

En: Galagovsky, L. (coord.) (2008). ¿Qué tienen de “naturales” las ciencias naturales?
Buenos Aires: Biblos.

¿Existirá el “método científico”?

Agustín Adúriz-Bravo

Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales
Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

*“La idea de que la ciencia pueda y deba actuar de acuerdo con reglas fijas y universales es tan poco realista
como pernicioso”*
Paul Karl Feyerabend [1]

¿Por qué todos le tienen miedo a la ciencia?

La ciencia es, para el pensamiento cotidiano, *építome*¹ bastante solemne y acartonado de seriedad y de rigor. Aquello que está “científicamente comprobado” queda por fuera del alcance de la crítica merced a un estatus de superioridad casi incuestionable². Desde el sentido común, tal estatus surge como consecuencia de las “formas de hacer” *metódicas* de las que se vale la ciencia: prolijas, puntillosas, sistemáticas, exhaustivas... y guiadas por estrictas e inquebrantables *reglas* heredadas de no se sabe qué dioses del Olimpo científico.

Esta omnipresente “visión deformada” [2] de la actividad científica, de ya larga data, fue degenerando, durante la segunda mitad del siglo XX, en la entronización del *cientificismo*, esto es, de la creencia –elocuentemente denunciada por el epistemólogo “anarquista” Paul Feyerabend en su manifiesto contra el método [3], citado al inicio de este capítulo– de que la ciencia es el triunfo de la razón sobre el oscurantismo del dogma y la vía de escape a todos los males que acechan a la humanidad. La ciencia, así transformada en una estatua de bronce, se aleja de la ciudadanía y opera como instrumento de opresión y de alienamiento; las actitudes negativas hacia ella en la sociedad y en el ámbito de lo educativo se hacen cada vez más intransigentes³: aburrimiento, desinterés, rechazo, desconfianza... Frente a este panorama podemos preguntarnos, ¿qué estamos haciendo mal desde la enseñanza de las ciencias naturales?

En este capítulo nos centraremos en una de las nociones epistemológicas más clásicas, la de *método científico*, porque ella le da buena parte de su consistencia a las imágenes de ciencia y de científico que circulan en la sociedad y en los medios de comunicación masivos y tiene implicancias –no pocas veces desafortunadas– para la enseñanza de las ciencias naturales en todos los niveles educativos, desde el inicial hasta el universitario. En efecto, la idea de que la ciencia procede de acuerdo con una serie de “pasos” que siguen los científicos a la hora de trabajar ha sido *trasvasada* –a menudo, en forma abusiva o simplificadora– desde algunas escuelas epistemológicas fundacionales⁴ para construir propuestas didácticas cuyo objetivo es *iniciar* a los y las estudiantes en los procedimientos “sancionados” de la investigación científica. Y creemos que esta idea, al fomentar actitudes *elitistas* (con eso de que “la ciencia no es para cualquiera”), está en la base del marcado repeluzno que lo científico produce en el común de la gente.

En primer lugar, nos ocuparemos de examinar más bien rápidamente qué bulle por detrás de la creencia ingenua y acrítica en un método científico. Luego, y de forma similar a como se procedió en el capítulo 1, delinearemos dos posturas epistemológicas extremas, un tanto caricaturizadas, acerca del método (la *positivista* y la *relativista*), para, con base en esa antítesis, introducir una visión más reciente, sintética y superadora, que, a nuestro entender [4], puede tener valor para la educación científica de una ciudadanía democrática. Por último, esbozaremos algunas de las aristas prácticas que asumen estas disquisiciones cuando “bajan” a la actividad cotidiana dentro de las aulas de ciencias naturales.

¿De qué hablamos cuando hablamos de “método científico”?

La palabra *método*, de origen griego, designa un *camino que lleva a alguna parte a la que se quiere llegar*. Por tanto, usada en el ámbito de lo científico, evoca las ideas de certeza, exactitud, seguridad, orden, estructura, rigurosidad, resultados garantizados, ausencia de duda⁵... e incluye, cómo no, una pizca de pedantería y de autocomplacencia. Para el sentido común, lo que *distingue* o *demarca* la ciencia de otras actividades humanas es, precisamente, la utilización a rajatabla de este método “a prueba de fallas”: una actividad se constituye en científica *si se vale del método*. Esta visión romántica, triunfalista e ignorante de los laberínticos entresijos del funcionamiento de la ciencia se oculta por debajo de las caracterizaciones más rancias de la empresa científica, que tanto daño han hecho a su imagen pública en los últimos tiempos.

