

Veinte años de la teoría del cambio conceptual

Andoni Garritz Ruiz

Introducción

Hace poco más de veinte años que surgió la teoría del cambio conceptual en el aprendizaje de las ciencias. Posner, Strike, Hewson y Gertzog presentaron el 11 de septiembre de 1981 un artículo a la revista *Science Education* (Posner *et al.*, 1982) que fue aceptado diez días más tarde, y en el que proponen pautas análogas entre el cambio de los conceptos durante el desarrollo de la ciencia y el cambio conceptual producto de acomodar el aprendizaje de la ciencia de forma personal.

El artículo mencionado de Posner *et al.*, según dicen los mismos autores, está basado parcialmente en el documento titulado “Aprendiendo relatividad especial: un estudio de los problemas intelectuales encarados por alumnos universitarios”, presentado en la Conferencia Internacional de Celebración del Centésimo Aniversario de Albert Einstein, del 8 al 10 de noviembre de 1979, en la Universidad de Hofstra. Ello demuestra que la teoría del cambio conceptual tiene ya más o menos veinte años.

Desde ese momento, la teoría del cambio conceptual forma parte de la estructura del constructivismo, corriente que plantea que el aprendizaje es el resultado de la interacción entre lo que se enseña al alumno y sus propias ideas o conceptos. Sin duda una forma nueva de pensar sobre el aprendizaje, el constructivismo llevó al estudio, muy extendido, de los llamados ‘errores conceptuales’ de los estudiantes, que luego dio en llamárseles ‘esquemas alternativos’, para moderar la calificación de ‘errores’. También forma parte del constructivismo el comprender algunos de los motivos de la persistencia de los esquemas alternativos, para lo cual no resulta suficiente intentar desarrollar una visión razonada de cómo las ideas estudiantiles interaccionan con ideas nuevas e incompatibles. De lo que se trata, según explican Posner *et al.*, es de plantear una teoría bien articulada que describa o explique las dimensiones sustantivas del proceso por el que las personas cambian sus conceptos centrales y organizadores, desde un conjunto de conceptos a otro, incompatible con el primero.

Posner *et al.*, proponen que el aprendizaje, siendo una actividad racional, se preocupa de las ideas,

de su estructura y de su evidencia, al igual que la investigación científica, y debe por lo tanto comportarse de una manera similar a la filosofía contemporánea de las ciencias, dado que una cuestión central de esta filosofía es cómo los conceptos cambian con el impacto de nuevas ideas o de nuevas informaciones.

Así, para basar la teoría del aprendizaje en la filosofía contemporánea de las ciencias, toman los autores las obras de Kuhn (1970) y de Lakatos (1970).

La tesis kuhniana. Una presentación esquemática

La siguiente formulación del modelo de Kuhn intenta ofrecer una visión de conjunto, tomada de la obra de Pérez Ransanz (1999), que permitirá observar posteriormente los nexos que Posner y colaboradores encontraron entre esta visión kuhniana y el aprendizaje científico.

Kuhn parte de la base de que las diversas disciplinas científicas se comportan de acuerdo con un patrón general. Kuhn afirma en su libro *La estructura de las revoluciones científicas* que su modelo intenta describir “la estructura especial de la continua evolución de una ciencia”.

Dicho patrón general comienza con una etapa “preparadigmática”, en la cual coexisten diversas escuelas que compiten entre sí por el dominio en un cierto campo de investigación. Entre estas escuelas existe muy poco acuerdo con respecto a la caracterización de los objetos de estudio, los problemas que hay que resolver, las técnicas y procedimientos que han de utilizarse, etcétera. Este periodo de las escuelas termina cuando el campo de investigación se unifica bajo la dirección de un mismo marco de supuestos básicos, que Kuhn llama “paradigma”. Los diversos investigadores llegan a la conclusión de que uno solo de los enfoques competidores es tan prometedor que abandonan los demás y adoptan ese enfoque como la base de su propia investigación. Kuhn aclaró posteriormente el uso de la palabra “paradigma”, incluyéndole dos significados complementarios: 1) como logro o realización concreta, y 2) como conjunto de compromisos compartidos. El primer sentido se refiere a las soluciones exitosas y sorprendentes de ciertos problemas, las cuales son

reconocidas por toda la comunidad pertinente. Funcionan estos casos como ejemplos que deben seguirse en las investigaciones subsecuentes. El segundo sentido se refiere al marco de presupuestos o compromisos básicos que comparte la comunidad encargada de desarrollar una disciplina científica.

