

APORTES DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y DEL *CONTENIDO PEDAGÓGICO DEL CONOCIMIENTO* PARA EL CAMPO CONCEPTUAL DE LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS

TAMAYO ALZATE, OSCAR EUGENIO

Universidad de Caldas. Universidad Autónoma de Manizales.

Palabras clave: Naturaleza de la ciencia; Pedagogía; Enseñanza; Aprendizaje; Ciencias.

INTRODUCCIÓN

La reflexión que se presenta en las páginas siguientes parte del reconocimiento de dos campos conceptuales: el primero referido al la *Naturaleza de la Ciencia* (Gess-Newsome 1999, McComas 1998), desde el cual se busca integrar en el aula de clase aportes provenientes de la epistemología de las ciencias, de las ciencias cognitivas y de la sociología de la ciencia, entre otras. El segundo, en cuanto al concepto del *Contenido Pedagógico del Conocimiento* (Shulman 1986), a partir del cual se propone la discusión acerca de la necesidad de enriquecer de contenido pedagógico los diferentes saberes dominio-específicos que se enseñan en ciencias. A partir de estos dos campos conceptuales se llega, por último, a una propuesta conceptual para la enseñanza de las ciencias experimentales.

EL DOMINIO DE CONOCIMIENTO DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA (NOS)

Aceptar la importancia de enseñar ciencias conlleva necesariamente a pensar en cómo hacerlo. La enseñanza de las ciencias debe aportar en forma decidida a la apropiación crítica del conocimiento científico y a la generación de nuevas condiciones y mecanismos que promuevan la formación de nuevas actitudes hacia la ciencia y hacia el conocimiento científico. Unido a la importancia del aprendizaje de las ciencias destacamos que su comprensión no es intuitiva, es más, muchos de los hallazgos de la ciencia son contrarios, o simplemente diferentes, de la comprensión que tenemos de ellos. Se requiere, entonces, ofrecer los escenarios adecuados y pertinentes para que los profesores de ciencias y sus estudiantes comprendan el funcionamiento de la ciencia.

En el diseño de estos nuevos escenarios juegan papel central las reflexiones desde campos disciplinares diversos como: la historia y filosofía de la ciencia, las ciencias cognitivas y la sociología de la ciencia, entre otras. El concepto de *Naturaleza de la Ciencia* se propone para describir el trabajo científico en educación en ciencias y cómo la sociedad en sí misma dirige y reacciona frente a los desafíos científicos. En tal sentido, ubicar la reflexión de la naturaleza de la ciencia en el aula de ciencias no pretende llevar la reflexión de orden epistemológico al aula, asimismo, no se interesa por el estudio del mundo natural en la forma en que el mundo es en sí mismo. Para la Educación en Ciencias la expresión Naturaleza de la Ciencia se ubica conceptualmente en la intersección de diversos campos dentro de los que se destacan la historia y filosofía de la ciencia, la sociología de la ciencia, la psicología de la ciencia.

Diferentes investigaciones recientes (Adúriz-Bravo et al. 2001, McComas 1998) han explorado las ideas de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia, las cuales pueden influir en su desempeño en el salón de clase. Es posible encontrar correspondencias entre las ideas de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia y sus ideas sobre el conocimiento científico, el pedagógico y el curricular.

Dadas las importantes preconcepciones tanto de estudiantes como de profesores acerca de la naturaleza de la ciencia y del impacto que estas tienen sobre su desempeño en los diferentes contextos en los que se desenvuelven, se justifica la inclusión de los estudios sociales de la ciencia en clases de ciencias. En este sentido se reconoce que la comprensión de la naturaleza de la ciencia es necesaria para que la gente dé sentido y se relacione con los productos de la ciencia y la tecnología, para que la gente participe en los procesos de toma de decisiones, para que se reconozca la ciencia como un producto de la cultura contemporánea, para comprender las normas de la comunidad científica y para apoyar los aprendizajes significativos en las aulas de ciencias.