No mucho más acá de este sentido común simplificador se encuentran las primeras conceptualizaciones epistemológicas de la naturaleza de la ciencia, que podemos englobar, un tanto maniqueamente, bajo el rótulo de *positivistas*⁶. Estas conceptualizaciones comparten una serie de credos instalados:

1. Una aceptación ingenua de la capacidad de “tomar” datos objetivos del mundo mediante los sentidos, generando así “copias” de la realidad. Esta creencia es explotada a fondo y con todas sus implicancias por los llamados *empiristas*, corriente que tuvo su cuarto de hora de fama epistemológica en el siglo XVIII.
2. Una concepción *categorica* (monolítica, acrítica, dicotómica...) de la racionalidad científica, por la cual lo racional se confunde con lo “lógico”. Este marco conceptual es desarrollado con un potente aparato formal por los positivistas lógicos, los primeros epistemólogos “profesionales”.
3. Una sobrevaloración de la *experimentación*, puesta en el centro de la escena como la herramienta de acción por excelencia de las ciencias “maduras”. Esta lectura tan prejuiciosa

y reduccionista del método tiene sus orígenes en la llamada *revolución científica* de los siglos XVI y XVII, que cuenta con protagonistas de la talla de Copérnico, Galileo y Newton.

La figura 2.1 muestra una posible estandarización positivista del método científico, que lo entiende como una serie fija de pasos a seguir con el fin de *descubrir* o *justificar* conocimiento válido (ver, al respecto, los “métodos” presentados en [5], [6] y [7]).

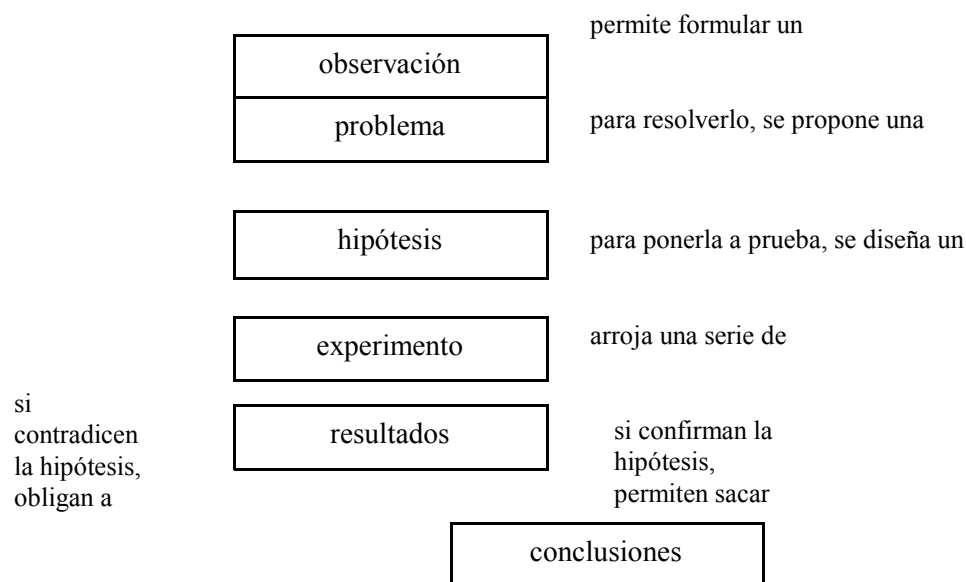


Figura 1. El método científico clásico, en una de sus presentaciones más estereotipadas. Se trata de un “collage epistemológico” con amplia circulación en los libros de texto.

Usando esta versión “esquelética” de método, podemos analizar algunas de las suposiciones que hay por debajo, suposiciones que nos dibujan la concepción de ciencia que poseen quienes adhieren a tal versión:

1. *Existencia.* Hablar de “método científico” presupone, por cierto, la creencia de que efectivamente *hay* tal método, es decir, la convicción acerca de que la ciencia es una actividad sistemática que sigue pasos preestablecidos, que de alguna manera son conocidos y que, por tanto, se pueden enseñar y aprender.
2. *Unicidad.* La expresión “método científico” no deja lugar a dudas acerca de su singularidad y universalidad: si algo es ciencia, sigue el único MÉTODO con mayúsculas. Este método, a modo de portero exigente de una discoteca, deja pasar sólo algunas actividades muy selectas, que quedan investidas automáticamente de la categoría de “científicas”.
3. *Algoritmicidad.* Con esta palabra un tanto complicada queremos denotar el lenguaje descriptivo, definitorio y operacional con el que se expresan los pasos del método. Parece haber por detrás la presunción de que, en algún futuro no demasiado lejano, podremos alimentar una computadora con estas “instrucciones” y obtener conocimiento científico como producto.
4. *Linealidad.* Esta versión escuálida de método deja poco lugar a la ramificación y a la divergencia y, por ende, a la toma de decisiones, al disenso, a la creatividad y a la improvisación. La linealidad del método es una de las características que más lo asemejan a la tristemente célebre “receta de cocina” científica.
5. *Asimetría.* Al llegar al final, el método remeda un impiadoso “juego de la oca” investigativo: o tuvimos suerte (hicimos todo bien, como buenos científicos) y zas... el

Premio Nobel nos espera, o hemos cometido errores, desaciertos y distracciones imperdonables en el camino... y nos toca perder un turno y volver a empezar.

