

¿HAY RELACIÓN ENTRE LA “COMPRENSIÓN EPISTEMOLÓGICA” Y LA “COMPRENSIÓN CONCEPTUAL” EN EL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA CLÁSICA?

SALINAS¹, JULIA; WAINMAIER², CRISTINA y GURIDI³, VERÓNICA

¹ Universidad Nacional de Tucumán, Argentina <jsalinas@herrera.unt.edu.ar>

² Universidad Nacional de Quilmes, Argentina.

³ Universidade de São Paulo, Brasil.

Palabras claves: Comprensión conceptual; Comprensión epistemológica; Aprendizaje; Física Clásica.

OBJETIVOS

- Aportar a la identificación de aspectos de una cierta estructura en las concepciones de los estudiantes, en la búsqueda de interpretaciones más profundas e interconectadas que su mera descripción
- Sugerir estrategias e instrumentos de enseñanza y evaluación de mayor eficacia.

MARCO TEÓRICO

La investigación educativa está mostrando que el aprendizaje comprensivo, con significado y con sentido, de la Física es el resultado de múltiples factores internos y externos al aula, cuya identificación, caracterización, incidencia e interrelación aún no han sido satisfactoriamente abarcadas, analizadas, comprendidas.

Entre los diversos factores cuya influencia cabría conjeturar y controlar desde una concepción constructivista sobre el aprendizaje de las ciencias, la comprensión por parte de los estudiantes de la *naturaleza epistemológica del conocimiento que se enseña* es reconocida por numerosos investigadores como una dimensión potencialmente relevante.

Este reconocimiento ha conducido a la realización de diversas indagaciones que han permitido conocer las imágenes de la ciencia y del conocimiento científico de los estudiantes y explica la fortaleza de esta línea de investigación, así como los esfuerzos destinados a clarificar y establecer consensos sobre lo que constituye una visión correcta de estos aspectos. El estudio de las visiones epistemológicas pretende aportar a la identificación de aspectos de una cierta estructura en las concepciones de los estudiantes, en la búsqueda de interpretaciones más profundas e interconectadas que su mera descripción y de estrategias e instrumentos de enseñanza de mayor eficacia controlada.

Dichas imágenes pueden ser vinculadas con distintos propósitos de la educación científica. En particular, distintos autores sostienen que las concepciones epistemológicas de los estudiantes influyen en los resultados del aprendizaje de los contenidos científicos (Songer y Linn, 1991; Gaskell, 1992; Mortimer, 1995; Salinas, Gil y Cudmani, 1995; Duschl y Hamilton, 1998; Campanario y Otero 2000).

Desde esta perspectiva, se entiende que una adecuada comprensión del cuerpo de conocimientos disciplinares requiere una adecuada comprensión de las concepciones epistemológicas que actúan como moldes en el proceso de su elaboración y validación. Sin embargo, hasta el momento hay relativamente poco análisis teórico-experimental sistemático de la relación entre las visiones epistemológicas de los estudiantes sobre las ciencias y el aprendizaje de las mismas, mucho menos en el campo de la educación universitaria. Los trabajos son escasos, la mayoría para el nivel medio, con resultados no coincidentes, y los autores alertan sobre la complejidad de esta relación (Strike y Posner, 1991; Halloun y Hestenes 1996; Tsai, 1998), por lo que el problema parece necesitar de más estudios y profundizaciones.

En este contexto, informamos sobre resultados obtenidos en dos Tesis de Maestría en las que nos propusimos responder el siguiente interrogante: *¿Hay relación entre la comprensión epistemológica de la Física y la comprensión del cuerpo de saberes de la disciplina?* Las poblaciones bajo estudio correspondieron a estudiantes de nivel medio (Guridi, 1999) y a estudiantes de nivel universitario (Wainmaier, 2003), en ambos casos asistentes a cursos de Física destinados a la familiarización de los estudiantes con el conocimiento de la disciplina (Furió y otros, 2001).