El consenso alrededor de un paradigma marca el inicio de una etapa de “ciencia normal”, en la que todos los científicos parten del paradigma y resuelven cada vez problemas más complejos, haciendo del enfoque teórico del paradigma aceptado algo más preciso y mejor articulado. Durante la investigación “normal” el marco de supuestos básicos (el paradigma) no se considera problemático ni sujeto a revisión, se acepta sin discusión. Así, los científicos resuelven nuevos problemas, identifican nuevos datos y los juzgan como significativos al reconocer sus semejanzas con los ejemplares paradigmáticos. Las nuevas generaciones de científicos aprenden el significado de los conceptos básicos de la teoría al resolver problemas que corresponden a soluciones modelo, que muestran la conexión entre la teoría y la experiencia, muestran cómo ver y manipular la naturaleza desde cierta perspectiva teórica.

Contrariamente a sus propósitos, la investigación normal, con su creciente especialización y extensión del campo de aplicaciones, conduce tarde o temprano al planteamiento de problemas o anomalías que se resisten a ser resueltos con las herramientas conceptuales o instrumentales del paradigma establecido. Al surgir estas anomalías puede empezarse a pensar que algo anda mal en el fondo y que sólo un cambio en los supuestos básicos permitirá encontrar una solución. Esta etapa en la que se pone en duda la eficacia y la corrección del paradigma vigente es la etapa “de crisis”.

Con la crisis comienza la ciencia extraordinaria, esto es, la actividad de proponer estructuras teóricas alternativas que implican un rechazo o una modificación de los supuestos aceptados hasta entonces. En estos periodos en que, como dice Kuhn, “los científicos tienen la disposición para ensayarlo todo”, proliferan las propuestas alternativas, proliferación que cumple un papel decisivo en el desarrollo de las disciplinas, ya que los científicos no abandonan un paradigma a menos de que exista un paradigma alternativo que les permita resolver la disyuntiva. El periodo de crisis termina de alguna de las siguientes maneras: 1) el paradigma en tela de juicio se muestra finalmente capaz de resolver los problemas que pro-

vocaron la crisis; 2) ni los enfoques más radicalmente novedosos logran dar cuenta de las anomalías, por lo cual éstas se archivan en espera de una etapa futura, en la que se cuente con mejores herramientas conceptuales e instrumentales; 3) surge un paradigma alternativo que parece ofrecer una solución a las anomalías, y comienza la lucha por lograr un nuevo consenso.

Kuhn describe un cambio de paradigma como una “revolución científica”. Al describirlo como “una revolución”, Kuhn cuestiona que la elección entre teorías rivales sea una cuestión que pueda resolverse mediante algún procedimiento efectivo (o algorítmico) de decisión. Es decir, se trata de una elección que no se puede resolver apelando exclusivamente a la lógica y la experiencia neutral. Los cuerpos de conocimiento separados por una revolución son “incomensurables”, esto es, no son completamente traducibles entre sí. Las diferencias que acompañan a la inconmensurabilidad son diferencias en los compromisos básicos de los paradigmas: diferencias en los criterios sobre la legitimidad y el orden de importancia de los problemas; diferencias en las leyes que se consideran como fundamentales; diferencias en la red de conceptos a través de la cual se estructura el campo de investigación y se organiza la experiencia; diferencias en los supuestos sobre qué entidades y procesos existen en la naturaleza, y diferencias en los criterios de evaluación de la teoría. Con base en estas diferencias, y empleando su propio criterio, los científicos deben definirse por retomar el paradigma anterior o tomar el nuevo paradigma.

Después de una revolución, aparece un nuevo paradigma que vuelve a ser aceptado por la comunidad científica, y se empieza de nueva cuenta una etapa de ciencia normal. Así, una vez que una disciplina ha entrado en su madurez, pasa repetidamente a través de la secuencia: ciencia normal-crisis-revolución-nueva ciencia normal.