Estas cinco propiedades del método, y algunas otras no menos importantes (remitirse a [8]), han sido blanco de la crítica descarnada al menos desde 1934, cuando las epistemologías francesa y alemana disidentes⁷ con el pensamiento hegemónico del Círculo de Viena las sometieron a escrutinio, proveyendo al tiempo objeciones sensatas, contradicciones insalvables y contraejemplos flagrantes. No tenemos espacio aquí para radiografiar todas las fisuras del edificio positivista, pero baste apuntar las siguientes matizaciones a los “cinco mandamientos” arriba expuestos (para profundizar, ver [9], [10] y [11]):

1. Quizás la ciencia sea una actividad humana profundamente creativa, donde el accidente, la casualidad, lo onírico, lo estético, las convicciones y los prejuicios juegan papeles más protagónicos de lo que suponía el relato positivista aséptico. En este caso, la misma idea de método se queda corta y es vana la esperanza de encontrar simplicidad y ordenamiento en la actividad afanosa de tantos seres humanos entusiastas.

2. En la actualidad, el hipertrofiado rótulo de “ciencia” abarca una enorme paleta de disciplinas ricamente disímiles. Aun concentrándonos en las ciencias *fácticas*⁸, podemos imaginar estudios del mundo tan alejados entre sí como la física de partículas, la bioquímica, la sismología, la sistemática vegetal, la meteorología sinóptica, la macroeconomía, la lingüística generativa o la psicología del aprendizaje. ¿Somos capaces de imaginar un único método para actividades que difieren en sus objetos, problemas, miradas, intereses, finalidades, valores, instrumentos, técnicas... para no hablar de que ostentan distintos itinerarios de surgimiento y desarrollo, o de que mantienen desiguales relaciones con la medición y la matematización?

3. El método se presenta como si estuviera definido, claro y transparente, listo para ser usado en los laboratorios y en las aulas... pero las apariencias engañan. Por ejemplo, ¿cómo se *hipotetiza*? ¿Hay “consignas” para ello? ¿Es esta una habilidad que se puede enseñar y aprender?

4. No parece sensato afirmar tan tajantemente, sin dejar resquicio a la duda, que a cada paso del método sigue otro único paso, que no hay dudas a resolver, dilemas a discutir, decisiones a tomar. Además, un método tan lineal no tiene en cuenta la posible interacción entre los elementos: ¿no será quizás que la observación, el problema, las hipótesis... se están revisando y ajustando todo el tiempo, unos a la luz de los otros? Y acaso lo que sabemos, ¿no condiciona nuestra forma de ver el mundo y nos predispone a formular ciertas suposiciones y no otras? [12].

5. La postulación de dos finales marcadamente desbalanceados para el método (uno exitoso y otro fallido) supone una alarmante ausencia de matices y gradaciones. Además, es bastante sugerente la elección de cuál es el camino a seguir: el de la *confirmación*, apoyado en una concepción rígida de la verdad (desarrollamos este punto más abajo). Para los positivistas, el mundo nos habla: solo tenemos que escucharlo atentamente.

Cuestionamientos como los que anteceden dieron lugar a un proceso de “emparche” del modelo germinal, llevado adelante por los últimos supervivientes del positivismo, que reaccionaban ante los embates de la llamada *nueva filosofía de la ciencia* de las décadas de 1950 y 1960. Como salida a este ping-pong epistemológico un tanto estancado (desenmascaramiento de anomalías severas desde un lado, y proposiciones *ad hoc* para “puentearlas” desde el otro), fueron emergiendo –sin prisa pero sin pausa– las visiones postmodernas, de corte *relativista*, que se dedicaron a socavar el papel central asignado al aspecto metodológico hasta entonces [13]. Se llegó así, en posturas extremas, a la negación iconoclasta del método (con la proclama del “todo vale” de Feyerabend [14]) y a la

denuncia de la ciencia como una superchería opresora llevada adelante por minorías cercanas al poder político y económico.

