

AVANCES DE UN ESTUDIO SOBRE COMPRENSIÓN DE LA CIENCIA Y DE LA CULTURA CIENTÍFICA EN LA ESCUELA SECUNDARIA

SERGIO R. TORRES OCHOA / MA. CARMEN MORALES MORALES / GUSTAVO MEDINA MIRAVETE
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo / Instituto Michoacano de Ciencias de la Educación

RESUMEN: Avances de investigación de un proyecto aprobado y financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Secretaría de Educación Pública/Subsecretaría de Educación Básica (SEP/SEB) de México. Se trata de un estudio particular sobre educación científica que intenta rebasar a la simple alfabetización científica; esto es, interpretar la comprensión de la ciencia y la cultura científica, susceptibles de ser reveladas en procesos de educación formal. En el presente caso, el nivel básico escolarizado de la secundaria en México. Es una muestra representativa de estudiantes de los 3 ciclos. La parte metodológica consiste en el desarrollo de un modelo de valoración conceptual a partir de un instrumento diseñado expresamente. El instrumento consta de reactivos elaborados proposicionalmente, con bases conceptuales, y fundamentados en un criterio teórico delimitado por investigadores y la literatura especializada.

La valoración cognitiva está referida de manera general a la concepción genérica de ciencia. Los datos analizados cuantitativamente hacen un acercamiento parcial a la problemática planteada. El contraste y evaluación de la otra parte metodológica, la cualitativa de observación y entrevista a profesores, será objeto de documentación posterior. La delimitación conceptual sobre ciencia y cultura científica permitirá incidir curricularmente y en la intervención docente de la escuela secundaria en México. En la presente ponencia se hacen reflexiones argumentativas, sustentadas en el rigor de las ciencias educativa y psicológica, sobre el contexto social y cultural en el que puede la ciencia sentar bases de comprensión sobre sí misma.

PALABRAS CLAVE: cultura científica, comprensión, escuela secundaria, ciencia, conceptos.

Introducción

La comprensión de la ciencia y de la cultura científica es, sin duda, un importante eje estructurador de la formación escolar de los adolescentes, esto es, estudiantes del nivel secundario. De ello depende, en gran medida, la capacidad de aprendizaje y el desarrollo de habilidades que determinarán su desempeño como individuos adultos, ligado o no a

profesiones de tercer nivel educativo. Las posibilidades para alcanzar competencias en la educación básica en México, particularmente en la secundaria, dependen, entre otros factores, de la pertinencia curricular en relación con los requerimientos sociales actuales. Parte importante de dicha pertinencia atañe a la comprensión de la ciencia y de la cultura científica. La capacidad diferenciadora crítica sobre el significado del conocimiento científico para la sociedad y la cultura inmediatas son pilares en la formación básica de los adolescentes. Esto es fundamental para el desenvolvimiento personal de los adolescentes en su futuro entorno social: su desempeño laboral y/o profesional de cualquier índole. Esto es, el desarrollo de competencias con fundamento en la ciencia y su relación con la cultura, forma parte integral e indisoluble del desarrollo personal y social que la escuela secundaria persigue en México con su nuevo modelo curricular. Indagar e incidir sistemáticamente con propuestas que fortalezcan esta visión es el propósito explícito en el problema de investigación de este estudio. El desarrollo de competencias generales y específicas relacionadas con la ciencia y la cultura científica implica, forzosamente, que dichas competencias también estén al alcance de los profesores. De ahí que una visión integral del problema lleva ineludiblemente a la reflexión y análisis sobre lo que ocurre en este segundo grupo de protagonistas de la escuela secundaria. ¿Cuál y de qué calidad es la comprensión de la ciencia y de la cultura científica en los profesores de secundaria en correspondencia con el impacto formativo en sus estudiantes?, es decir: ¿cuál es la comprensión de la ciencia y de la cultura científica que incorporan cognoscitivamente los estudiantes de secundaria?, son las preguntas de investigación que le otorgan significado al presente estudio.

Objetivo general

Evaluar diferencialmente la comprensión de la ciencia y la cultura científica en estudiantes y profesores de secundaria. El objeto es proponer un conjunto de factores pedagógicos que refuercen dicha comprensión y la consecuente interacción en el aula a partir, particularmente, de la intervención docente.

