ideas "intuitivas"** - Las representaciones del mundo que surgen de nuestra percepción y con las cuales nos movemos en él, que como vimos tienen tiempo con nosotros y son particularmente funcionales y las ideas que surgen de la escolarización. En cuanto a las primeras, que llamamos "intuitivas", ya Bachelard hablaba sobre ellas en el año 48 cuando decía «*el espíritu científico debe formarse en contra de la Naturaleza, en contra de lo que es, dentro y fuera de nosotros*». En su libro, Bachelard enuncia como su primer obstáculo, *la experiencia primera y básica*. Rescatamos esa idea y la ampliamos, considerando que en relación a los fenómenos

físico-naturales, no importa la nacionalidad de los niños, las ideas serán casi las mismas. La materia se considerará continua, los objetos se mueven porque algo los empuja, la tierra está quieta y es el sol el que se mueve a su alrededor, etc. (Driver; Guesne; Tiberghien [1992]).

- **Ideas escolarizadas** - Estas ideas pueden ser científicamente adecuadas o erróneas. A los efectos del análisis nos detendremos en las erróneas.

Uno, como docente, estaría tentado a creer que *se enseñó con errores*. Es más, durante mucho tiempo se creyó fuertemente en esta idea. Los enfoques constructivistas de estas últimas décadas nos permiten interpretar que esa no es la única manera de explicar esas ideas erróneas. Para profundizar sobre este punto necesitamos adoptar como premisa de partida un modelo de la mente (ver serie de imágenes 3)¹ que nos permita interpretar y buscar estrategias para enseñar, con la finalidad de mejorar la calidad de los aprendizajes (ver Cuadro 4). Ambos aspectos se proponen en forma de cuadros a los efectos de hacer más ágil su lectura.

La imagen 3.1 muestra una posible representación del modelo de la mente en términos conceptuales. Como se ve, el modelo tiene un cierto parecido con lo que podría ser una red de neuronas conectadas. Los nodos serían los conceptos y las líneas, las relaciones entre ellos.

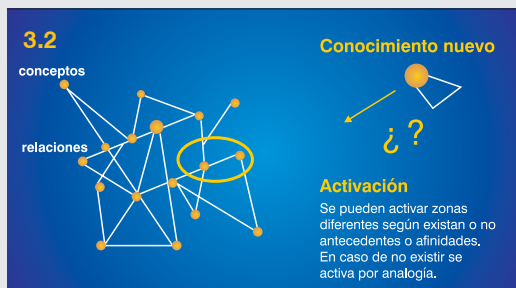


Esta representación nos permite ver, entre otras muchas cosas relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje, que la diferencia entre un experto y un novato está en la complejidad de estas redes, tanto en la densidad conceptual como en el entramado de las relaciones. Desde este modelo, cuantos más elementos estén en la red y cuantas más relaciones se puedan establecer entre ellos, más oportunidad tenemos de aprender.

¹ Tener presente que lo que se muestra en las imágenes 3.1 y 3.2 son representaciones elaboradas a partir de una interpretación personal referida al concepto de redes semánticas. Como todo modelo, no quiere decir que sea así; es tan solo una manera de entender lo que ocurre y poder explicarnos aspectos que, a los efectos de nuestros fines -que son la enseñanza y el mejoramiento de los aprendizajes de los niños- no podríamos hacer de otro modo.

«Para Ausubel, aprender es sinónimo de comprender. Lo que se comprende será lo que se aprenderá mejor porque quedará integrado en nuestra estructura de conocimiento.»

Mario Carretero (1999): *Constructivismo y educación*. Buenos Aires: Editorial Aique



Sin pretender distraernos de nuestros propósitos, el modelo permite entender por qué los niños no aprenden lo mismo en el mismo momento. Cada sujeto en situación de aprender incorporará o no a su red el nuevo conocimiento, de acuerdo a su propia red. Cada uno tendrá una zona de ingreso diferente, porque su motivación (activación) será diferente.

Volviendo a los problemas de enseñanza, en la enseñanza de las ciencias, analicemos el Cuadro 4.

Cuadro 4

Ideas erróneas que surgen de la escolarización

4.1.- Porque se traspone un saber con error conceptual y así se incorpora a la red semántica.

4.2.- Porque se traspone un saber correcto, pero la situación de enseñanza favorece una comprensión errónea.

Ningún docente está libre alguna vez de trabajar un concepto que, desde la disciplina, esté equivocado. En el caso de las ciencias, además, en muchos aspectos la ausencia de actualización puede traer esas dificultades (caso 4.1.).

Solucionar este aspecto parece claro, porque bastaría con volver a revisar el marco disciplinar.