Independientemente del valor intelectual y cultural de esta huida “por la puerta de atrás” a la cuestión del método, no nos es muy difícil intuir, a quienes somos profesores y profesoras de ciencias naturales en los distintos niveles educativos, que esta reconstrucción tan radicalizada –que el epistemólogo argentino Mario Bunge calificó lapidariamente de “caricatura grotesca de la investigación científica” [15]– tiene acotada valía para fomentar una educación científica de calidad para todos y todas. Por ello, necesitamos una conceptualización más flexible y compleja que tenga en cuenta –entre otras varias cosas– que la mayoría de los científicos y científicas en actividad, integrantes del sistema educativo y público general *dan por sentados* los valores de la ciencia⁹. Llega el momento de hablar un poco de estos.

¿Nos espera la verdad al final del camino?

La concepción positivista del método viene de la mano de otra noción epistemológica clásica, densamente cargada de valores: la noción de *verdad*, que fue brevemente discutida en el capítulo 1. En el relato positivista, si se corre una carrera científica es porque hay una meta apetecible al final: alcanzar la verdad sobre el mundo; esta meta funciona a modo de premio para el científico diligente y trabajador, cuya única motivación para correr es el “placer de saber”. Por tanto, el positivismo asume a pies juntillas una serie de compromisos ontológicos: el mundo existe (no es una vana delusión del demonio de Laplace); es independiente de nuestra cognición (en nada se parece a una “construcción” à la Piaget); se puede conocer con toda la certeza conveniente; y es accesible mediante un uso desapasionado (casi robótico) de la maquinaria de los sentidos.

Sobre esta fe en la capacidad del pensamiento humano de *inteligir* el mundo se apoyan otros clichés epistemológicos, atribuidos a las mal llamadas “ciencias exactas”, que han sido usadas como espejo circense en el cual se debían reflejar, contorsionadas hasta lo grotesco, todas las demás ciencias. Entre estas ideas fetiche, mencionaremos:

1. El conocimiento científico es *reproducible*. En tanto que los acontecimientos del mundo *obedecen* a leyes universales que nos trascienden, experimentar siempre conduce a los mismos –y sosos– resultados. Se desconoce así la mediación de la intervención que da sentido y del sujeto cognoscente.
2. El conocimiento científico es *falsable*. En la actividad científica cotidiana, ningún elemento está *instituido* ni queda por fuera de la crítica, y los científicos y científicas pueden predicar unívocamente, sin matices ni dubitación, la verdad o falsedad de sus enunciados. Se diluyen así los “filtros” impuestos por la representación y por el lenguaje y se desestiman los “compromisos” asumidos por la comunidad científica¹⁰.
3. El mundo es *predecible*. Dado que somos capaces de tomar datos con precisión creciente y de tratarlos con el auxilio de la matemática, estamos en posición de decir con “exactitud” qué sucederá como consecuencia de unas ciertas condiciones de partida. Se empequeñece así la posibilidad de trabajar con la aproximación, la incerteza, la duda, la complejidad, las miradas complementarias, la metáfora.
4. El mundo es *controlable*. Los científicos podemos identificar, aislar, manipular y fijar variables; todo cae inexorablemente bajo nuestro campo de acción al investigar. Se fomenta así una visión tiránica, reductora y tecnocrática, que “aplata” la realidad humana y barre bajo la alfombra la pluralidad de intencionalidades que convergen cuando hacemos ciencia.

El contrapunto postmoderno a este acercamiento “edulcorado” al conocimiento –la ausencia generalizada de asideros– está por debajo de la concepción epistemológica archienemiga. El relativismo epistemológico supone una imposibilidad de absolutos o de referencias confiables cuando se afirman cosas sobre el mundo natural: como en el famoso dicho, todo es según el color del cristal con que se mira.

Como dijimos, el relativismo, al menos en su versión más intransigente, pinta la ciencia como un discurso caprichoso, autoritario y vacío, producto de sórdidas negociaciones sociales entre élites. Para los relativistas, todas las “formas de ver” la realidad serían igualmente válidas y valiosas; con este punto de partida, se pierde la posibilidad de dar cuenta, desde un punto de vista epistemológico estricto, de la evolución histórica ascendente de la ciencia y de sus notables logros, que el resto de los mortales no osaríamos poner en tela de juicio.

En el plano metodológico, el discurso relativista se despoja sin culpas del rígido corsé del método científico: para ellos, resulta más interesante generar saberes socialmente consensuados –investidos de poder simbólico– que orquestar formas sistemáticas, intersubjetivas, de fundamentar tales saberes a la luz de las *evidencias* construidas en las interacciones entre realidad y predicación.

El dilema se nos aparece entonces planteado en los siguientes términos: en una esquina del ring tenemos un conjunto nutrido y diverso de actores sociales (que nos incluye a los profesores y profesoras de ciencias naturales), sosteniendo ineludible –y quizás ingenuamente– los valores científicos; del otro lado, dos *relatos* epistemológicos insuficientes que nos atraen con sus cantos de sirena. Uno de esos relatos, el positivista, cree dar cuenta de aquellos valores usando presupuestos obsoletos, risibles y no exentos de despotismo, y el otro, el relativista, niega de plano tales valores y se mofa de quienes aún nos solazamos con ellos, tildándonos de oscurantistas y retrógrados.