Objetivos específicos

1. Evaluar diferencialmente, en términos cuantitativos, la comprensión de la ciencia y de la cultura científica en estudiantes y profesores de secundaria en el estado de Michoacán.

2. Valorar diferencialmente, en términos cualitativos, la percepción e interpretación sobre la ciencia en estudiantes y profesores de secundaria en el estado de Michoacán.
3. Proponer conjunto de factores pedagógicos que favorezcan o aumenten la comprensión de la ciencia en la escuela secundaria, a partir de la intervención docente.

Marco teórico y antecedentes

Si consideramos que la comprensión de la ciencia y la cultura científica son relevantemente promovidas dentro de la escuela, es factible considerar que: "La principal finalidad educativa de la enseñanza de las ciencias será la de contribuir a una formación democrática y la alfabetización científica deberá girar en torno a esta formación" (Acevedo, 2004: 8). Por otro lado, como señala Vygotsky, en palabras de Tormöhlen, Auth y Auler (2008: 3), "El desenvolvimiento de conceptos cotidianos y científicos son procesos íntimamente interligados, que ejercen influencia unos sobre otros, posibilitando que surjan nuevos niveles de desenvolvimiento". Adicionalmente, el significado de la construcción de la ciencia es el basamento de una cultura donde resalta el carácter lógico de la estructura del conocimiento científico expresado a partir de conceptos: "Los hechos no son dados directamente por el mundo como unidades de verdad, son construidos a partir de observaciones cargadas de teoría.

Percibimos al mundo a través de lentes conceptuales. Sólo cuando son reconocidos, los hechos pueden convertirse en problemas científicos" (Ruiz, 1996: 11). Aquí se toma en cuenta la idea de que el pensamiento cotidiano se nutre de ideas previas que el común de la gente, particularmente los jóvenes, adquieren a través de las tecnologías de la información, constituyéndose hoy en la principal fuente de las ideas previas o preconociones. Y que, "Las ideas previas actúan como verdaderas teorías implícitas o concepciones alternativas a las teorías científicas establecidas en el currículo escolar y, por ello, constituyen un obstáculo epistemológico importante para el aprendizaje de la ciencia" (Vázquez y Manassero, 2007: 4).

En la literatura especializada es posible encontrar estudios sobre interacción entre metodología de acercamiento al problema cognitivo y la epistemología de la teoría científica; existen diseños que están en práctica, tal es el caso del modelo de análisis

preposicional (MAP), donde se ha analizado el aprendizaje de conocimiento formal, en términos de su organización conceptual (Campos, Cortés y Gaspar, 1999, Campos, Gaspar y Alucema, 2000). También existen estudios comparativos sobre dificultades en la asimilación conceptual en el nivel de profundidad y de integración (Campos y Cortés, 2005; Cisneros, 2008; Paniagua y Meneses, 2008). Es decir, el MAP procura investigación sobre organización conceptual y representación del discurso científico. En términos generales, uno de los elementos metodológicos básicos de lo que se pretende aparece en Campos y Gaspar: "...el contexto temático permite construir un foco de atención común, en el que se concentran tanto diversas estructuras proposicionales como su referencia a algún mundo posible y una función ilocutoria "lo que se quiere que entiendan los interlocutores en el proceso interactivo" (Campos y Gaspar, 2009: 42). Ello aunado al referente de que hay que considerar dos dimensiones complementarias: "Análisis de palabras y de discurso, en las que se procesa el texto mediante acceso lexical (codificación y significado de palabras) y codificación proposicional (integración de significados en enunciados con sujeto y predicado)" (Campos y Gaspar, 2008: 33).

