



CONCEPCIONES DE LA CIENCIA Y SUS IMPLICANCIAS PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE

Por: Nilda J. Corral de Zurita

Introducción

Es el propósito de este trabajo señalar la importancia de atender al desarrollo de una concepción de la ciencia adecuada a su extensión y complejidad real en la formación de los futuros profesores en los distintos dominios científicos.

Son bien conocidas las dificultades que encuentran los profesores para enseñar disciplinas científicas y las que tienen los estudiantes para alcanzar un aprendizaje significativo en ellas. Una causa conocida de esta situación se encuentra la insuficiente preparación del estudiante para tratar con conceptos abstractos y para resolver problemas complejos, componentes ambos propios de los dominios científicos. Otra causa que ha merecido mucho atención se ubica en las denominadas "ideas previas" o "preconcepciones" que refieren a las expectativas y nociones que el estudiante mantiene sobre aquello a aprender. A estas causas reconocidas la investigación de la dinámica del cambio conceptual ha incorporado otro elemento igualmente importante: el marco epistemológico de los estudiantes. Los profesores en formación no sólo tienen ideas previas sobre los contenidos científicos, también tienen sus propias ideas sobre la ciencia misma, sus productos, sus métodos, sus fines, sus procesos de cambio y progreso; y así como el conocimiento anterior de un estudiante tiene efectos en sus aprendizajes posteriores, también los tiene sus concepciones sobre la ciencia misma.

Con la expresión *concepciones de la ciencia* se alude aquí a los puntos de vista generales, y, por lo tanto, generalizables a distintos dominios, acerca del saber científico, sus procesos de generación y sus contextos; lo utilizamos para indicar el reconocimiento de la complejidad interna de este objeto de cambio que involucra tanto creencias como actitudes y valores. Algunos trabajos desarrollados en este marco han estudiado el impacto de las creencias acerca de la ciencia en el proceso de cambio conceptual y aportan evidencia que indica que los estudiantes que mantienen una concepción más realista de la ciencia también abordan mejor las materias científicas, ofreciendo mejor disposición para comprender este conocimiento; igualmente sugieren que estos presupuestos pueden actuar como restricciones para el aprendizaje de conocimientos en dominios específicos, y que una concepción adecuada es un factor que contribuye a efectuar cambios en la representación del conocimiento. Se comprende entonces la importancia del tema en la formación de los futuros profesores en ciencias, puesto que la construcción de una concepción inadecuada dará lugar a una circularidad difícil de



resolver ya que a su turno probablemente los profesores así formados no dispondrán de recursos para transmitir una concepción adecuada en su actividad docente.

En este trabajo y a modo de aproximación al tema, presento en primer lugar una síntesis de resultados obtenidos por la investigación desarrollada en los últimos años acerca de las concepciones de la ciencia que, explícita e implícitamente, sostienen enseñantes y estudiantes, para, a continuación, inferir algunas de sus consecuencias en la enseñanza y el aprendizaje en dominios específicos. Finalmente sostengo que en la formación de los estudiantes futuros profesores en ciencias es necesario atender al mismo tiempo el conocimiento específico disciplinar y el metacocimiento del ámbito.

Concepciones de la ciencia en estudiantes y enseñantes

“Las investigaciones desarrolladas sobre la comprensión de la naturaleza de la ciencia por los estudiantes (generalmente desde secundaria a universidad) coinciden consistentemente en que exhiben una comprensión inadecuada de la misma en altas proporciones” (Vazquez y Manassero, 1999: 378). Pero, en qué consiste esta comprensión inadecuada?

En las últimas décadas se ha producido un número significativo de trabajos que atienden esta cuestión. Aunque presentan una importante dispersión en la selección de los aspectos de la ciencia que toman en consideración, amén de una considerable diversidad en los procedimientos empleados, permiten identificar el núcleo de una concepción muy extendida entre estudiante y profesores de ciencias, cuya caracterización intento a continuación:

- prevalece una visión lineal y algorítmica de la metodología científica, como etapas ordenadas, separadas y predeterminadas que, seguidas mecánicamente, permiten llegar a resultados seguros.

