

IDEAS EPISTEMOLÓGICAS DE LAUDAN Y SU POSIBLE INFLUENCIA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

COLOMBO DE CUDMANI, LEONOR

Instituto de Física. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. UNT.

SUMMARY

Since the 60's, alternative epistemologies have been questioning in depth the rationality of science and scientific progress as well. This has not always produced positive results in the field of Science Education. The aim of this paper is to analyze Laudan's ideas on these matters, as well as their possible incidence upon the teaching of science.

A partir de los años sesenta las nuevas epistemologías o epistemologías alternativas han generado dudas y planteado serios cuestionamientos a temas como el de la racionalidad de la ciencia y el progreso científico. Estas tesis han sido muy difundidas y se han proyectado sobre campos que van más allá de la epistemología misma.

Un ejemplo muy notable, en este sentido, es la gran influencia que la obra de Kuhn ha ejercido desde la publicación de su obra *La estructura de las revoluciones científicas* en 1962, influencia que fue particularmente notoria en el campo de la enseñanza de las ciencias (Kuhn, 1971).

No cabe duda de que, en muchos aspectos, esta influencia ha sido positiva, abriendo los modelos de aprendizaje de la ciencia a cuestiones vinculadas con la historia y la cultura e incorporando elementos que superan la construcción puramente lógica del conocimiento científico. Tal es el caso del modelo de cambio conceptual (Posner et al., 1982; Hewson, M. y Hewson, P., 1984; Hewson P.W. y Thorley, N., 1989; Duschl R. y Hamilton R., 1991), muy difundido en los últimos años.

Sin embargo el impacto de estas ideas, como las de otros epistemólogos contemporáneos que cuestionan fines y valores de la ciencia, restringen el concepto de *progreso científico* a un «efecto de conocimiento de naturaleza práctica», el cual sería una especie de intuición respecto a que la nueva teoría que se adopta es aquella en la cual los resultados prácticos que se obtienen son más efectivos (Althusser, citado por Klimovsky, 1994, p. 335).

Estas cuestiones podrían, a nuestro entender, incidir desfavorablemente en las motivaciones de los jóvenes hacia la empresa científica. Por otra parte, si bien se reconoce la importancia de los aspectos no conceptuales (epistemológicos, metodológicos, ontológicos, etc.) en la enseñanza de las ciencias, en general se presupone que los cambios se dan al mismo tiempo que el cambio conceptual.

En este trabajo nos proponemos analizar algunas concepciones epistemológicas de Larry Laudan, quien propone un marco referencial valioso para fundamentar modelos de aprendizaje de las ciencias (Duschl y Gitomer, 1991; Villani, 1992). Consideraremos sus pro-

puestas respecto a la importancia de los fines y valores de la ciencia para generar un *modelo reticular de progreso científico* que permite superar planteos sobre la racionalidad de la ciencia, tal como se derivan de otras epistemologías alternativas. En particular, nos centraremos en aquellas cuestiones que, a nuestro entender, están más relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia.

MODELO RETICULAR DE LAUDAN. FINES Y VALORES DE LA CIENCIA

En su obra *Science and Values*, Laudan (1984) rescata la importancia de las metas de la ciencia, integradas en un modelo reticular para la construcción del conocimiento científico.

Este modelo *reticular* se contrapone al modelo *jerárquico* de cambio conceptual, el cual, si bien reconoce los cambios ontológicos, metodológicos y axiológicos que tienen lugar cuando cambian los paradigmas científicos (Kuhn, 1971), propone que éstos se den simultáneamente con el cambio conceptual.

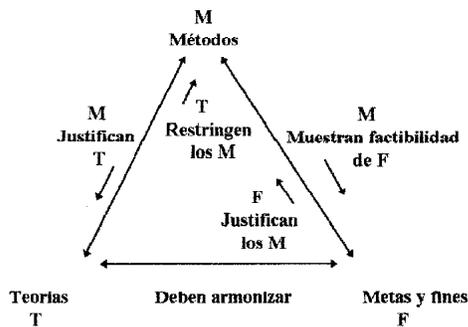
Esto conduce a que se jerarquicen, en la enseñanza, las actividades para generar cambios conceptuales y se descuiden otras cuestiones como, por ejemplo, las relacionadas con los fines del conocimiento científico, tópico fundamental del modelo reticular.