También se consideran visiones de estudios previos que, por ejemplo, señalan: "Las percepciones de la ciencia y la tecnología, se refieren a un saber informativo y de significación" (Arana, 2009: 270), donde se han revelado datos importantes como: "Desconocimiento generalizado de la gestión de la ciencia y la tecnología, en conceptos como innovación, invención, transferencia de tecnología, entre otros" (Ibídem: 274). El planteamiento teórico que reporta Horning es también fundamento metodológico en esta investigación; que el análisis del texto puede categorizarse en tres niveles: "El micro nivel de las aseveraciones, el macro nivel del discurso, y un tercer nivel apuntando a la relación texto-lector. Al nivel de las aseveraciones, el significado es analizado como una serie de declaraciones abstractas cortas llamadas proposiciones" (Horning, 1985-86: 50). La valoración de la comprensión de la ciencia que se intentará no perderá de vista la advertencia de investigadores como Gil y Vilches cuando afirman: "...la posesión de profundos conocimientos específicos, como los que poseen los especialistas en un campo determinado, no garantiza la adopción de decisiones adecuadas, sino que se necesitan enfoques que contemplen los problemas en una perspectiva más amplia, analizando las posibles repercusiones a medio y largo plazo" (Gil y Vilches, 2006: 35).

En cuanto al momento cualitativo de la investigación, se toma como referente un estudio sobre lectura y conocimiento metatextual hecho en estudiantes de, entre otros grados, secundaria y donde se hace el planteamiento de que: "...las categorías de análisis empleadas y las tendencias identificadas no fueron definidas a priori, sino que emergieron en gran parte como consecuencia del proceso inductivo y sistemático..." (Hernández, 2008: 744). El contexto en que se desarrolla la investigación permite reconocer que: "Debido a que los conocimientos científicos se han construido socialmente en ámbitos no escolares, su introducción al sistema de enseñanza obliga a una serie de modificaciones que afectan su estructura y su funcionamiento" (Cajas, 2001: 244). El mismo autor advierte que: "El hecho de que la traslación de saberes científicos a saberes escolares ya se ha llevado a cabo de una manera un tanto espontánea significa que casi nunca se estudian sus implicaciones a largo plazo" (Ibídem), una intención permanente en la presente investigación.

El abordaje de aspectos cognitivos del estudio se funda en referentes teóricos como los que señalan: "La psicología cognitiva, además de los temas convencionales, cubre tópicos actuales que tratan un amplio rango de temas relacionados con el pensamiento, la cognición, el aprendizaje y el desarrollo humano. Estos temas han contribuido a extender el estudio y la comprensión de algunos procesos de la mente humana como la percepción, la representación del conocimiento, la modificabilidad cognitiva, la construcción de modelos psicológicos de procesamiento de la información, etcétera" (Sánchez, 2002: 5). Es también fundamento del estudio la idea reproducida en investigaciones previas sobre que: "Los estudiantes no vienen a clase con una mente en blanco. Generalmente ellos tienen ideas propias para interpretar los fenómenos de la naturaleza, el mundo que los rodea. En algunos casos, estas concepciones concuerdan con los nuevos conocimientos enseñados en clase, pero a veces existen contradicciones entre sus creencias que no coinciden con las ideas científicamente aceptadas.

Así mismo estos conocimientos previos influyen en cómo los estudiantes aprenden el nuevo conocimiento científico" (Mahmud y Gutiérrez, 2010: 2). No se pierde de vista tampoco que, como señala Coll respecto de los acercamientos teóricos al constructivismo, en palabras de de Posada (2002: 93): "Ninguna teoría por sí sola proporciona una visión integrada del desarrollo y del aprendizaje escolar suficientemente satisfactoria". Se coincide así con el propio de Posada en que el estudio intenta constituirse en "un puente

de unión entre dos campos actualmente tan distantes como el aprendizaje de las ciencias y la psicología cognitiva” (Ibídem: 94).

Es de destacarse, por último, que en lo relativo a la ciencia en la escuela es observable “una falta de equilibrio entre la clara vocación científica de la práctica educativa y la orientación hacia, por un lado, las necesidades y los intereses de los estudiantes y, por el otro, los procesos de aprendizaje” (Duit, 2006: 745); quien esto señala, también afirma que en algunos casos: “Encontramos un fuerte énfasis en las necesidades de los estudiantes en varios ámbitos y en el mejoramiento de los entornos de aprendizaje, a menudo acompañado por un desprecio de los asuntos relacionados con las ciencias como materia de estudio” (Ibídem). Duit también sugiere establecer vínculos entre estos enfoques: hacia la ciencia y hacia el estudiante, y se considerará esta postura en el presente estudio. Como bien apunta Guinovart (2011: 3-4): “...es imprescindible fomentar las acciones de apoyo a un sistema educativo que permita al ciudadano entender el mundo a través de los ojos de la ciencia, que le dé recursos para comprenderlo a través de la ciencia, sin ser un científico. No se trata de que todo el mundo deba estudiar asignaturas de ciencia de forma tradicional, sino que se deben encontrar formas creativas de desarrollar en los jóvenes la aplicación del enfoque científico a los problemas”.