La que resulta más compleja es la otra situación. En principio, porque no siempre nos damos cuenta de que es nuestra propuesta la que conduce a la construcción de un error conceptual.

Veamos un ejemplo

Durante mucho tiempo nos hemos preguntado por qué es común que los niños egresen de la escuela pensando que las plantas respiran al revés. Hoy sabemos que los docentes, especialmente de 6to año, han revisado esa temática y saben que no es así. Las plantas respiran en el mismo sentido que los animales. El intercambio gaseoso es el mismo: ingresa el oxígeno y se elimina anhídrido carbónico.

Ahora, resulta que al mismo tiempo en que la planta respira, en otra parte tiene lugar otro proceso, el de fotosíntesis, donde el intercambio gaseoso es el inverso. Y allí está la cuestión.

Si el docente, afiliado a la idea de que los niños utilizan sus saberes anteriores, los hace recordar lo que ocurría en la respiración (tema que se trabaja en 5to), es la propia comparación la que induce al niño a pensar de ese modo (ver Diálogos).

En el ejemplo que mostramos queda claro que en ninguno de los dos diálogos el docente “enseña mal” o “no comunica un error conceptual”. Sin embargo, la situación 1 muestra cómo es posible que los niños “solitos” armen la correspondencia y les quede la idea de que se trata de procesos inversos. Procesos que, de hecho, así lo son, pero donde uno no excluye al otro. El error en este caso, involuntariamente, es un error de enseñanza. La forma en que se elige comunicar la idea es la facilitadora de que a la red conceptual ingrese una idea equivocada.

Poner el problema en discusión, adelantarnos a lo que puede ser la idea equivocada, conversar sobre por qué se dice lo que no es, es una forma, a nuestro entender, de disminuir las probabilidades de que se entienda de modo científicamente equivocado.

Diálogo 1

D: ¿Recuerdan cómo es el intercambio gaseoso que ocurre en la respiración de los seres vivos?

A: Sííí...

D: ¿Qué recuerdan?

A: Que entra oxígeno y sale anhídrido carbónico...

D: Muy bien, el recuerdo es correcto. Bueno, las plantas que, como venimos trabajando, hacen fotosíntesis, incorporan anhídrido carbónico y eliminan oxígeno.

...

Diálogo 2.

D: ¿Recuerdan cómo es el intercambio gaseoso que ocurre en la respiración de los seres vivos?

A: Sííí...

D: ¿Qué recuerdan?

A: Que entra oxígeno y sale anhídrido carbónico...

D: Muy bien, el recuerdo es correcto. Las plantas también realizan ese intercambio gaseoso... Pero, además, las plantas hacen fotosíntesis, una función que las caracteriza. Esa función también supone un intercambio gaseoso. Incorporan anhídrido carbónico y eliminan oxígeno. Como ven, las plantas hacen las dos cosas a la misma vez, pero en cantidades muy distintas.

...

Estos errores se suscitan con más frecuencia cuando lo que se debe trabajar tiene un fuerte contenido teórico, o es muy abstracto.

Cuando un docente plantea que el sol es una fuente de energía, y explicita lo que es posible hacer con dicha energía, sin decir que la expresión que está usando es útil para las ciencias sociales, pero no para las ciencias naturales, alienta la formulación de una idea equivocada.

Referirse al sol como fuente de energía, es ver al sol desde la perspectiva “de recurso”... es desde donde nos proveemos de la energía. La física dice que la energía se conserva, por tanto no puede existir un cuerpo, objeto u otro que produzca energía que ya no estuviera en él. Es decir, la física admite la transformación, la transferencia y la degradación de la energía, pero no su creación.

A estas situaciones nos estamos refiriendo cuando decimos que son errores de enseñanza.

Este hecho, junto con otros, sirve de algún modo de argumento para afirmar que el conocimiento que el docente debe tener sobre una temática no solo debe ser en términos disciplinares, sino también en aquellos aspectos que están vinculados con la disciplina y su transposición. Especialmente cuando ya sabemos, por la experiencia de aula, que hay cuestiones que son sistemáticas, como las referidas en los ejemplos. Somos partidarios de utilizar ese saber a favor de los aprendizajes.

Estamos proponiendo tener la misma actitud docente que cuando decimos que es necesario explicitar lo que sabemos que los niños manejan como saberes.

Sabemos que los niños asocian los seres vivos con la vida, sabemos que vinculan la vida al movimiento y el movimiento a la traslación. Sabemos que identifican las raíces de una planta como la parte de la planta que está hacia abajo y el tallo la parte que va hacia arriba.

Sabemos, además, que muchas de estas ideas no son solo ideas de *nuestros* niños sino de *los* niños. La cuestión es trabajar con ellas.