Por el contrario, este modelo plantea un proceso de cambio complejo, de reajustes mutuos, que no se dan necesariamente al mismo tiempo, en el cual ningún *campo* es privilegiado en el sentido de marcar el *comienzo* de un ciclo o proceso de cambio.

La figura 1 (Duschl y Gitomer 1991, p. 845) muestra los tres componentes principales del modelo.

- Las *teorías* con sus conceptos fundamentales y ontologías subyacentes.
- Las *metodologías*.
- Las *metas* y los *fines* que responden a las respectivas pro-puestas axiológicas.

Figura 1



Entre los elementos existen fuertes interrelaciones.

- Los métodos justifican las teorías.
- Las teorías restringen, limitan, las metodologías.
- Los fines y las metas justifican las metodologías.
- Las metodologías ponen de manifiesto la factibilidad de los fines.
- Las teorías deben armonizar con los fines y los valores.

La tesis de Laudan sostiene que los científicos pueden alterar sus compromisos teóricos sin afectar sus compromisos metodológicos y axiológicos.

La historia de la ciencia muestra muchos ejemplos de que esto es así. Cuando Copérnico propone su sistema heliocéntrico, lo hace considerándolo un modelo que hace mucho más simple los cálculos, pero no está claro que haya creído que la Tierra no era el centro del Universo. Cuando Dalton propone su teoría atómica, no cree en la existencia de los átomos como tampoco Plank cree en la existencia del *quantum*. Por otra parte, muchos cambios conceptuales y aceptaciones de nuevas teorías científicas se dan sin que cambien apreciablemente ni los fines y las metas, ni los cánones de aceptación y validación que usan los científicos.

«Cambia la imagen jerárquica y relativista de racionalidad científica. El modelo reticular de Laudan argumenta que la justificación en ciencias fluye tanto hacia arriba como hacia abajo entre metas cognoscitivas, patrones metodológicos y creencias teórico-empíricas.» (Doppelt, 1986, p. 237).

- Las conceptualizaciones teóricas, las metodológicas y las metas u objetivos son tales que cada uno de ellos justifica la aceptación de los otros en un campo apropiado.

Por esto el cambio no es holístico. Cada elemento puede cambiar sin que necesariamente cambien los demás.

- Un cambio en las conceptualizaciones puede darse cuando la nueva teoría satisface mejor las metodologías adoptadas. Tal sería el caso, por ejemplo, de la revalorización del uso de las series de Fourier en óptica después del descubrimiento del láser.

- Un cambio metodológico puede deberse a que permite una realización más completa de los fines y objetivos como, por ejemplo, se pudo aceptar el método experimental desarrollado por Galileo sin alterar la idea de verdad objetiva del conocimiento científico aristotélico.

- Un cambio en metas y propósitos puede deberse a que los objetivos propuestos inicialmente son irrealizables o violan teorías aceptadas por la comunidad científica. Así, el abandono del ideal de predicción determinista clásico es reemplazado dentro de la misma física clásica por un determinismo probabilístico.

LA RACIONALIDAD Y EL PROGRESO DE LA CIENCIA

La inconmensurabilidad de los paradigmas

Otro aspecto de las ideas de Laudan que parecen ser de interés para encarar problemas vinculados a la enseñanza de las ciencias son sus concepciones sobre la racionalidad.

La tesis de Kuhn sobre la inconmensurabilidad de las teorías sostiene que, cuando la comunidad científica discute la opción entre teorías rivales, «inevitablemente ven de manera diferente alguna de las situaciones experimentales u observacionales a las que tienen acceso. Sin embargo, como los vocabularios en que discuten tales situaciones constan predominantemente de los mismos términos, tales términos tienen que estar remitiendo a la naturaleza de una manera distinta» (Kuhn, 1971, p. 303).

Por esta razón, los defensores de las distintas teorías deben recurrir a la «traducción de significados» y a la «persuasión». Pero «traducir una teoría o visión del mundo al propio lenguaje no es hacerla propia [...] la conversión requerida aún lo elude» (Kuhn, 1971, p. 310).