DESARROLLO DEL TEMA

Comenzaremos con la Tesis de Verónica Guridi (1999).

La población en estudio consistió en dos grupos de estudiantes de unos 15 años de edad, que cursaban Física como asignatura curricular obligatoria del tercer año de dos escuelas medias de la ciudad de Tandil (Buenos Aires, Argentina), atendidos por dos profesores diferentes: Grupo A (24 estudiantes de bachillerato con orientación técnica, escuela media pública, turno tarde, alumnos de clase media y media baja) y Grupo B (19 estudiantes de bachillerato con orientación contable, escuela media privada sin subvención estatal, doble escolaridad, alumnos de clase media alta).

Las variables de interés eran dos: la visión acerca de la Ciencia del estudiante (PE) y su concepción en Física (CC).

Variable PE (“Perfil Epistemológico”) - Hacía referencia a tres aspectos:

- Tipo de realismo atribuido al conocimiento científico.
- Concepciones sobre la forma en que “se hacen” las ciencias fácticas.
- Características atribuidas al conocimiento científico.

Variable CC (“Comprensión Conceptual”) - Hacía referencia a tres aspectos:

- Discriminación de leyes.
- Integración de leyes.
- Aplicación de leyes.

Como instrumentos de medición se usó una encuesta para la variable PE y un cuestionario para la variable CC. De cada uno de estos instrumentos se elaboraron dos versiones de características similares, a fin de limitar la contaminación en las respuestas. La confiabilidad y la validez de la encuesta y del cuestionario fueron controladas mediante la incorporación de más de un ítem por aspecto, el juicio de jueces externos y la realización de experiencias piloto.

En ambos grupos, los cuestionarios y las encuestas fueron administrados por escrito a posteriori de la enseñanza de la Mecánica Newtoniana, luego de que los estudiantes hubieran rendido una evaluación sobre esos contenidos, impartida por el docente a cargo del curso.

Se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para comparar los valores adoptados por la variable CC en ambos grupos de estudiantes. Considerando una prueba de dos colas con un nivel de significación de 0,01, se obtu-

vo que la media de los puntajes correspondientes al grupo A era significativamente menor que la media del grupo B.

Análogamente, la aplicación de la misma prueba con el mismo nivel de significación condujo a la conclusión de que la media de los puntajes de la variable PE correspondientes al grupo A era significativamente menor que la media de los puntajes de dicha variable en el grupo B.

El análisis de correlación entre las variables CC y PE se realizó con el coeficiente de correlación por rangos de Spearman. El análisis de significación indicó, para ambos grupos, que la correlación obtenida no era estadísticamente significativa.

Pasemos ahora a la Tesis de Cristina Wainmaier (2003).

El estudio se realizó con estudiantes de ciclos básicos universitarios de la Diplomatura en Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ, Argentina) y de carreras de Ingeniería de la Universidad Nacional de Buenos Aires (UBA, Argentina), distribuidos en cuatro grupos, a cargo de cuatro docentes diferentes (GRUPO 1: UBA, 18 estudiantes; GRUPO 2: UBA, 14 estudiantes; GRUPO 3: UNQ, 20 estudiantes; GRUPO 4: UNQ, 25 estudiantes).

Las variables de interés eran dos: la comprensión del cuerpo conceptual (CC) y la comprensión de aspectos epistemológicos (CE).

Variable CC (“Comprensión conceptual”) - Hacía referencia a cuatro aspectos:

- Diferenciación de conceptos y leyes.
- Integración de conceptos (en leyes) y de leyes (en teorías).
- Transferencia lateral y vertical de conceptos y leyes.
- Relación entre teorización y comportamiento fáctico.

Variable CE (“Comprensión Epistemológica”) - Hacía referencia a cuatro aspectos:

- Naturaleza epistemológica de los conceptos científicos.
- Naturaleza epistemológica de las leyes científicas.
- Naturaleza epistemológica de las teorías científicas.
- Naturaleza epistemológica de los modelos científicos.