A modo de cierre...

En realidad tenemos la sensación de que estos aspectos están apenas a medio tratar, y que no deberíamos plantear un “*a modo de cierre*” sino un “*continuará*”. De todos modos creo que avanzamos si, por lo menos, nos planteamos, explicitamos y hacemos conciencia de que

- ▶ hay dificultades que hay que sortear, que vienen de la propia ciencia;
- ▶ hay dificultades que surgen de nuestras ideas sobre el mundo;
- ▶ depende del origen de esas ideas que tenga o no sentido el esfuerzo por cambiarlas;
- ▶ más allá de nuestro “dejarlas a un lado”, necesitamos conocerlas;
- ▶ las que intentemos cambiar, modificar, ampliar, complejizar, tengan sentido;
- ▶ cuanto más sepamos sobre cómo se dan los procesos cognitivos, tanto mayor será la oportunidad que tendremos de que nuestro pensar sobre la enseñanza traduzca riqueza en las propuestas.

Porque como dijo Miguel de Unamuno, *enseñar es ante todo aprender.*



A modo de aclaración:

Lo que hemos planteado en términos de aprendizaje a los efectos de pensar sobre la enseñanza, lo hemos hecho considerando un modelo, el de las redes semánticas.

A los efectos del análisis hemos recortado la compleja situación de aprender. No queríamos que los docentes crean que todo lo referente a lo emocional y afectivo queda afuera del aprender. Solo que, como ocurre habitualmente en el análisis de los fenómenos físico-naturales, es necesario recortar para poder profundizar.

Son muchos, de muy diferente naturaleza y estudiados por disciplinas diferentes, los aspectos que están implicados en el acto de aprender.

Lo que hemos planteado aquí está fuertemente influenciado por los aportes de la Psicología Cognitiva.

Bibliografía de referencia

Autores citados:

BACHELARD, Gaston (1994): *La formación del espíritu científico. Contribución a un Psicoanálisis del conocimiento objetivo*. México: Siglo XXI editores, 20ª edición (1ª edición en español: 1948, Buenos Aires: Ed. Argos).

CARRETERO, Mario (1999): *Constructivismo y educación*. Buenos Aires: Ed. Aique.

DRIVER, Rosalind; GUESNE, Edith; TIBERGHIE, André (1992): *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Ed. Morata.

OSBORNE, Jonathan (2002): "Hacia una educación científica para una cultura científica" en M. Benlloch (comp.): *La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica*. Barcelona: Ed. Paidós.

POZO, Juan Ignacio (2002). En línea: <http://www2.uah.es/educiencias/cordarg/II-3.pdf>

POZO, Juan Ignacio; GÓMEZ CRESPO Miguel Ángel (1998): *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ed. Morata.

Bibliografía para profundizar sobre aspectos mencionados:

Publicaciones digitales

PESA, Marta A.; RUIZ DANEGGER, Constanza; DEL VALLE BRAVO, Silvia (2004): "Las representaciones mentales, la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias". En línea: http://rapes.unsl.edu.ar/Congresos_realizados/Congresos/IV%20Encuentro%20-20OCT-2004/eje4/06.htm

POZO, Juan Ignacio (2005): "¿Puede la educación científica sustituir al saber cotidiano de los alumnos?". En línea: <http://www.smf.mx/boletín/2005/Ene-05/Enseñanza.html>

RAYAS PRINCE, Jessica (2002): "El reconocimiento de las ideas previas como condición necesaria para mejorar las posibilidades de los alumnos en los procesos educativos en ciencias naturales".

En línea: <http://www.unidad094.upn.mx/revista/54/02.html>

RODRÍGUEZ MONEO, María; APARICIO, Juan José: "Los estudios sobre el cambio conceptual y la enseñanza de las ciencias".

En línea: <http://www.fq.unam.mx/sitio/edquim/153/153-rod.pdf>

Publicaciones impresas

CARRETERO, Mario (1996): *Construir y enseñar las ciencias experimentales*. Buenos Aires: Aique.

NOVAK, Joseph D. (1995): "El constructivismo humano: hacia la unidad en la elaboración de significados psicológicos y epistemológicos" en R. Porlán; J. E. García; P. Cañal (comps.): *Constructivismo y enseñanza de las Ciencias*. Sevilla: Díada Editores.

RODRÍGUEZ MONEO, María (1999): *Conocimiento previo y cambio conceptual*. Buenos Aires: Aique.

SCHNOTZ, Wolfgang; VOSNIADOU, Stella; CARRETERO, Mario (comps.) (2006): *Cambio conceptual y educación*. Buenos Aires: Aique. Colección Psicología cognitiva y educación.