Matthews (1994) plantea que las preguntas sobre la naturaleza de la ciencia son inherentes a muchos asuntos educativos, tales como: la ciencia multicultural, la controversia pública en la educación sobre las perspectivas evolutivas y creacionistas, críticas feministas de la ciencia moderna y su sugerencia para la reforma de programas, el medio ambiente y la nueva era de la ciencia y la idea de que el aprendizaje de las ciencias podría llevar a una comprensión de su naturaleza y, al mismo tiempo, llevar a que los estudiantes empleen algunas de las potencialidades de la ciencia y el pensamiento asociado a ella en la resolución de problemas cotidianos.

El conocimiento de la naturaleza de la ciencia ayuda a los estudiantes en una mejor comprensión de los conocimientos científicos estudiados, en los cuales sea evidente una visión dinámica de la ciencia más que una visión estática. De igual manera puede incrementar la sensibilidad de las personas frente a la ciencia y al desarrollo del conocimiento científico. Incorporar la naturaleza de la ciencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje humaniza la ciencia, pudiéndola llegar a convertir en una gran aventura en el espacio del aula.

Otra temática de interés vincula posibles relaciones establecidas entre el conocimiento de la naturaleza de la ciencia con quienes participan activamente en la planeación, ejecución y regulación de políticas en ciencia, tecnología y educación. La toma de decisiones políticas y presupuestales, soportadas en un amplio conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia, es vital para avanzar sobre los modelos tradicionales de ciencia y de enseñanza que aun continúan dominando.

En la actualidad se observa un creciente acuerdo sobre el impacto positivo de la naturaleza de la ciencia sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje. Dentro de los aspectos más destacables se encuentran la reducción de la ansiedad de los profesores frente a la enseñanza de temáticas como el origen de la vida y del universo, la evolución biológica, el azar y, en general, aquellas que exploran las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y desarrollo (relaciones C-T-S + D). De otra parte, son importantes los vínculos establecidos entre el conocimiento de la naturaleza de la ciencia y la habilidad de los profesores para implementar modelos de evolución y cambio conceptual en el aula.

En la línea de pensamiento anterior, el conocimiento de la naturaleza de la ciencia es útil como agente desequilibrador, bien cognitivo o sociocognitivo, tanto para profesores de ciencias como para sus estudiantes. Esto nos lleva a otra histórica polémica en cuanto a si los procesos de aprendizaje se dan por el reemplazo de las ideas de los estudiantes o, por el contrario, se reconoce que en ellos hay construcción de significados relacionados con el mundo natural.

Dos aspectos finales son referidos a la importancia del conocimiento de la naturaleza de la ciencia están referidos de manera directa al profesor y a los modos de comunicar el conocimiento científico. En cuanto al primero, parece claro que los modelos de enseñanza empleados por los profesores responden a las creencias y supuestos que ellos tienen y, en consecuencia, las formas de proceder en el aula, los juicios y

las valoraciones son coherentes con estos modelos intuitivos de enseñanza. En cuanto al segundo, los diferentes lenguajes empleados para comunicar la ciencia influyen de manera determinante sobre los modelos de ciencia y de trabajo científico construidos por los estudiantes. Las diferentes formas de comunicar la ciencia pueden orientar visiones instrumentalistas, realistas o naturalistas sobre la naturaleza de la ciencia.

EL DOMINIO DEL CONTENIDO PEDAGÓGICO DEL CONOCIMIENTO (CPC)

Shulman describe el Contenido Pedagógico del Conocimiento (CPC) como una amalgama especial entre la materia objeto de estudio (química, física, humanidades...) y la pedagogía; igualmente es importante reconocer el aporte de la didáctica de las ciencias a esta reflexión sobre el CPC. En tal sentido representa el establecimiento de nuevas relaciones entre los contenidos específicos objetos de la enseñanza, la pedagogía y la didáctica, dentro de una comprensión de cómo ciertos tópicos particulares de enseñanza se organizan para ser enseñados según diversos intereses y habilidades de los estudiantes. Posteriores desarrollos del modelo inicial de Shulman permitieron identificar 7 tipos de conocimientos básicos para la enseñanza:

- Conocimiento pedagógico general
- Conocimiento curricular
- Conocimiento de los estudiantes
- Conocimiento del contexto educativo
- Conocimiento del contenido a enseñar
- Contenido Pedagógico del Conocimiento
- Conocimiento de la historia y filosofía de la educación.