Los científicos se convierten al nuevo paradigma por una especie de iluminación (*insight*) cuyos misteriosos mecanismos no responden a argumentos racionales: «es el acto mediante el cual una persona de pronto tiene una visión *gestáltica* del modo de articular la realidad por parte del contendiente y, como consecuencia, se adhiere a las creencias de éste. Esta suerte de *insight* le permitiría al nuevo converso captar el nuevo paradigma mas no comprenderlo ni señalar las razones por las cuales ha hecho la elección» (Klimovsky, 1994, p. 262).

Según Laudan, aun cuando los paradigmas fueran inconmensurables en el sentido de Kuhn, de ello no resulta que no haya bases *racionales* para elegir entre teorías rivales (Laudan, 1987).

Estas ideas tienden a superar las concepciones de Kuhn (1971) sobre la «indecidibilidad» de la teoría, según las cuales éstas no son comparables, pues sus términos no responden a los mismos significados.

El mismo Kuhn, quizás como una respuesta a las múltiples objeciones sobre esta idea de inconmensurabilidad de paradigmas, sostiene que aceptar o rechazar un paradigma depende principalmente de reglas metodológicas, pero éstas son *meras convenciones*, y dependen también de valores y fines que persiguen los científicos, que son en última instancia, *subjetivos* (Kuhn, 1977). Esto hace imposible que se tomen decisiones racionales en lo que se refiere a la inconmensurabilidad desde el punto de vista objetivo (Laudan, 1987).

Como ejemplo, Kuhn cita el caso de los científicos que sin dilación aceptan las teorías cuánticas y relativistas «persuadidos de la nueva opinión, pero, sin embargo,

incapaces de internalizarla y de sentirse a gusto en el mundo al que ayudan a dar forma» (Kuhn, 1971, p. 311).

De todo esto no se deduce, para Laudan, que no existan fundamentos racionales sobre los que se apoya la comunidad científica para optar entre paradigmas rivales. «[...] muchas reglas plausibles de apreciación (por ejemplo, evitar hipótesis *ad hoc*, preferir teorías que hacen predicciones sorprendentes, etc.) no requieren una *traducción* “interparadigmática” entre el lenguaje objeto de una teoría en el lenguaje objeto de sus rivales» (Laudan, 1987, p. 222).

Cuando los científicos, adoptan nuevas metodologías o modifican sus objetivos cognoscitivos lo hacen en muchos casos por cuestiones fundadas en argumentos racionales.

Con respecto a este tema, otros epistemólogos proponen diversos criterios *racionales* para aceptar la nueva teoría. Bunge (1973), por ejemplo, propone criterios como la *potencia explicativa*, la *exactitud*, la *profundidad*, al *ámbito de aplicación*. Por su parte Schwab (1973, p. 30), rescata la ganancia en *adecuación*, *interconexión*, *factibilidad* y *continuidad*.

El enfoque que estos autores adoptan es más bien el de una *normativa* sobre los criterios que se *deben usar*.

Un científico como Hawking afirma: «Una teoría es una buena teoría siempre que satisfaga dos requisitos: debe describir con *precisión* un *amplio conjunto de observaciones* sobre la base de un *modelo* que contenga sólo unos pocos *parámetros arbitrarios* y debe ser capaz de predecir resultados de observaciones futuras» (Hawking, 1988, p. 27).

Diderich (1972), en cambio, estudia lo que los científicos *realmente usan* cuando argumentan a favor o en contra de una nueva teoría. Para ello, analiza las discusiones que se generaron en el Congreso Solvay de 1911 a raíz del informe en el que Plank introduce el *quantum* de radiación. Recoge en particular las argumentaciones de Bohor, Lorentz, Einstein, Sommerfield, Thompson, Poincaré, entre otros.

El análisis y la interpretación de esta *física (y físicos) en acción* le permite establecer tres tipos de criterios:

Relativos a la relación con otras teorías

– La teoría debe poder ser usada en coordinación con otras teorías aceptadas.

– Las teorías establecidas deben ser reinterpretadas y usadas correctamente de modo que sirvan de fundamento u origen de nuevas teorías.

Relativos a la relación entre teorías y experiencias:

– La nueva teoría deberá concordar con la experiencia.

– La nueva teoría deberá relacionar fenómenos de campos diferentes.

Relativos a los conceptos y estructuras

- Las premisas deben ser lógicamente coherentes.
- Meras formulaciones matemáticas no pueden ser consideradas como descripciones *físicas* suficientes.
- Las teorías deben incorporar un mínimo de constantes arbitrarias.
- Deben respetar la ley natural (Poincaré): «El estado de un sistema estudiado depende sólo de su estado en un instante inmediato anterior.»

