

**EL CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN INVESTIGADORES
UNIVERSITARIOS Y PROFESORES DEL BACHILLERATO, REPRESENTADO A TRAVÉS DEL
PERFIL CONCEPTUAL DE MORTIMER**

ANDONI GARRITZ RUIZ, PATRICIA VELÁZQUEZ GÓMEZ

Introducción

Las preguntas de investigación fueron: ¿Podemos capturar y documentar el CPC de diversos profesores sobre el tema de la biotecnología y categorizarlo de acuerdo con varias zonas del perfil conceptual de Mortimer? ¿Se puede de esta forma evaluar la estructura de conocimiento base de los profesores, a partir de la cual las características de su enseñanza se puedan analizar y discutir?

A continuación sentamos las bases teóricas, tanto de la pedagogía como de la ciencia, en las que se fundamentó esta investigación.

El conocimiento pedagógico del contenido

La distinción tradicional entre conocimiento de la disciplina y conocimiento pedagógico ha sido una de las distinciones de los programas de formación docente de la última centuria (Ball, 2000). La mayoría de los maestros de ciencia han adquirido los conocimientos básicos de su materia en cursos meramente disciplinarios, y su preparación pedagógica proviene de su participación en cursos de educación con carácter general. Gran parte del debate en la formación docente ha estado marcado por la clara distinción entre estos dos mundos aparentemente desconectados (Shulman, 1986), los cuales este último autor conecta nítidamente a través del término “conocimiento pedagógico del contenido” (CPC). Más allá de saber su ciencia y contar con sólidas bases en pedagogía, el buen docente parece poseer un tipo de conocimiento

que le permite transformar pedagógicamente el contenido científico en actividades de aprendizaje significativas para los estudiantes.

Los resultados de la investigación reciente sobre la enseñanza de las ciencias han comenzado a borrar la frontera entre el conocimiento disciplinario y el conocimiento pedagógico que caracteriza al buen docente. Por ejemplo, hoy día contamos con información específica sobre teorías intuitivas y dificultades conceptuales de los alumnos y tenemos una idea más clara de su influencia sobre el aprendizaje (Wandersee *et al.*, 1994). Los resultados hacen pensar que la habilidad de un docente para facilitar el aprendizaje no sólo depende de sus conocimientos sobre el tema o sobre variados métodos de enseñanza. Su éxito parece depender de su habilidad para transformar el conocimiento disciplinario que posee en formas que resulten comprensibles para sus estudiantes, cuestión que también se ha denominado como «transposición didáctica» (Chevallard, 1991). Esta transformación pedagógica del conocimiento científico requiere que el docente domine la materia, pero con propósitos de enseñarla. Esta “recreación” del contenido demanda, entre otras cosas, que el docente: identifique los conceptos centrales asociados con un tema; reconozca las probables dificultades conceptuales que enfrentarán sus alumnos y su impacto en el aprendizaje; identifique preguntas, problemas o actividades que obliguen al estudiante a reconocer y cuestionar sus ideas previas; seleccione experimentos, problemas o proyectos que permitan que los estudiantes exploren conceptos centrales de la disciplina; construya explicaciones, analogías o metáforas que faciliten la comprensión de conceptos abstractos; diseñe actividades de evaluación que permitan la aplicación de lo aprendido en la resolución de problemas (Talanquer, 2004). Ello constituye el CPC del profesor.

El perfil conceptual

Mortimer (1995) intenta profundizar y dibujar una descripción de un nuevo modelo para analizar la evolución conceptual en el salón de clase, basada en la noción de «perfil conceptual». Este modelo se diferencia de los tradicionales del cambio conceptual, en sugerir que es posible utilizar diversas maneras del pensamiento en diversos dominios y que una nueva concepción no necesariamente reemplaza las ideas alternativas previas.

Mortimer (1995), se basa en la noción de «perfil epistemológico» de Bachelard, la cual es una noción filosófica, y su intención es encontrar un modelo para describir cambios en pensamientos individuales como resultado del proceso de enseñanza. El perfil conceptual tiene algunas semejanzas con el perfil epistemológico, tal como jerarquías entre las diversas zonas, por las cuales cada zona sucesiva es caracterizada por tener categorías con un poder explicativo mayor que sus antecedentes, desde la perceptiva, pasando por la empírica y culminando con la racionalista. Sin embargo, debe caracterizar las condiciones epistemológicas y ontológicas de individuos, influenciadas fuertemente por la cultura.

