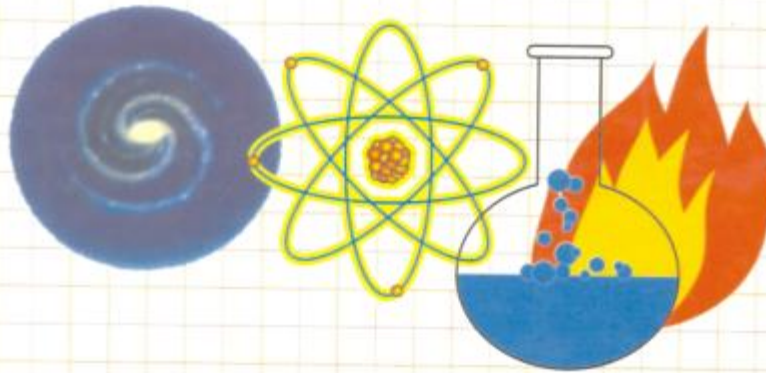


La ciencia en el aula

Lo que nos dice la ciencia
sobre cómo enseñarla

Gabriel Gellon
Elsa Rosenvasser Feher
Melina Furman
Diego Golombek



17.

LA CIENCIA Y EL AULA

Hemos hablado de "construcción de ideas científicas" utilizando dos acepciones diferentes. Por un lado, nos referimos a la construcción social del conocimiento científico, es decir, a la manera en que la humanidad, a través de la actividad científica, construye un cuerpo de conocimientos. Por otro lado, nos referimos a la tarea individual que cada alumno realiza para incorporar los nuevos conocimientos a su esquema de saberes previos. Estas dos actividades, si bien son descritas igualmente como "construcción de ideas científicas", comprenden procesos cognitivos y sociales muy distintos.

La diferencia más significativa entre ambas actividades es que la comunidad científica genera nuevo conocimiento en las fronteras de lo que se conoce, mientras que en el aula los alumnos construyen conceptos que, si bien son nuevos para ellos, han sido previamente validados por la ciencia.

¿Cómo podemos acercar el proceso de aprendizaje de ciencias en el aula al proceso de indagación científica de los científicos? Hay aspectos fundamentales de la actividad científica que pueden ser incorporados al aula y que, según nuestra experiencia, mejoran y enriquecen el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. De primerísima importancia en el aula, a nuestro criterio, son los aspectos *empírico, metodológico, abstracto, social y contraintuitivo* de la ciencia, que elaboramos a continuación.

Para empezar podemos reconocer que la investigación científica busca producir descripciones y explicaciones de la realidad o, dicho de otro modo, dar cuenta de lo que percibimos con nuestros sentidos. Ésta es una diferencia sustancial con otras disciplinas como la lógica (donde lo que importa es la consistencia interna), la ética o la literatura. En ciencias, el árbitro final de nuestras aseveraciones es lo que observamos (al margen de las limitaciones inherentes a cualquier observación). En el aula, la fuente última del saber es tradicionalmente el docente o el libro de texto. Pero un estudiante que nunca puede apreciar hasta qué punto las ideas científicas derivan del estudio de una realidad externa a nosotros, tendrá una idea distorsionada del valor de un enunciado científico. Si en nuestras clases de ciencia la respuesta siempre está en los libros y nunca en los resultados de los experimentos, estaremos proveyendo una visión mutilada o falsa de la ciencia. Esta conexión indisoluble entre las ideas científicas y lo que experimentamos con nuestros sentidos es lo que llamamos el *aspecto empírico de la ciencia*. Ahondaremos en este aspecto en el capítulo 1, Y en los capítulos 2 y 3 daremos ejemplos concretos de cómo incorporar ese aspecto de la ciencia a nuestras actividades en el aula.