Queda así abonado el terreno para la aparición de una “tercera vía” que atraviese la reflexión *metateórica*: entender que la ciencia es, en efecto, una creación intelectual impresionante pero, al mismo tiempo, tratar de fundamentar sus virtudes desde una visión *humanista* a la vez sensata y humilde. Esta tercera vía, que emerge trabajosamente a lo largo de los últimos cincuenta años entretejiendo aportes de una pléyade de escuelas y autores, se puede resumir escuetamente en el postulado de que la ciencia es una actividad profundamente humana que pretende dar respuestas a un cierto tipo de inquietudes sobre el mundo; los cuestionamientos y las soluciones propuestas están guiados por *finalidades* y *valores* y permiten intervenir activamente sobre la realidad a gran escala [16].

Esta visión más “aggiornada” de ciencia (que, por cierto, no es de ninguna manera la única disponible en la arena epistemológica de nuestros días) impugna la existencia del falso ídolo del método científico positivista, pero se desentiende también de la falacia relativista de la ausencia de formas de hacer modélicas sobre las cuales pueda haber un grado aceptable de acuerdos explícitos o tácitos. Del método científico nos movemos entonces a la *metodología de la ciencia*.

¿Cómo “intervienen” las ciencias naturales sobre el mundo?

Tal como lo hemos venido sugiriendo, la visión “sintética” que está cobrando fuerza en las últimas décadas pretende ajustarse a ciertos requisitos considerados irrenunciables por científicos y profesores: ser compatible con versiones morigeradas y potentes de algunas creencias epistemológicas básicas y extendidas (entre ellas, el *realismo* y el *racionalismo*); dar cuenta de la pluralidad metodológica disponible en la *episteme*; demarcar adecuadamente

diversas clases de actividades humanas *disciplinadas* (ciencias, tecnologías, artes, humanidades...); y dejar fuera del conocimiento establecido las *pseudociencias* y otras mistificaciones nocivas.

En este contexto, la palabra “metodología”, que trae ecos de un *conjunto extenso y diverso* de enfoques, abordajes, estrategias, procedimientos, recursos, técnicas y herramientas, parece ser apropiada para pensar en la actividad científica, pues comunica más eficazmente el dinamismo de esa actividad y la multiplicidad de medios puestos en acción para alcanzar objetivos que se han determinado deseables.

Una concepción *moderada* de la metodología de la ciencia pone el foco en la capacidad de pensar acerca del mundo con modelos teóricos, de generar lenguajes abstractos para crear y comunicar conocimiento, y de intervenir *transformadoramente* sobre los fenómenos [17]. Todo ello se realiza de manera recursiva, entrelazada y compleja, y bajo modalidades que superan lo restringidamente experimental.

La posibilidad de experimentar “en sentido estricto”, creando realidades artificiales donde se controlan y manipulan grandemente las variables de un problema simplificado, no parece ser viable en muchas disciplinas científicas. Pensemos, por ejemplo, en algunas ramas de la geología o de la astronomía, donde las escalas de tiempo y de espacio involucradas, o la “irrepetibilidad” de los fenómenos que ocurren, hace muy difícil el diseño de experimentos tradicionales. Ahora bien, si aceptamos la científicidad de esos campos, entonces no nos queda otra salida que hacernos cargo de que *la experimentación no es la única forma de operar sobre la realidad natural* para entenderla, explicarla, anticiparla, acotarla y transformarla. Queda así abierta la puerta para otros “modos” de intervención científica: la observación, la simulación, la analogía, la clasificación, la manipulación de formalismos, la aproximación computacional...

Ahora bien, ¿qué metodología de la ciencia queda dibujada con todas estas aportaciones de las que hemos venido hablando? En principio, podríamos arriesgar que el llamado *contexto de innovación* [18] de las ciencias naturales está atravesado por procesos genéricos como los siguientes:

1. *Plantearse preguntas relevantes sobre el mundo natural.* Los científicos y científicas no investigan cualquier asunto en cualquier momento: sus objetos de análisis van cambiando a lo largo del tiempo y obedecen a intereses, finalidades y valores sostenidos comunitariamente en cada lugar, cada época y cada cultura. Los problemas científicos, a su vez, vienen recortados por ciertas formas altamente elaboradas de entender el mundo, las *teorías*.