Para evaluar las variables se elaboraron cuestionarios para CC y encuestas para CE. Se diseñaron dos versiones de cada uno de estos instrumentos a fin de limitar las posibles contaminaciones entre las respuestas. Se buscó que las cuestiones planteadas en ambas versiones de un mismo instrumento apuntaran a objetivos análogos y presentaran grados de dificultad similares.

Para la validación de los instrumentos, éstos fueron sometidos al juicio crítico de otros docentes investigadores y fueron administrados en experiencias piloto. Para su confiabilidad, se elaboraron de modo que hubiera más de una cuestión que apuntaran a un mismo aspecto.

Los cuestionarios y encuestas fueron respondidos por los estudiantes en forma individual y por escrito. Fueron administrados luego de que los alumnos hubieran aprobado (o al menos regularizado) la asignatura en que se imparte la Mecánica Newtoniana.

Como indicador para el estudio de correlación se eligió el coeficiente por rangos de Spearman (r_s). Además se realizaron pruebas estadísticas para analizar la significación de la asociación observada (prueba t de Student, con un nivel de significación de 0,01 para la hipótesis de nulidad).

El análisis de significación indicó, para los cuatro grupos, que la correlación obtenida era estadísticamente significativa.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS ABIERTAS

En ambas Tesis de Maestría, los estudiantes de las muestras asistían a cursos de Física claramente destinados a la familiarización con el cuerpo de conocimientos de la disciplina (Furió y otros, 2001).

En un caso (Guridi 1999) se trabajó con estudiantes del nivel medio y en el otro (Wainmaier 2003), con estudiantes de ciclos básicos universitarios.

En ambos casos, la operativización de las variables destinadas a conocer la comprensión conceptual tuvo en cuenta que en la enseñanza se pretendía alcanzar un aprendizaje comprensivo de los contenidos de la Mecánica Newtoniana, con la debida atención al nivel educativo involucrado.

La operativización de las variables destinadas a conocer las visiones epistemológicas de los estudiantes fue realizada de manera diferente para ambos niveles educativos.

Para el nivel secundario, las encuestas buscaban información sobre el tipo de realismo atribuido al conocimiento científico, las concepciones sobre la forma en que “se hacen” las ciencias fácticas, las características asociadas al conocimiento científico. Se buscaba conocer, con un abordaje amplio, las imágenes de la ciencia y del conocimiento científico que los estudiantes, futuros ciudadanos, adquieren en cursos de carácter básicamente propedéutico.

Para el nivel universitario, las encuestas apuntaban a la naturaleza epistemológica que los estudiantes atribuyen a los conceptos, leyes, teorías y modelos científicos, planteando cuestiones epistemológicas referidas a sus características relevantes, sus funciones, sus interrelaciones, sus referentes... Se buscaba conocer, más puntualmente, las imágenes de los estudiantes, futuros científicos y tecnólogos, sobre la índole epistemológica de los contenidos científicos.

Para ambos niveles educativos, en el procesamiento de las variables vinculadas a la comprensión conceptual se asignaron los puntajes más elevados a las respuestas que evidenciaban aprendizajes más comprensivos de los contenidos científicos de la Mecánica Newtoniana.

Análogamente, para ambos niveles educativos, en el procesamiento de las variables vinculadas a la comprensión epistemológica se asignaron los puntajes más elevados a las respuestas que evidenciaban comprensiones más adecuadas de las cuestiones epistemológicas planteadas en cada caso.

En nuestros estudios, la correlación entre “comprensión conceptual” y “comprensión epistemológica” ha resultado no significativa en el nivel medio y significativa en el nivel universitario. Sin embargo, a la luz de las precisiones formuladas, cabría decir, más explícitamente, que:

- En el nivel medio se ha obtenido una correlación no significativa entre *“un aprendizaje comprensivo de la Mecánica Newtoniana”* y *“una adecuada imagen de la ciencia y del conocimiento científico”*.
- En el nivel universitario se ha obtenido una correlación significativa entre *“un aprendizaje comprensivo de la Mecánica Newtoniana”* y *“una adecuada imagen de la índole epistemológica de los contenidos científicos de la Mecánica Newtoniana”*.