¿Debemos concluir de lo antes dicho que hay que desterrar las clases expositivas tradicionales e instituir únicamente clases de laboratorio? ¿Es el problema principal de la educación en ciencias la falta de experimentos en el aula? Podríamos pensar que si hacemos experimentos el aspecto empírico tiene que estar presente, pero esto no es así. Es totalmente posible realizar experimentos y experiencias de laboratorio de forma mecánica, repitiendo recetas; y, si bien en una clase práctica los estudiantes pueden familiarizarse con aparatos y procedimientos, esto no garantiza la comprensión conceptual. La genuina actividad mental consiste en hacerse preguntas, indagar, compartir las ideas propias, ser capaz de defenderlas y cuestionar las de otros. Si hablamos del rol activo del estudiante nos referimos a la actividad cognitiva y no al mero hacer. Una clase teórica puede hacer referencia clara y sin ambigüedades a la evidencia empírica que sostiene esta idea o aquel modelo. Esta actitud, sin experimento alguno, es ya un enorme paso adelante hacia la incorporación del aspecto empírico de la ciencia en el aula.

Además de su estrecha relación con la realidad a estudiar, la ciencia se caracteriza por el conjunto de herramientas del pensamiento y la indagación conocidas bajo el nombre general de "método científico". Se trata de un cúmulo de procedimientos, estrategias y técnicas que llamamos el *aspecto metodológico de la ciencia*. Como discutiremos en el capítulo 4, el método científico no es una receta infalible que puede aplicarse paso a paso en todos los experimentos. Pero si queremos que los alumnos entiendan cómo se hace ciencia y cómo llegamos a saber lo que sabemos, el método científico tiene que ser protagonista permanente de la clase de ciencias. En los capítulos 5 y 6 ilustramos la incorporación del método científico al aula.

A estos dos aspectos fundamentales de la ciencia -su conexión rigurosa con la realidad de los sentidos y su elaborado arsenal de métodos de indagación- debemos agregar otros, igualmente característicos y definitorios, que limitan y contextualizan a los primeros dos. Muchas de las ideas más importantes en ciencia no se derivan directamente de la observación de la realidad, sino que son el fruto de la imaginación humana. En general, estas ideas impuestas sobre la realidad desde la mente humana se denominan "modelos teóricos", teorías o construcciones teóricas. Las nociones de gen, átomo o energía han sido grandes actos de creación, ideas inventadas para explicar la realidad, pero no derivadas directamente de la simple observación. Las nociones teóricas tienen un rol central dentro del pensamiento científico, no sólo por su alcance explicativo, sino porque además moldean aquello que observamos o juzgamos relevante en una observación. Es por lo tanto crucial que los estu-

diantes de ciencia en un aula aprecien cómo surge y se valida una idea teórica, y cómo cambia con el tiempo por una combinación de evolución interna, fuerzas sociales y evidencia empírica. Estas ideas abstractas que se inventan para explicar la evidencia empírica constituyen lo que llamamos el *aspecto abstracto de la ciencia*. Si un estudiante no logra distinguir claramente entre una idea derivada de la observación directa y otra inventada para acomodar observaciones, no sólo no podrá entender de manera caballa dinámica interna del proceso científico, sino que tendrá una visión frágil y caricaturizada de conceptos científicos importantes.

Así como las teorías moldean nuestras observaciones, también las fuerzas sociales dentro y fuera de la comunidad científica determinan lo que conocernos y cómo lo conocernos. Tanto la formulación de ideas por parte de los científicos como la construcción de conocimiento por parte de los estudiantes son procesos sociales en los que los participantes interactúan unos con otros para poner a prueba sus ideas y verificar si encajan con las de los demás. Actualmente se reconoce que el aspecto social del aula es un instrumento importante para una educación eficaz, un instrumento que está ausente de las clases en que el profesor expone los contenidos y los estudiantes toman nota y resuelven problemas sin interactuar entre sí. El *aspecto social de la ciencia* difiere de su contraparte en el aula, y es necesario resaltar esa diferencia para poder hacer al aula más científica. Mientras que en el aula puede existir un árbitro con autoridad, como puede ser el docente o el libro de texto, la actividad científica construye sus conocimientos mediante el consenso informado de una gran multitud de participantes, ninguno de los cuales es depositario *a priori* de la verdad. El proceso de crítica y mutua corrección por pares es característico de la ciencia y aparece en los sistemas de referato para la publicación de artículos en revistas profesionales y para la evaluación de proyectos de investigación. Las ideas o explicaciones a las que la ciencia arriba no resultan "ciertas" mediante criterios objetivos, infalibles y externos al grupo que debate sobre ellas; más bien se aceptan cuando la vasta mayoría de los participantes está convencida más allá de toda duda razonable.