2. *Construir respuestas inventivas y provisionarias para esas preguntas.* Esas respuestas, altamente creativas y osadas, son de carácter hipotético e inferencial, y se someten al tamiz de prueba que ofrecen la propia realidad y otras respuestas anteriores aceptadas. Uno de los formatos principales para responder a los problemas científicos lo constituyen los *modelos teóricos* [19], entidades que “se parecen” a los sistemas estudiados y nos dan herramientas para pensar sobre ellos. El conocimiento creado también responde a unas determinadas formas de hacer, a unos marcos valóricos y a la voluntad de convencer a los otros.

3. *Diseñar formas de intervención activa sobre la realidad.* Esas intervenciones, de variada índole, permiten poner a prueba las respuestas creadas, ajustarlas, mejorarlas, combinarlas y, en caso necesario, descartarlas. En el proceso de poner en diálogo el conocimiento teórico con las acciones “cargadas de teoría”, se generan evidencias para *sostener* lo que se afirma sobre el mundo.

4. *Comunicar lo hecho con lenguajes específicos.* En todo momento, los científicos y científicas dan a conocer los procesos y productos de los “pasos” anteriores, para lo cual adaptan, generan y perfeccionan lenguajes simbólicos de alto nivel que combinan diversos registros

semióticos (el lenguaje natural, las ecuaciones, las fórmulas, las tablas, los gráficos, las imágenes, entre muchos otros).

Estos cuatro grupos de operaciones se influyen, condicionan y resignifican mutuamente, generando una auténtica red de formas de proceder científicas, que es *pragmáticamente* racional en tanto que busca ajustar, de la mejor manera humanamente posible, los medios a los fines y se somete a la revisión y a la crítica públicas.

¿Cómo podemos enseñar la dimensión metodológica en las clases de ciencias naturales?

Esta última sección del capítulo está dedicada a “aterrizar” las reflexiones que anteceden en la práctica de enseñar ciencias naturales en todos los niveles educativos, obligatorios y postobligatorios. En este sentido, nos interesa preguntarnos qué consecuencias *didácticas* trae la “desaparición” del método científico tradicional, para luego esbozar algunas líneas de acción que nos permitan llevar a nuestras aulas lo que la filósofa española Anna Estany [20] llama el “aspecto metodológico” de la reflexión *sobre* la ciencia.

En primer lugar, las nuevas nociones construidas a partir de la discusión en torno a la metodología científica suponen un golpe mortal a la cómoda ideología neopositivista, tan dominante en el espacio escolar. Por tanto, un punto álgido que deberíamos tratar en la educación científica es que la ciencia constituye una empresa profundamente humana, de carácter creador, cambiante, histórico y cultural [21] [22].

En segundo lugar, el derrumbe de los cinco pilares del método diseccionados aquí (existencia, unicidad, algoritmicidad, linealidad y asimetría), da por tierra con algunas prácticas instaladas, prácticas que logran ritualizar y empobrecer, por ejemplo, el trabajo de laboratorio, la presentación de informes y la escritura de monografías. Observación, hipótesis, teoría, modelo, puesta a prueba, refutación, experimento, dato, anomalía, error, conclusiones... son ahora herramientas intelectuales para elaborar un discurso sustancioso alrededor de una intervención activa e intencionada, fundamentada en formas rigurosas y potentes de ver los fenómenos.

En tercer lugar, la impugnación de las versiones ingenuas de verdad, confirmación, prueba o evidencia, que ahora se nos aparecen cargadas de provisionalidad, inventiva, interpretaciones y ética, puede generar una actividad científica escolar más genuina, más cercana a lo que efectivamente sucede en la “ciencia de los científicos”.

Por último, los hallazgos de la producción epistemológica reciente acerca de la metodología de la ciencia ponen a nuestra disposición una serie de moralejas muy enriquecedoras para la formación de individuos reflexivos, autónomos, críticos y solidarios. En las ciencias naturales, un tiempo no menor de la actividad se dedica a la creación, discusión, crítica, expansión y comunicación de un acervo de ideas que contribuyen a que nos realicemos como personas y a que vivamos en sociedad.

Con todo lo dicho, las posibilidades que se abren para las aulas son inmensas. Mencionemos algunas actividades que pueden añadir nuevas dimensiones a nuestra forma de enseñar las ciencias naturales:

1. Dar lugar a una amplia paleta de procedimientos escolares de naturaleza cognitiva, discursiva y material que se pueden fundamentar rigurosamente.
2. Generar explicaciones sobre ciertos aspectos de la naturaleza que se nos muestran sugerentes y, en esas explicaciones, recuperar el conocimiento científico en tanto patrimonio colectivo de la especie.