No caben dudas de que en estos criterios aparecen cuestiones ontológicas, epistemológicas y axiológicas importantes, pero, ¿podría sostenerse su falta de racionalidad?

A nuestro criterio este estudio de Diderich responde bastante bien a la trama reticular de Laudan, que vincula teorías con métodos y con metas y fines.

En un contexto comparativo, una teoría es *mejor* que sus rivales en el sentido en que propone:

- cánones metodológicos más eficientes, consensuados y limitados con los cuales se puede llegar a las conclusiones;
- fines y logros compatibles con los patrones aceptados;
- estructuras conceptuales más adecuadas a la solicitud objetiva, lo que se traduce en un mayor consenso intersubjetivo.

Laudan reconoce que las teorías no se rechazan simplemente porque presenten anomalías (cuestiones que una no puede resolver en tanto que otra teoría sí lo hace); existe todo un espectro de posiciones y actitudes cognoscitivas que no se limitan sólo a *aceptar* o *rechazar* la teoría. Los principios de racionalidad científica están presentes en los debates y discusiones, los cuales giran en muchos casos sobre cuestiones conceptuales y no sólo empíricas. Pero esos principios racionales no son inmutables. Cambian a lo largo de la historia; los cánones de los griegos no son los mismos que los de Galileo o los de Heisenberg y cambian también respecto al campo factual al que se aplican y al grado de generalidad. Esto da lugar a una gran variedad de principios para probar, comparar, comprobar y evaluar teorías consensuadas por la comunidad científica (Laudan, 1987).

El problema del progreso de la ciencia

Laudan considera que el proceso de cambios de paradigmas no es acumulativo, pero la evaluación de las teorías realizada en un contexto comparativo permite a los científicos decidir entre teorías mejores que otras.

¿Mejores en qué sentido? En el sentido que son más eficaces para resolver problemas «[...] nuestro principio

de progreso nos indica que es preferible la teoría que más se acerca a resolver el mayor número de problemas empíricos importantes, en tanto que genera el menor número de anomalías considerables lo mismo que problemas conceptuales» (Laudan, 1985, p. 283).

Pero no sólo es importante el progreso relativo en lo que se refiere a la solución de problemas, también importa el «futuro progreso»; «una teoría con un alta tasa inicial de progreso puede merecer que se la sostenga aun cuando su efectividad neta para resolver problemas sea insatisfactoria».

Es por eso que la coexistencia de teorías rivales no es la excepción sino la regla «[...] el verdadero desarrollo de la ciencia se encuentra más cerca del cuadro de la coexistencia permanente de rivales y omnipresencia del debate conceptual que del cuadro de ciencia normal del «paradigma» dominante de Kuhn. Las confrontaciones dialécticas son esenciales para el crecimiento y la mejora del conocimiento científico; como la naturaleza, la ciencia tiene rojos los colmillos y las garras» (Laudan, 1985, p. 290).

CONCLUSIÓN

Las cuestiones que se abordan en este trabajo con referencia a las ideas de Laudan son, a nuestro entender, de gran valor para la enseñanza de las ciencias. En efecto, no es necesario insistir sobre la importancia que las motivaciones de estudiantes y docentes adquieren frente al logro de un aprendizaje significativo de las ciencias.

La visión de una empresa científica despojada de fundamentos racionales y de metas progresistas en la enseñanza no parece ser el caldo de cultivo más apto para generar actitudes positivas hacia el aprendizaje de una ciencia y, por supuesto, tampoco para un posterior desarrollo de actitudes positivas hacia la investigación.

Aparece así una paradoja de nuestro tiempo en la que es posible detectar una pérdida de interés y de motivación para los estudios científicos en una cultura en la que los adelantos están inmersos en una tecnología derivada de los logros científicos y cuya supervivencia depende cada vez más del desarrollo científico-tecnológico.

Si bien las revisiones, que las epistemologías alternativas plantean respecto a la visión dogmática y ahistórica de las ciencias, sobre todo en Kuhn y Feayerabend, han sido positivas en cuanto a que permiten una visión más abierta y crítica de lo que es la ciencia, creemos que es válida la propuesta de Laudan en cuanto a revalorizar la racionalidad y el progreso en la empresa científica.