A manera de colofón, es apropiado recuperar lo dicho por Simon (1985), en palabras de Sánchez (2002: 7), cuando, refiriéndose a la complejidad de la problemática abordada, señala que un modelo de esta naturaleza siempre será de racionalidad limitada y que, aun y cuando la complejidad no pueda ser asimilada completamente, es factible incorporar mecanismos para superarla y aceptar lo “bueno” (escala de mecanismos que fijan niveles de aspiración) cuando lo “mejor” sea inalcanzable.

Respecto a la metodología empleada

Se utiliza un instrumento de valoración cognitiva y sobre percepción de la ciencia con base en criterios constructivistas y de algunos elementos teóricos del modelo de análisis proposicional (MAP) de Campos y Gaspar (Campos, Gaspar y Alucema, 2000). El instrumento cuenta con un segmento de reactivos de apreciación de reconocimiento de estructuras lógicas sobre el significado de la ciencia -en términos del contexto y de la individualidad-. Otro segmento, de carácter cualitativo, valora particulares interpretaciones

sobre la ciencia y la percepción general que éstas representan como una expresión cultural.

Cada concepto analizado dentro del instrumento se construyó con base en criterios de expertos (científicos) consultados y literatura especializada. El conjunto de reactivos se categorizan por niveles cognitivos, como refiere el modelo de análisis proposicional (MAP): explicativo, descriptivo, ejemplificativo; cada uno también aprecia un grado de profundidad o complejidad representado por i, ii, iii (de complejidad del concepto valorado).

La estimación cuantitativa se realiza en términos estadísticos utilizando la prueba de distribución de ANOVA, aplicable al promedio del conjunto de estudiantes de la muestra total, diferenciados por género, estratificados (por grado escolar) y agrupados (por tipo de escuela: rural/urbana). Lo anterior es la base del análisis diferencial, tanto para comprensión como para el carácter de cultura científica. Esto se hace para cada uno de los tres niveles y sus respectivos grados cognitivos conceptuales.

El análisis de los resultados (media de valoración cognitiva para cada reactivo, del conjunto de la muestra de estudiantes) se utiliza para valorar el grado de significancia estadística entre tipo de escuela y grado escolar, como un indicador equiparable a valoración diferencial de comprensión de la ciencia en términos de reconocimiento de estructuras lógicas discursivas, a manera de proposiciones.

El segmento cualitativo del instrumento sobre interpretaciones de la ciencia y su consecuente percepción cultural, requiere interpretación con rasgos etnográficos, pues se procura extraer significantes con pertinencia discursiva respecto de componentes categoriales que aluden a percepción de determinada cultura científica: la que corresponde al conjunto de estudiantes y profesores de secundaria. En el caso de los profesores, se utiliza un instrumento compatible con el de los estudiantes. Con los elementos de expresiones significantes sobre ciencia y cultura científica, de alumnos y profesores, se infieren interpretaciones cualitativas específicas y representativas a profundidad.

Avances de resultados esperados

Serán presentados resultados producto de avances a la fecha de presentación de la ponencia y que versarán sobre:

1. Instrumento de evaluación diferencial de comprensión de ciencia y de cultura científica con base cognitivo-conceptual.
2. Datos indicadores de niveles de comprensión de la ciencia y de la cultura científica en profesores y estudiantes del nivel secundario (con posibilidad comparativa entre grupos: urbanos y rurales; por niveles; por género)
3. Conjunto de factores que fortalezcan los procesos de intervención docente pertinentes para desarrollar competencias respecto de la comprensión de la ciencia y de la cultura científica en la secundaria.