- en lo que se refiere al trabajo experimental, es común entre los alumnos una visión ritualista del mismo, en vez de considerarlo una actividad racional relacionada directamente con la producción del conocimiento. La comprensión de la relación entre las preguntas que se dirige a la naturaleza, la formulación de hipótesis plausible y el diseño de los experimentos es, en general, débil

- igualmente débil es la relación que se establece entre el conocimiento científico y la posibilidad de su aplicación a la comprensión de situaciones cercanas a la realidad cotidiana.

- se encuentra también muy extendida la concepción dogmática de la ciencia, que la entiende como una colección de leyes que se cumplen con precisión e infalibilidad absolutas.

- también la tendencia a creer que el conocimiento científico está fundamentado principalmente en el estudio objetivo de determinados hechos, otorgando, por tanto, a la observación un papel casi excluyente en la producción y validación del conocimiento.



- esta creencia se acompaña de la convicción de que con el paso del tiempo estos conocimientos se aproximarán cada vez más a la verdad absoluta, articulándose en torno a leyes que existen independientemente de que los científicos las descubran.

- en relación con las ciencias experimentales se constata con frecuencia que los estudiantes entienden que estas ciencias constan de un componente conceptual y matemático que se aprende en los libros y de otro componente que se adquiere en el laboratorio, lo que implica que no han alcanzado la comprensión del particular vínculo que mantienen las categorías de comprensión y las experiencias científicas

- otro rasgo destacable es la visión aséptica del conocimiento científico, concebido con prescindencia de cualquier influencia extracientífica, un conocimiento sin sesgos posibles, ni compromisos metodológicos, ontológicos y axiológicos

- en lo que hace al progreso científico es imaginado con carácter exclusivamente acumulativo. Esta perspectiva entiende que el progreso científico es exclusivamente lineal, e ignora las crisis, los momentos de reestructuración del conocimiento y los cambios en la valoración de la evidencia.

- coherentemente prevalece una representación que concibe la ciencia como un saber que produce verdades incontrovertibles en continua expansión, donde la argumentación y las controversias tienen el carácter de anécdotas.

- se ha constatado también la tendencia a exaltar la supremacía del conocimiento científico sobre otras formas de conocimiento, en el sentido de otorgarle casi el monopolio de la racionalidad humana

- a su turno la visión de los científicos corresponde a una concepción individualista o de torre de marfil, imagen que contribuye a ocultar el carácter esencialmente público de los procesos investigativos y sus productos.

- consistentemente también se ha observado que muchos estudiantes mantienen la idea de que las grandes teorías científicas nacen completas en la mente de hombres geniales.

- resulta llamativa las escasas menciones a las situaciones problemáticas que desencadenan un proceso investigativo; la investigación científica, las leyes y las teorías aparecen mayoritariamente, o de una observación inicial "a-teórica" y "a-problemática", o de una hipótesis inicial sin objetivos y sin referentes fácticos

- paralelamente se advierte una elevada incapacidad para identificar aspectos que diferencian significativamente el trabajo científico de la forma en que se piensa y actúa en la vida cotidiana frente a los fenómenos naturales.

Considerada en su conjunto puede decirse que esta extendida concepción oculta la dinámica y la variedad de la actividad investigadora, los complejos procesos de toma de decisiones que realizan los científicos, los compromisos teóricos que asumen, los modelos que sustentan sus decisiones, entre otros. Igualmente ignora el carácter provisional y controvertible del



conocimiento científico, la existencia de teorías en competencia, las limitaciones en la validez de las leyes, y la apertura permanente al cuestionamiento como una de las claves de los procedimientos científico que posibilita el desarrollo de las teorías. El mito de la neutralidad científica es especialmente eficaz para excluir al sujeto de la ciencia, es decir, su condición de protagonista inmerso en una cultura y con una historia de vida que incluye su formación profesional. También considerada en su conjunto esta representación es coherente con la enseñanza de las ciencias con carácter preeminente de transmisión cultural y con el aprendizaje pasivo y descomprometido de sus contenidos.