La teoría del cambio conceptual

En su artículo, Posner *et al.* proponen la cuestión básica acerca de cómo cambian las ideas previas de los estudiantes al sufrir el impacto de las nuevas ideas y de las nuevas evidencias provenientes del aprendizaje de una ciencia. Dicho aprendizaje no es la simple adquisición de un conjunto de ideas correctas, de un repertorio verbal o de un conjunto de conductas, pues aprender, al igual que investigar, debe ser considerado más como un proceso conceptual.

En ocasiones, los estudiantes utilizan conceptos ya existentes para trabajar con nuevos fenómenos. A esta variante del cambio conceptual la denominan Posner y colaboradores como *asimilación*. Sin embargo, a menudo los conceptos preexistentes en el estudiante son inadecuados para permitirle captar los fenómenos satisfactoriamente. Entonces el estudiante debe reemplazar o reorganizar sus conceptos centrales (cambiar de paradigma). A esta forma más radical de cambio conceptual la denominan Posner y colaboradores como *acomodación*.

Posner *et al.*, reconocen cuatro condiciones como comunes a la mayoría de los casos de acomodación:

1) *Debe existir insatisfacción con las concepciones existentes*. De acuerdo con la similitud planteada entre el desarrollo científico y el aprendizaje de la ciencia, antes de que suceda una acomodación es razonable suponer que la persona habrá recogido todo un conjunto de problemas sin solución (o anomalías, como las llama Kuhn) y perdido su esperanza en la capacidad de sus conceptos vigentes para resolver estos problemas. Una experiencia previa a la consideración de un nuevo concepto es, entonces, que la concepción existente sea vista con alguna insatisfacción por quien va a aprender.

En un segundo artículo aparecido tres años más tarde (Strike y Posner, 1985) analizan cuáles son las condiciones que producen insatisfacción en los estudiantes al conocer una anomalía en forma de un hallazgo experimental:

- entienden por qué el hallazgo experimental representa una anomalía;
- creen que es necesario reconciliar el hallazgo con sus concepciones existentes;
- están convencidos de la reducción de inconsistencias con la adopción de los nuevos conceptos respecto a mantener las creencias que tienen;
- los intentos de asimilar el hallazgo a sus concepciones existentes parece no funcionar.

2) *Una nueva concepción debe ser mínimamente inteligible*. En el modelo de Kuhn, un paradigma alternativo sólo puede tomar el lugar de un paradigma firme si es comprendido por los científicos. De igual forma, en el aprendizaje, la persona debe ser capaz de captar cómo puede el nuevo concepto estructurar la experiencia suficientemente como para explorar sus posibilidades inherentes. Para que un alumno pueda considerar la adopción de una nueva concepción debe encontrarla inteligible. La inteligibilidad

es una condición necesaria, mas no suficiente, para la acomodación.

3) *Una nueva concepción debe aparecer como verosímil inicialmente*. Para que los estudiantes consideren una concepción alternativa, deben al menos entenderla de forma superficial. Las ideas no pueden funcionar psicológicamente a menos de que el alumno pueda representarlas internamente. Una vez que los estudiantes pueden representar una nueva concepción pueden considerar su plausibilidad.

4) *Un nuevo concepto debe sugerir la posibilidad de un programa de investigación fructífero o provechoso*. Una persona es conquistada por una nueva concepción si le ayuda a interpretar experiencias, resolver problemas y, en ciertos casos, encontrar necesidades espirituales o emocionales. Una nueva concepción debe hacer más que la concepción previa si ha de considerársela fructífera, aunque debe hacerlo sin sacrificar cualquiera de los beneficios de la concepción previa o, en todo caso, debe dar los suficientes incentivos por el sacrificio requerido.

Nuestra descripción de cuatro condiciones para una acomodación exitosa puede dar idea de un proceso lineal, que parte por la insatisfacción con una concepción existente, seguida de encontrar una nueva concepción entendible, que conduce a una creencia de su plausibilidad y concluyendo que dicha creencia va a ser provechosa.