Referencias

- Acevedo D., J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (1). 3-16.
- Arana E., M. A. (2009). La educación científico-tecnológica de educadores infantiles en la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. En Campos, M. A. (Coord.) (2009), *Discurso, construcción de conocimiento y enseñanza*, UNAM-IISUE-Plaza y Valdés: México.
- Cajas, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. En *Revista enseñanza de las Ciencias*, 19 (2): 243-254.
- Campos, M. A. y L. Cortés R. (2005). El contenido epistemológico del conocimiento de estudiantes de biología en secundaria. En campos, M. A. (Coord.) (2005), *Construcción de conocimiento en el proceso educativo*, UNAM-CESU-Plaza y Valdés: México.
- Campos, M. A., L. Cortés y S. Gaspar (1999). Organización conceptual de estudiantes de secundaria sobre el concepto de biomoléculas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 3 (7): 27-77.
- Campos, M. A. y S. Gaspar (2008). Procesos de argumentación y habilidades cognoscitivas en el contexto educativo. En campos, M. A. (Coord.) (2008), *Argumentación y habilidades en el proceso educativo*, UNAM-IISUE-Plaza y Valdés: México.
- Campos, M. A. y S. Gaspar (2009). Discurso y construcción de conocimiento. En Campos, M. A. (Coord.) (2009), *Discurso, construcción de conocimiento y enseñanza*, UNAM-IISUE-Plaza y Valdés: México.
- Campos, M. A., S. Gaspar y A. Alucema (2000). Análisis de discurso de la conceptualización de estudiantes de biología de nivel universitario. *SOCIOTAM: Revista Interdisciplinaria de Ciencias Sociales y Humanidades*, 10(1).
- Cisneros R., S. (2008). Estrategia de enseñanza y organización lógico-conceptual de estudiantes de física de nivel medio superior sobre el concepto de energía. En Campos, M. A. (Coord.) (2008), *Argumentación y habilidades en el proceso educativo*, UNAM-IISUE-Plaza y Valdés: México.
- Duit, R. (2006). La investigación sobre enseñanza de las ciencias. Un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11 (30): 741-770.
- Gil P., D. y A. Vilches (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42: 31-52.

- Guinovart, J. J. (2011). ¿Cultura científica y ciudadanía? *Revista de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular*, 167: 3-4.
- Hernández, G. (2008). Teorías implícitas de lectura y conocimiento metatextual. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 13 (38): 737-771.
- Horning, A. S. (1985-86). Propositional analysis and the teaching of reading with writing. *Journal of Advanced Composition*, Vol. VI: 49-64.
- Mahmud M. C. y O. A. Gutiérrez (2010). Estrategia de enseñanza basada en el cambio conceptual para la transformación de ideas previas en el aprendizaje de las ciencias. En *Formación Universitaria*, 3 (1): 11-20.
- Paniagua, A. y J. A. Meneses V. (2008). Modelo de estructura cognoscitiva desde el punto de vista de la teoría reformulada de la asimilación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7 (1): 107-130. Consultado el 20 de abril de 2013 en: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART6_Vol7_N1.pdf
- Posada J. M de. (2002). Memoria, cambio conceptual y aprendizaje de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (2): 92-113. Consultado el 19 de abril de 2013 en: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC_1_2_4.pdf
- Ruiz G. R. (1996). La metodología científica y la enseñanza de la ciencia. En: Campos M. A. y R. Ruiz G. (1996). *Problemas de acceso al conocimiento y enseñanza de las ciencias*, UNAM: México.
- Sánchez, M. (2002). La investigación sobre el desarrollo y la enseñanza de las habilidades de pensamiento. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 4 (1). Consultado el 18 de marzo de 2013 en: <http://redie.uabc.mx/contenido/vol4no1/contenido-amestoy.pdf>
- Tormölen G. S., M. A. Auth y D. Auler (2008). Contribuições de Freire e Vygotsky no contexto de propostas curriculares para a educação em ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(1): 63-85. Consultado el 26 de abril de 2013 en: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART4_Vol7_N1.pdf
- Vázquez A. y M. A. Manassero (2007). Las actividades extraescolares relacionadas con la ciencia y la tecnología. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 9(1). Consultado el 4 de marzo de 2013 en: <http://redie.uabc.mx/contenido/vol9no1/contenido-vazquez3.pdf>