Implicancias para el aprendizaje y la enseñanza

Diversos trabajos han puesto de manifiesto la relación que existe entre las concepciones epistemológicas que mantienen los profesores de ciencias y las que desarrollan los alumnos, por lo que una de las causas posibles del origen de las concepciones de estos últimos sería la influencia explícita o implícita del profesor, a través de la organización y desarrollo de las clases, de los métodos de enseñanza, de las pautas de trabajo y transmisión del conocimiento (Campanario y Otero 2000). En efecto, cabe esperar que las concepciones predominantes entre los estudiantes al iniciar su formación en el profesorado no sean muy diferentes de la que sostienen sus profesores de los niveles anteriores, los que, a su vez, transmiten los modelos en los que han sido formados. No creo que pueda aceptarse una correlación directa entre las concepciones epistemológicas de profesores y estudiantes por una parte, y sus respectivas maneras de enfocar la enseñanza o de abordar el aprendizaje en dominios científicos, por otra; sin embargo, es razonable pensar que están relacionadas, y que además pueden tener importantes implicaciones en el desarrollo de actitudes y de recursos cognitivos:

- si el conocimiento científico es entendido como una doctrina y una colección de datos y fórmulas más que como un sistema teórico-empírico en evolución, puede preverse que fácilmente esta creencia se traducirá en estrategias de enseñanza centradas de modo casi excluyente en la dimensión declarativa del conocimiento y en estrategias de aprendizaje centradas en la toma rutinaria de apuntes y su memorización.

- si la ciencia se concibe como un saber en el que el sujeto (investigador o comunidad científica) está ausente, si sus procesos constructivos permanecen ocultos, puede esperarse que se la perciba como extraña, lejana y totalmente ajena a la experiencia propia de la relación con la realidad y que esto promueva una actitud de distanciamiento y pasividad.

- si la creencia es que el conocimiento científico se compone de hechos, fórmulas y datos, la disposición y uso de sus recursos cognitivos en las tareas de aprendizaje y comprensión serán adaptados a esta característica supuesta, es decir, se pondrán en acción recursos para la retención en la memoria de hechos, fórmulas y datos.



- si se piensa que el conocimiento científico guarda el monopolio de la racionalidad humana, puede esperarse que la consecuencia sea una desvalorización de otros modos de conocimiento que responden a otras finalidades (conocimiento sapiencial, especulativo y hermenéutico).
- si se la ve como conjunto de datos, afirmaciones y métodos, no se advertirá el carácter sistemático de los sistemas explicativos y predictivos que son las teorías científicas, en consecuencia difícilmente pueda advertirse sus potenciales aplicaciones a fenómenos y problemas próximos a la experiencia.

En resumen, estas creencias favorecen la desmotivación para el aprendizaje significativo, reemplazándolo por la motivación del conocimiento para superar exámenes, y también favorecen la actitud de adhesión acrítica a la autoridad del libro y del profesor.

Implicancias para el cambio

Las concepciones de la ciencia pueden ser abordadas de modo casi análogo al tratamiento que se da a las preconcepciones en dominios específicos porque comparten sus características definitorias: son construcciones personales, permanecen implícitas pero operantes, y son muy resistentes al cambio. Pero creo que también deben señalarse algunas diferencias significativas. Una de ellas es que se trata de una preconcepción de carácter genérico que subyace al conocimiento de diversos dominios científicos, que es relativamente independiente de estos dominios y con potencial influencia sobre el cambio conceptual en cualquiera de ellos. lo cual introduce cierta especificidad a tener en cuenta. Otra diferencia destacable es que a pesar de que las concepciones de la ciencia son también el resultado de la interacción del sujeto con el entorno, su situación difiere del conocimiento sobre el mundo físico y social, el del dominio psicológico y el del lenguaje: sistemas con los que los sujetos mantienen interacción directa. La ciencia es parte de la realidad de nuestras sociedades, existe en los sujetos que la practican, en sus actividades, en las instituciones que regulan su accionar, en las comunidades que los organizan, en las redes de comunicación que los vinculan, en sus códigos, en sus productos, y, por supuesto, en las representaciones del mundo que genera y en los sistemas de acción que posibilita.