Sin embargo, este esquema lineal es una sobresimplificación dado que la nueva concepción, la científica, puede formar parte de un esquema mental ontológicamente diferente al de la concepción previa. En el lenguaje de Kuhn, una y otra son intraducibles o inconmensurables. El estudiante podrá quizás acomodar ciertos aspectos, mas no todos, de la nueva concepción científica. El cambio, por más que se trata de un cambio radical, no necesariamente es abrupto. Hay por lo tanto buenas razones para suponer que, para los estudiantes, la acomodación será un acto gradual y poco sistemático.

Implicaciones educativas

Pasemos a las implicaciones educativas de esta teoría del cambio conceptual señaladas por los propios autores. Las cuatro condiciones mencionadas se resumen en insatisfacción, inteligibilidad, verosimilitud y provecho. Éstas representarían los cuatro pasos que debe lograr un profesor para transformar una idea previa estudiantil en un concepto científico, un

cambio que los estudiantes se resisten a realizar hasta que se encuentran insatisfechos con sus conceptos vigentes y encuentran una alternativa inteligible y verosímil que parece provechosa para proseguir con la investigación.

Si los estudiantes las toman en serio, las anomalías aportan la clase de conflicto cognitivo (similar al estado kuhniano de “crisis”) que los prepara para una acomodación. Cuanto más sería consideren los estudiantes a la anomalía, más insatisfechos se encontrarán con sus conceptos vigentes, y más preparados estarán, para acomodar los nuevos conceptos. Así, el profesor debe retar las concepciones de los estudiantes, debe aportar anomalías que inicien tal conflicto cognitivo.

El contenido de los cursos de ciencias debe ser tal que haga las teorías científicas inteligibles, verosímiles y provechosas, para lo cual aparecen como necesarias las siguientes concepciones:

- Debe darse mayor énfasis a la asimilación y acomodación por los estudiantes que a la simple “carga” de contenidos;
- Deben incluirse “anomalías retrospectivas” si algunas de las anomalías históricas son difíciles de comprender;
- Debe enseñarse a los estudiantes la suficiente teoría observacional, de forma que puedan comprender las anomalías seleccionadas;
- Debe usarse cualquier metáfora, modelo o analogía disponible que haga a la nueva concepción más inteligible y verosímil.

Finalmente, los autores conciben una serie de estrategias didácticas adecuadas a esta teoría de cambio conceptual. Como tales citaremos:

- Desarrollar lecturas, demostraciones, problemas y experimentos de laboratorio que puedan emplearse para crear conflictos cognitivos en los estudiantes;
- Organizar la instrucción de forma que los profesores puedan pasar una parte importante de su tiempo diagnosticando los errores del pensamien-

to de sus estudiantes e identificando las acciones utilizadas por los mismos para resistir la acomodación;

- Ayudar a los estudiantes a dar sentido al contenido científico, representando para ello este contenido en múltiples formas (por ejemplo oral, matemática, concreta-práctica y plástica) y ayudando a los estudiantes a traducir de un tipo de representación a otro;
- Desarrollar técnicas de evaluación que ayuden a los profesores a seguir los procesos de cambio conceptual en los estudiantes.

Con esto concluye nuestro homenaje a Posner, Strike, Hewson y Gertzog, en espera de que una nueva teoría nos lleve a otro periodo de crisis en nuestros conceptos sobre el aprendizaje de la ciencia. ▀

Referencias

- Kuhn, T.S., *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, University of Chicago Press, 1970. En español, *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, México, 1971.
- Lakatos, I., Falsification and the Methodology of Scientific Research Programs, en: *Criticism and the Growth of Knowledge*, I. Lakatos and A. Musgrave, editors, Cambridge, Cambridge University Press, 1970.
- Pérez Ransanz, Ana Rosa, *Kuhn y el cambio científico Fondo de Cultura Económica, México, 1999.*
- Posner, George J., Strike, Kenneth A., Hewson, Peter W. and Gertzog, William A., Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change, *Science Educ.*, **66**(2), 211-227 (1982).
- Strike, K. A. and Posner, G. J., A Conceptual Change View of Learning and Understanding, en: *Cognitive Structure and Conceptual Change*, L.H.T. West and A. L. Pines, editores, Orlando, Academic Press, 1985.