A veces los estudiantes (o el público lego en general) miran con aprehensión este aspecto de la ciencia, como si negara todos los demás. Si todo depende de consensos y no hay criterios "objetivos", definitorios, ¿entonces la ciencia es un mero juego subjetivo en el que cualquier respuesta es válida? Para comprender que no es así, los estudiantes deben de alguna manera participar de la generación de conocimiento en grupo, a través de discusiones e intentos de persuasión en los cuales la evidencia empírica y

la lógica interna cumplen un papel central. Este tipo de experiencia lleva a los alumnos a entender que muchas veces los contextos culturales e históricos afectan a, y son afectados por, las ideas científicas en boga, y que tabúes culturales o personalidades intimidantes pueden determinar qué problemas se investigan y qué descubrimientos son viables.

Todo esto parece sugerir que la base de una eficaz y rica educación científica consiste en reproducir en el aula las condiciones de producción de conocimiento que encontramos en el laboratorio o equipo de investigación, es decir, permitir que los estudiantes se sumerjan en el libre juego de hacer ciencia como los científicos. Una posibilidad sería exponer a los estudiantes a un problema o serie de problemas reales, o a una colección de fenómenos desafiantes, y dejar que ellos mismos generen las ideas y descubran las leyes científicas. Este método de "jugar con las cosas y ver qué es lo que sucede"¹ puede ser estupendo en la escuela primaria. Pero no se puede pretender que niños o adolescentes descubran por sí mismos las ideas sutiles y poderosas de la ciencia.

Ocurre que muchas de las ideas importantes del conocimiento científico son profundamente contraintuitivas, y no se llega a ellas mediante las formas naturales de pensamiento del común de la gente. En otras palabras, podemos apostar que librados a su propio "descubrimiento" los estudiantes no siempre llegarán a las ideas y comprensiones buscadas por el docente. La ciencia es frecuentemente un desafío al sentido común. No sólo las ideas científicas suelen ser difíciles, sino que la forma misma de pensar que caracteriza a la investigación científica debe ser enseñada y aprendida. A este aspecto crítico del pensamiento científico lo denominamos el *aspecto contraintuitivo de la ciencia*. Lo trataremos en detalle en el capítulo 3, y en los capítulos 4 y 5 daremos ejemplos de las formas en que el pensamiento cotidiano, basado en el sentido común, dificulta el acceso a ciertas ideas científicas, y de cómo se puede allanar el camino a los alumnos.

En definitiva, la misma investigación que muestra lo inadecuado de la educación tradicional nos alerta sobre esquemas basados en la exploración sin guía por parte de los estudiantes. Es importante que los estudiantes formulen sus propias hipótesis y aprendan de otros más avezados cómo comprobarlas o refutarlas. Es importante que aprendan a realizar observaciones y extraer conclusiones de ellas, a hacer simplificaciones y generar modelos, a identificar los supuestos implícitos y tantos otros trucos del pensa-

1. Llamado *discovery learning* en la literatura en inglés.

miento científico. Una clase teórica clásica no puede brindar todas estas herramientas, pero tampoco pueden surgir del mero juego. El docente debe crear las condiciones que resulten una guía eficaz para la indagación y el desarrollo de las ideas científicas por parte de los alumnos.

PARA REFLEXIONAR:

- ¿Qué rol cumplen las preguntas en sus clases? ¿Quién tiene las respuestas en sus clases de ciencias?
- ¿Cuáles son los aspectos que deben tenerse en cuenta en la enseñanza de las ciencias naturales en el aula?
- ¿Qué actividades considera fundamentales para desarrollo de las ideas científicas por parte de los alumnos?
- Revise su proyecto curricular a la luz de la lectura realizada e identifique los trabajos prácticos que propone (experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos, experimentos para contrastar hipótesis, investigaciones, modelizaciones).

PARA DEBATIR:

- ¿En qué consiste el formato LABORATORIO?
- ¿Cuáles son los aportes de la experimentación en la enseñanza de la Biología?