Pero esta realidad no sólo constituye un universo amplio, variado y de límites imprecisos, sino que también, por regla general, resulta ajena y está alejada de la experiencia directa de los estudiantes y también de muchos profesores; el contacto es indirecto y se realiza mediatizado por libros de texto, profesores, y medios de comunicación. Los alumnos no son científicos, ni el aula es un laboratorio, ni estudiantes y profesores conforman comunidades científicas; lo cual constituye un conjunto de condiciones que favorece la formación de creencias basadas en los rasgos característicos y superficiales, próximos a lo que puede observarse, antes que creencias basadas en las características definitorias, lo cual explica la notable dificultad para su



modificación constatada en aquellos proyectos de desarrollo curricular que han puesto énfasis en la importancia de la construcción de estas representaciones. Aún con estos condicionantes, una acción educativa adecuada podría orientar el cambio en dirección a una mejor comprensión de esta multifacética y esquivada realidad. El objetivo no sería llevar al profesor y al estudiante al lugar del científico, pero tampoco aceptar que la formación del profesor se base fundamentalmente en la recepción de un conocimiento declarativo que oculta la importancia que tiene la capacidad de identificar brechas en el conocimiento, la habilidad para apropiarse del saber disponible en función de propósitos definidos, la capacidad para la selección de propiedades y de relaciones estratégicas y significativas para la comprensión del objeto, la constitución y valoración de lo que cuenta como evidencia, y, por supuesto, la capacidad argumentativa encargada de dar coherencia al conjunto. Evidentemente no se trata de una tarea sencilla y rápida. El desarrollo de una concepción realista y significativa para el aprendizaje de conocimientos científicos sólo puede lograrse a largo plazo, con presencia continua en la formación de los profesores en ciencia. Su construcción sería necesariamente gradual, requiriendo variados contextos y la aplicación de estrategias de aprendizaje diversas y directamente vinculados a los distintos dominios de conocimiento incluidos en la formación del profesor. Contextos y estrategias pensados desde la especificidad de estos dominios, enraizados en sus conceptos, en sus procedimientos y en sus fuerzas generadoras de cambio y evolución.

El primer paso consistiría en que los profesores sean conscientes de las concepciones que prevalecen entre sus alumnos y de sus implicancias para el aprendizaje. En tal sentido, Griffiths y Barry (1993) sugieren que los profesores podrían primero examinar su propia comprensión de la naturaleza de la ciencia y también que podría ser apropiado para ellos preguntar a sus estudiantes, incluso de modo informal, que entienden por términos tales como hecho, teoría, y leyes y pedir un ejemplo ilustrativo de cada uno de ellos. Potencialmente, estos procedimientos podrían iluminar al profesor acerca de la comprensión de sus estudiantes sobre la ciencia misma. Y podrían sorprenderlo. Una conciencia más explícita de estas cuestiones podría ayudar a reducir algunos aspectos de los métodos de enseñanza predominantes, como aquellos que enfatizan excesivamente en el conocimiento de datos y en manipulaciones formales, incorporando el saber metacientífico, tanto de modo explícito como a través de ilustraciones y aplicaciones, de modo sostenido a lo largo de la formación y en el contexto de materias y problemas de carácter disciplinar.