Las concepciones de Laudan, en su revalorización de la racionalidad, a nuestro criterio, proporcionan un enfoque positivo para guiar el accionar de docentes y estudiantes de ciencia, como lo demuestran, entre otros, trabajos de Duschl y Gitomer (1991) y de Villani (1992) mencionados al principio de este trabajo.

Por otra parte, el modelo reticular que se plantea es muy rico e integra cuestiones como la de los fines, que permite introducir en la enseñanza de la física toda la valiosa y motivadora problemática que se vincula con la interrelación entre ciencia, técnica y sociedad. Los jóvenes son particularmente sensibles a estas cuestiones. Además, da un marco epistemológico apropiado a la integración de los componentes conceptuales, procedimentales y actitudinales de los contenidos curriculares.

En síntesis, considero que estas ideas de Laudan pueden ser guías útiles para una planificación más eficiente de

las actividades de enseñanza-aprendizaje de las ciencias y permiten formular algunas hipótesis fundadas, cuya convalidación puede dar lugar a futuros trabajos de investigación:

- La revalorización que Laudan plantea de la racionalidad y el progreso científico pueden favorecer los intereses y actitudes de docentes y estudiantes en la enseñanza de las ciencias.
- El modelo reticular sería una guía eficiente en la planificación de actividades para mejorar la enseñanza de las ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTHUSSER, L. (1985). Citado por Klimovsky, p. 283.
- BUNGE, M. (1973). *La investigación científica*. Barcelona: Ariel.
- DIDERICH, M. (1979). The context of inquiry in Physics. *Am. Journ. of Phys.*, 40, p. 449.
- DUSCHL, R. y GUTINER, D. (1991). Epistemological Perspectives on Conceptual Change: Implications for Educational Practice. *Jour. of Research in Science Teach.* 28(9), pp. 839-858.
- DOPPEL, T. G. (1978). Khun's Epistemological Relativisms: An Interpretation and Defense. *Inquiry*, 21, pp. 33-86.
- DOPPEL, T. G. (1986). Relativism and the Reticulational Model of Scientific Rationality. *Synthese*, 69, pp. 225-252.
- DUSCHL, R. y HAMILTON, R. (1991). *Philosophy of Science, Cognitive Science and Educational Theory and Practice*. Sunny Press (Albany, Nueva York).
- ELAM, E. (1973). *La educación y la estructura del conocimiento (compilación)*. Buenos Aires: El Ateneo.
- HACKIN, G.J. (1985). *Revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- HAWXING, S.W. (1988). *Historia del tiempo*. Buenos Aires: Crítica.
- HEWSON, M. y HEWSON, P. (1984). Effect of instruction using student's prior knowledge and Conceptual Change Strategies. *Journal of Res. in Science Teach.* 20(8), p. 713.
- HEWSON, P.W. y THORLEY (1989). The conditions of Conceptual Change. *Journal of Science Educ.*, 11. Especial issue, pp. 541-553.
- KUHN, T. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica (Incluye posdata 1970).
- KUHN, T. (1977). *The essential Tension. Selected Studies in Scientific Tradition and Change*. Chicago University Press.
- KLIMOVSKY, G. (1994). *Las desventuras del conocimiento científico*. Buenos Aires: A-2 Editora.
- LANDAU, L. (1984). *Science and Values: The aims of science and their role in scientific debate*. Berkeley: University of California Press.
- LAUDAN, L. (1985). Un enfoque de resolución de problemas al progreso científico. Cap. VII de Hacking (1985).
- LAUDAN, L. (1987). Relativism, Naturalism and Reticulation. *Synthese*, 71, pp. 221-234.
- LAUDAN, L. (1993). *La ciencia y el relativismo*. Madrid: Alianza Editorial, SA.
- POSNER, G.J. et al. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66, pp. 211-227.
- SCHWAB, J. (1973). Problemas, tópicos y puntos de discusión. Cap. I de Compilación de Elam (1973).
- STRIKE, K.A. y POSNER, G. J. (1991). A revisionist Theory of Conceptual Change. Capítulo de la compilación de Dusch, R. (1991).
- VILLANI, A. (1992). Conceptual Change in Science and Science Education. *Science Education*, 76(2), pp. 223-237.

[Artículo recibido en diciembre de 1997 y aceptado en septiembre de 1998.]