Este modo de expresar los resultados enfoca la atención sobre la importancia de las dimensiones adoptadas para el estudio de las concepciones epistemológicas de los estudiantes, y abre camino a reflexiones y sugerencias referidas a los objetivos, las estrategias y los instrumentos de enseñanza y evaluación en los contextos educativos trabajados.

En el nivel medio, para la educación científica se declaran objetivos referidos a la “visión de ciencia” con que ese nivel debiera formar a futuros ciudadanos. Esa meta no parece ser favorecida por una enseñanza como la habitual, orientada básicamente a la preparación de los estudiantes para cursos superiores. La visión epistemológica global que los estudiantes logran sobre la ciencia (productos, procesos, criterios...) a

partir de una enseñanza centrada en contenidos conceptuales, no acompaña necesariamente la comprensión y el manejo que ellos adquieren sobre esos contenidos.

A nivel de ciclos básicos universitarios, en carreras científico-tecnológicas como las que intervinieron en este estudio, los objetivos declarados de la enseñanza se centran más en el aprendizaje comprensivo de conceptos, leyes, teorías y modelos. Esta meta se ve favorecida por una adecuada comprensión de la naturaleza epistemológica de dichos constructos intelectuales.

¿Cómo hubiera resultado la correlación entre CC y PE, en el nivel medio, si PE se hubiera operativizado como en el estudio de Wainmaier (2003)? ¿Cómo hubiera resultado la correlación entre CC y CE, en el nivel universitario, si CE se hubiera operativizado como en el estudio de Guridi (1999)? Esas son preguntas abiertas a futuras indagaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPANARIO, J.M. y OTERO, J.C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 18(2), pp. 155-169
- DUSCHL, R. y HAMILTON, R. (1998). Conceptual change in science and in the learning of science. *International Handbook of Science Education*, pp. 1047-1065.
- FURIÓ, C.; VILCHES, A.; GUIASOLA, J. y ROMO, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica?. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 19(3), pp. 365-376
- GASKELL, P.J. (1992) Authentic science and school science. *International Journal of Science Education*, Vol. 14, pp. 265-272
- GURIDI V., (1999), ¿Puede vincularse la comprensión conceptual en Física con el perfil epistemológico de un estudiante?, *Tesis de Maestría en Epistemología y Metodología de la Ciencia*, Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina)
- HALLOUN, I. y HESTENES, D. (1996). Interpreting VASS dimension and profiles. *Science & Education*, Vol. 7 (1), pp. 3-24
- MORTIMER, E. (1995). Conceptual Change or conceptual profile change? *Science & Education*, Vol. 4, pp. 267-285.
- SALINAS, J., GIL, D. y CUDMANI, L. (1995). La elaboración de estrategias educativas acordes con un modo científico de tratar las cuestiones. *Memorias de la Novena Reunión Nacional de Educación en Física*. Salta, Argentina, pp. 336-348.
- SONGER, N.B. y LINN, M.C. (1991). How do students' views of science influence knowledge integration?. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 28, pp. 761-784
- STRIKE, K. y POSNER, J. (1991). *Philosophy of Science, Cognitive Science and Educational Theory and Practice*. New York: Sunny Press
- TSAI C.C., (1998), An Analysis of Scientific Epistemological Beliefs and Learning Orientations of Taiwanese Eighth Graders, *Science Education*, Vol. 82 (4), pp. 473-489
- WAINMAIER, C. (2003). Incomprensiones en el aprendizaje de la Mecánica Clásica Básica. *Tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias*. Universidad Nacional de Tucumán (Argentina)