Por otra parte, si se tiene en cuenta que una concepción inicial de la ciencia es resistente al cambio, y se considera la particularidad de que el contacto con esta realidad está generalmente mediatizado, parece razonable que las estrategias que se implementen para lograr el cambio en la dirección deseada se basen en decisiones acerca de en qué aspectos y en qué nivel de profundidad es razonable esperar que pueda producirse. Cualquiera sea el sistema de aspectos interrelacionados que pueda seleccionarse como máximamente significativo para asumir tal



compromiso educativo. el conjunto de disciplinas que tienen como objeto la ciencia - filosofía de la ciencia, historia, sociología y antropología de la ciencia- cuentan con un vasto desarrollo que permitiría a los profesores su transposición atendiendo a la articulación de una propuesta para la formación de estas representaciones, e incluso para proveer la base para el diseño de materiales didácticos

Bibliografía.

- BIZZO N. M. V. *Historia de la ciencia y enseñanza de la ciencia: qué paralelismo cabe establecer?. Comunicación, Lenguaje y Educación*, 1993, 18, 5-14
- CAREY S. Y SPELKE E. (1994) *Domain- specific knowllledge and conceptual change*. En Hirschfeld L. A. y Gelman S. A. (Eds) *Mapping the Mind. Domain Specificity in Cognition and Culture*. Cambridge. NY: Cambridge University Press.
- CAMPANARIO J. M. (2000) *El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno*. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (3), 369-380. Universidad Autónoma de Barcelona.
- CAMPANARIO J- M. Y OTERO J. C. (2000) *Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento y las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias*. *Enseñanza de las ciencias* 18 (2), 155- 169. Universidad Autónoma de Barcelona.
- CHOMAZ M. F., CRUZ M. N. Y CACHAPUZ A. F. (1996) *Concepciones de futuros profesores del primer ciclo de primaria sobre la naturaleza de la ciencia: contribuciones de la formación inicial*. *Enseñanza de las ciencias*, 14 (3) . 315-322. Universidad Autonoma de Barcelona.
- DE POSADA, J M (1996) *Hacia una teoría sobre las ideas científicas de los alumnos: influencia del contexto*. *Enseñanza de las ciencias*, 14 (3), 303-314.
- DUSCHL R. A. (1995) *Perspectivas epistemológicas sobre el cambio conceptual: implicaciones para la practica educativa*. *Comunicacion, lenguaje y educacion*, 25, 107-125.
- GRIFFITHS A. K. Y BARRY M. (1993) *High School Students' Views About deh Nature of Science* *Shool Science and Mathematics*, 93 (1). Canadá. Memorial University of Newfoundland .
- GUNSTONE R. F. (1994) . *The importance of specific science content in the enhancement of metacognition*. En: Fenshan P., Gunstone R. y White R.(Eds) *The Content of Sciencie*. London. The Falmer Press.
- MATTHEWS M. R. (1994) *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencias: la aproximacion actual*. *Enseñanza de las ciencias* , 12 (2), 255-277. Universidad Autonoma de Barcelona.



- PRAIA J. Y CACHAPUZ F. (1994) *Un análisis de las concepciones acerca de la naturaleza del conocimiento científico de los profesores portugueses de la enseñanza secundaria. Enseñanza de las ciencias*, 12 (3). Universidad Autónoma de Barcelona.
- REIF F. Y LARKIN J. H. (1991) *El conocimiento científico y el cotidiano: comparaciones e implicaciones para el aprendizaje. Comunicación, lenguaje y educación*, 21, 3- 30.
- THOMAZ M F, CRUZ, M N , MARTINS, L P , CACHAPUZ A F (1996) *Concepciones de futuros profesores del primer ciclo de primaria. Sobre la naturaleza de la ciencia: contribuciones de la formación inicial. Enseñanza de las ciencias*, 14 (3), 315-322.
- VÁZQUEZ A. Y MANASSERO, MASS, M. A.(1999) *Características del conocimiento científico: creencias de los estudiantes. Enseñanza de la Ciencias Vol. 17 (3). Instituto de Ciencias de la Educación de la universidad Autónoma de Barcelona.*