En este modelo se propone considerar el CPC como la categoría más apropiada para diferenciar el saber específico de la ciencia que se enseña del saber pedagógico. Esta diferenciación resulta especialmente importante para la Educación en Ciencias en cuanto define un marco teórico, diferente del pedagógico, al interior del cual considerar la enseñanza de las ciencias. Se concibe, entonces, el CPC como un dominio único del conocimiento del profesor que integra el saber específico de la materia que se enseña con el saber pedagógico en función de lograr una comprensión efectiva de la Educación en Ciencias. El CPC nos orienta en encontrar respuestas a preguntas como: Cómo pueden los profesores ayudar a los estudiantes para que comprendan los conceptos científicos? ¿Cómo evaluar el aprendizaje de los estudiantes? ¿Qué obstáculos encuentran los estudiantes al relacionarse con los conceptos científicos enseñados? ¿Cómo interactúan los modelos mentales de los estudiantes con los modelos conceptuales enseñados por los profesores? ¿Cómo aprenden los conceptos científicos los estudiantes? ¿Cómo diseñar ambientes apropiados para la Educación en Ciencias?

El reconocimiento del CPC como un dominio importante para la Educación en Ciencias nos lleva a establecer posibles límites entre diferentes campos del conocimiento, especialmente frente a aquellos que han investigado diferentes problemáticas al interior del aula de clase. Los grandes aportes de la psicología cognitiva, de la sociología de la educación, de la historia y epistemología de la ciencia, de la pedagogía y, más recientemente, de la lingüística y de la semiótica, se integran con el conocimiento de la ciencia-a-enseñar y constituyen de esta forma el conocimiento necesario para la enseñanza en el aula. El CPC reúne las formas de representar y estructurar una asignatura de tal manera que la hagan comprensible para los demás (Gess-Newsome 1999), lo cual hace referencia directa a conceptos como el de transposición didáctica. Este tipo de conocimiento se centra específicamente en los conocimientos y las habilidades específicas que afectan la enseñanza y el aprendizaje de un dominio determinado del saber.

El estado del arte de la Educación en Ciencias muestra la gran complejidad de la enseñanza de cualquier materia. Es claro que el profesor debe integrar de manera adecuada conocimientos de múltiples dominios, lo cual exige de parte de los profesores, además del conocimiento profundo de la materia a enseñar, conocimiento sobre los procesos de aprendizaje de los estudiantes, de las múltiples formas posibles para repre-

sentar el conocimiento y las formas en que estas aportan al aprendizaje, del reconocimiento de diversos intereses y motivaciones en los alumnos.

De manera independiente a las diferentes orientaciones o modelos que tiene los profesores frente a la enseñanza de las ciencias es claro el importante papel del CPC en la toma de decisiones, en la planeación, en la actuación y en la reflexión sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje. En términos generales son importantes los aportes del CPC en cuanto a los conocimientos y creencias acerca del: currículo en ciencias, de la comprensión de los estudiantes en campos específicos de las ciencias, acerca de la evaluación en ciencias, acerca de las estrategias para la enseñanza de las ciencias.

LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS COMO INTEGRACIÓN DE LOS DOMINIOS DEL CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO DEL CONTENIDO Y DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA

Considerar la Educación en Ciencias como una ciencia en proceso de consolidación nos ha exigido identificar los valiosos aportes de muy diversos campos del saber. La integración de los dominios de la Naturaleza de la Ciencia y del Conocimiento Pedagógico del Contenido (ver figura 1), nos orientará de manera adecuada en la búsqueda de respuestas a preguntas como: ¿Cómo ayudar a los estudiantes para que logren mejores comprensiones de los conceptos científicos? ¿Cómo superar las múltiples interferencias que se dan en el aula de ciencias en torno a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias? ¿Cómo diseñar ambientes de aprendizaje para la Educación en Ciencias que respondan a las actuales exigencias socioculturales? ¿Qué semejanzas y diferencias se pueden encontrar entre las formas de construcción de conocimiento entre los contextos científico y escolar?

En conclusión, es evidente la alta complejidad y exigencia conceptual que involucra un acercamiento a la Educación en Ciencias desde la perspectiva teórica que aquí proponemos. No obstante lo anterior, consideramos que el profesor de ciencias, de manera independiente del nivel en el cual se desempeñe, es el único capaz y el que tiene el privilegio y la responsabilidad de asumir esta reflexión, y las acciones que de ella se deriven, desde la integralidad antes propuesta.

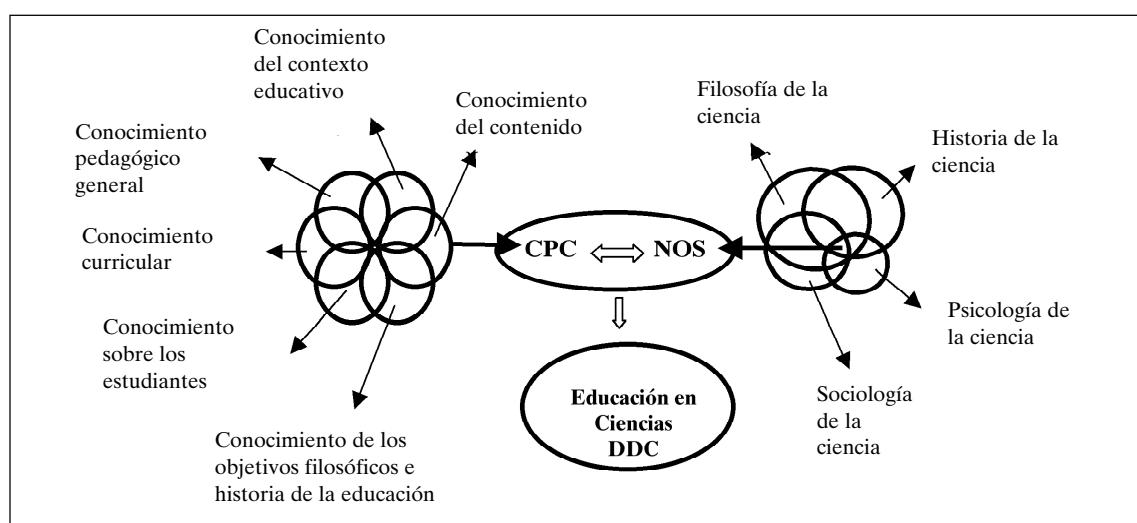


FIGURA 1
Integración de los dominios de la naturaleza de la ciencia y del Conocimiento Pedagógico del Contenido como marco teórico orientador para la educación en Ciencias.

BIBLIOGRAFÍA

- ADÚRIZ-BRAVO, A., ESPINET, M., SALAZAR, I., BADILLO, E., MENA, N., TAMAYO, O. y TRUJILLO, J. (2001). Ideas on the nature of science in prospective teachers for early childhood education. In *Memories 25^a ATEE annual conference*. Barcelona.
- GESS-NEWSOME, J. (1999). Pedagogical content knowledge. An introduction. In: Gess-Newsome, J. and Lederman, N. G. (Eds). *Examaining pedagogical content knowledge. The construct and its implications for science education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- McCOMAS, W. (1998). The role and Character of the Nature of science in Science Education. In: *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*. McComas, W. F. (Ed). Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers
- MATTHEWS, M. (1994). Science teaching. The role of history and philosophy of science. Routledge. NewYory/London.
- SHULMAN, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15, 2, 4-14.