3. Posibilitar variadas clases de inferencia (deductiva, analógica, abductiva, relacional [23] [24]) para *dar sentido* a los fenómenos con el auxilio de los modelos científicos.
4. Vincular la ciencia escolar con intereses e inquietudes que han movido y conmovido a la humanidad a lo largo de su historia.
5. Construir evidencias por medio de argumentaciones sólidas y coherentes que echen mano de diversos lenguajes para justificar y defender las propias apreciaciones sobre la realidad natural.
6. Reconocer la “carga” que los sesgos, prejuicios, creencias y experiencias vividas aportan a nuestra forma de entender el mundo.
7. Diseñar y llevar adelante indagaciones sobre fenómenos seleccionados, recortando los problemas a atacar, construyendo soluciones, anticipando sus alcances y límites, y sometiénolas a los filtros de la empiria y de la comunidad escolar.
8. Arrojar luz sobre historias de la ciencia de todos los tiempos, otorgando significado a las acciones de tantos hombres y mujeres en sus intentos por elucidar y esclarecer problemas auténticamente humanos.

Actividades sugeridas

Aquí se sugieren al lector tres actividades de aplicación del contenido del capítulo para realizar con los colegas de trabajo o con los compañeros de formación.

Actividad 1

Propósito: Construir un primer “pantallazo” de la pluralidad metodológica de las ciencias.

Fuente: Revistas de divulgación científica (son muy recomendables *Ciencia Hoy*, *Exactamente e Investigación y Ciencia*).

Propuesta: Busque algunos artículos recientes que reporten investigaciones en disciplinas científicas diversas (del campo de las ciencias formales, las naturales y las sociales). Rastree en esos artículos “pistas” acerca de las metodologías empleadas por los científicos y científicas al investigar. Compare tales metodologías. Algunos criterios posibles a utilizar en la comparación son: papel de la observación y de la experimentación; protocolos, técnicas e instrumentos empleados; tratamiento de los datos (herramientas de las que se echa mano; uso de la matemática, la estadística y la computación); construcción de objetos de análisis, muestras, categorías e indicadores; recortes, simplificaciones, aproximaciones y analogías efectuadas.

Actividad 2

Propósito: “Desmitificar” la hegemonía del método experimental en las ciencias naturales.

Fuente: Libros de popularización científica (pueden resultar adecuadas las colecciones “Ciencia que ladra...” de Siglo XXI y Universidad de Quilmes, y “Ciencia joven” de Eudeba).

Propuesta: Rastree, en los libros de popularización, descubrimientos o invenciones famosas que parezcan no haberse generado en un experimento controlado tradicional. Identifique las “fuentes” de validez del conocimiento esgrimidas tanto por los autores del libro como por los responsables de la innovación reportada.

Actividad 3

Propósito: Establecer una mirada crítica sobre el método científico escolar.

Fuente: Libros de texto de gran circulación para educación primaria o secundaria.

Propuesta: Tome diversas presentaciones escolares del método científico y compárelas entre sí, señalando convergencias y contradicciones. Trate de detectar qué imágenes de ciencia hay por debajo, utilizando las herramientas conceptuales provistas en este capítulo. Discuta qué ventajas y desventajas podría presentar el uso de cada una de esas diversas versiones de método con una determinada población de estudiantes.

Notas

¹Llamamos “epítome” a un *ejemplo paradigmático*, esto es, al elemento perteneciente a una clase que funciona como *modelo* para toda esa clase, portador de los atributos más característicos que la distinguen de otras. En este sentido, el pensamiento científico sería la razón “por antonomasia”.

²Una instancia archiconocida de este “mito”, muy útil para trabajar en el aula, son las “batas blancas” en la publicidad televisiva: (falsos) científicos promocionan diversos productos, avalando su calidad mediante (supuestas) investigaciones [25].

³Esta frase puede parecer contradictoria con la anterior: el sentido común, ¿admira la ciencia pero al mismo tiempo le teme y la rechaza? La explicación parece ser la siguiente: todo el mundo acepta que la ciencia es esencial e imprescindible... pero ¡prefiere que la hagan otros! Al respecto, pueden verse los resultados del *Proyecto ROSE*, en el cual una gran cantidad de estudiantes procedentes de 40 países (en su mayoría, desarrollados) fueron interrogados acerca de sus actitudes hacia la ciencia [26].

⁴Una fuente usual para el método científico escolar es la “concepción heredada” (así llamada porque es heredera directa del *positivismo lógico*, construido por el grupo de pensadores autodenominado Círculo de Viena durante las décadas de 1920 y 1930) [27].

⁵Isabel Fernández y sus colaboradores [28] llaman a esta concepción empobrecida de la actividad científica *visión rígida*; desde esta visión, la ciencia es considerada algorítmica, exacta e infalible.

⁶La palabra “positivismo” se acuña en la primera mitad del siglo XIX, en un período caracterizado por su fe ciega en el progreso material y social que emana de la ciencia. En el “cajón de sastre” de los positivistas agrupamos, un tanto laxamente, escuelas tales como el positivismo clásico de Auguste Comte, el positivismo lógico, la concepción heredada y algunas líneas recientes y actuales de corte “neoanalítico”. Todas ellas tienen en común el poner en un lugar central la *racionalidad* de la ciencia [29] [30]. En este mismo sentido, y extendiendo el abuso terminológico a límites casi aberrantes, se podría considerar que prácticamente todas las posturas de la epistemología anteriores a su profesionalización (desde Aristóteles hasta el debate dieciochesco racionalismo versus empirismo) son “positivistas”.

⁷Como personajes destacados, citemos a Gaston Bachelard (1884-1962) y Karl Popper (1902-1994).

⁸Se llaman ciencias *fácticas* o *empíricas* a aquellas que predicen sobre el mundo (natural o social), por oposición a las ciencias *formales*, que estudian entidades sin contenido.

⁹En el capítulo 1 se habló de un caso particular de esta creencia: es bien sabido que la mayor parte de las personas involucradas en los distintos *contextos* de la actividad científica adhieren a una postura *realista* para explicar la correspondencia entre conocimiento científico y mundo real.

¹⁰Nos estamos refiriendo a la *Weltanschauung*, o cosmovisión, la cual no está siendo puesta en tela de juicio durante períodos “normales” [31].

Referencias

- [1] Feyerabend, P.K. (1981). *Contra el método. Esquema de una teoría anarquista del conocimiento*, Barcelona, Ariel, original en inglés de 1975.
- [2] Fernández, I., Gil-Pérez, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.
- [3] Feyerabend, op.cit.
- [4] Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica.
- [5] Boido, G., Flichman, E. y Yagüe, J. (1988). *Pensamiento científico. Tomo I*, Buenos Aires, Prociencia-Conicet.
- [6] Bunge, M. (1993). *La ciencia, su método y su filosofía*, Buenos Aires, Siglo Veinte, reimpresión, basado en textos de 1957-58.
- [7] Hempel, C. (1973). *Filosofía de la ciencia natural*, Madrid, Alianza, original en inglés de 1966.
- [8] Chalmers, A. (2000). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*, Madrid, Siglo XXI, 3ª edición, original en inglés de 1999.
- [9] Hodson, D. (1988). Filosofía de la ciencia y educación científica. En Porlán, R., García, J.E. y Cañal, P. (comps.). *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*, 7-21, Sevilla, Díada, original en inglés de 1985.
- [10] Flichman, E., Miguel, H., Paruelo, J. y Pissinis, G. (comps.) (1999). *Las raíces y los frutos. Temas de filosofía de la ciencia*, Buenos Aires, CCC-Educando.
- [11] Chalmers, op. cit.
- [12] Chalmers, op. cit.
- [13] Echeverría, J. (1999). *Introducción a la metodología de la ciencia. La filosofía de la ciencia en el siglo XX*, Madrid, Cátedra.
- [14] Díaz, E. y Heler, M. (1999). *El conocimiento científico. Hacia una visión crítica de la ciencia*, Buenos Aires, Eudeba, 6ª edición.
- [15] Bunge, M. (1991). A critical examination of the new sociology of science. Part I. *Philosophy of the Social Sciences*, 21(4), 524-560.
- [16] Izquierdo Aymerich, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. En Perales, F.J. y Cañal, P. (eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, 35-64, Alcoy, Marfil.
- [17] Izquierdo Aymerich, op. cit.
- [18] Echeverría, J. (1995). *Filosofía de la ciencia*, Madrid, Akal.
- [19] Giere, R. (1992). *La explicación de la ciencia. Un acercamiento cognoscitivo*, México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, original en inglés de 1988.
- [20] Estany, A. (1993). *Introducción a la filosofía de la ciencia*. Barcelona: Crítica.
- [21] Adúriz-Bravo, op. cit.
- [22] Izquierdo Aymerich, op. cit.
- [23] Adúriz-Bravo, op. cit.
- [24] Samaja, J. (1999). *Epistemología y metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica*, Buenos Aires, Eudeba, 3ª edición.
- [25] Campanario, J.M., Moya, A. y Otero, J.C. (2001). Invocaciones y usos inadecuados de la ciencia en la publicidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 45-56.

- [26] Acevedo Díaz, J.A. (2005). Proyecto ROSE: Relevancia de la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 440-447.
- [27] Chalmers, op.cit.
- [28] Fernández et al., op. cit., p. 480.
- [29] Estany, op. cit.
- [30] Echeverría, 1999, op. cit.
- [31] Kuhn, T. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, original en inglés de 1962.