En este sentido, un proceso de enseñanza no conduce a un cambio conceptual, sino a un cambio en el perfil conceptual del estudiante, aumentando una zona racional del perfil y restringiendo los dominios de otras (la perceptiva y la empírica). Los estudiantes que emergen del proceso de enseñanza conservarían todas las ideas que tenían antes; sin embargo, los que hayan cambiado su perfil podrían reconocer los diversos dominios de cada idea así como su marco jerárquico, cómo algunas ideas explican otras, etc.

Por otra parte, desde el punto de vista de la enseñanza, conocer el perfil conceptual de los estudiantes implica identificar los obstáculos epistemológicos y ontológicos en ellos y actuar en consecuencia.

La biotecnología

El término “biotecnología” es relativamente nuevo para el gran público. Pero está presente en la vida cotidiana más de lo que la gente se imagina. De hecho, la biotecnología es una actividad antigua, que comenzó hace miles de años, cuando se descubrió que al fermentar las uvas se obtenía el vino; o los cereales, de los que se fabricó la cerveza; o el jugo de manzanas para la producción de sidra. En estos procesos intervienen microorganismos que transforman en alcohol los componentes del jugo de frutas o de cereales. También es biotecnología la fabricación de pan por medio del uso de levaduras, la elaboración de quesos mediante el agregado de bacterias, o la del yogurt, con leche más levadura, todos procesos biotecnológicos conocidos desde la antigüedad. Se puede definir la biotecnología tradicional como “la utilización de organismos vivos para la obtención de un bien o servicio útil al ser humano”.

A diferencia de la biotecnología tradicional, la biotecnología moderna surge en la década de 1970, y utiliza técnicas, denominadas en su conjunto «ingeniería genética», para modificar y transferir genes de un organismo a otro. La biotecnología moderna avanza y, en la actualidad, son muchos los países que utilizan esas técnicas para la obtención de diferentes productos como alimentos, medicamentos, y otros bienes industriales. La actual biotecnología es una empresa intensamente interdisciplinaria, caracterizada por la reunión de conceptos y metodologías procedentes de numerosas ciencias para aplicarlas tanto a la investigación básica como a la resolución de problemas prácticos y la obtención de bienes y servicios.

Educación en biotecnología

El término de biotecnología no es de reciente uso entre la comunidad científica no especializada, pero su implantación en la educación en ciencias tiene mayor auge a partir del nacimiento de la oveja Dolly, hace diez años. Otros acontecimientos más recientes, como la posibilidad de clonar seres o la secuenciación del genoma humano, siguen poniendo de manifiesto tanto la importancia como la preocupación del desarrollo de la biotecnología en el ámbito científico y de la sociedad. Estos hechos clave en la historia de la ciencia han supuesto, además, la socialización, a través de los medios de comunicación, de toda una serie de términos que no eran de uso común como el de clonación, ingeniería genética, transgénicos, etc. (Aznar, 2000).

Diferentes autores se han preocupado de analizar hasta qué punto estas innovaciones en la investigación científica han afectado a los conocimientos que el público y los adolescentes, en particular, poseen sobre esta materia. Se han analizado los preconceptos, actitudes, conocimientos y creencias de varias muestras de población que incluyen tanto a adultos de diferentes ocupaciones (incluidos profesores) como jóvenes, tratando de manera extensa todos los términos e implicaciones de la biotecnología (Simonneaux, 2000).

De estos estudios se deduce que un alto porcentaje conocen la terminología relacionada con la biotecnología, aunque esto no es indicativo del nivel de comprensión de los conceptos que hay detrás. El concepto de biotecnología resulta familiar, pero no así sus aplicaciones y procesos concretos, sobre todo los más modernos, entre los que destacan la modificación genética de alimentos y la clonación (Mysliwiec, 2003).

Venville y Treagust (2002) también hacen referencia a las dificultades que se presentan en la enseñanza del concepto «gene», así como a las limitaciones que esta enseñanza deficiente opone al conocimiento de la genética y la biología molecular.

Conviene entonces explorar de qué manera los profesores utilizan su conocimiento básico sobre el tema para propiciar en los alumnos el entendimiento.

Metodología

Se eligieron dos investigadores de la UNAM, uno del Instituto de Biotecnología y otro de la Facultad de Química, así como dos profesores del bachillerato universitario, uno de biología y el otro de química, ambos del plantel Azcapotzalco del CCH. Para mantener la confidencialidad en la investigación, nos referiremos a todos ellos como “las profesoras”.

A las cuatro se les aplicó la Representación del Contenido de Loughran *et al.* (2004) y se separaron sus frases de acuerdo con cuatro zonas de perfil conceptual de Mortimer (1995), según se describe en las siguientes dos subsecciones. Finalmente se discute de qué forma construyen sus clases sobre biotecnología.

Documentación del CPC

La metodología seguida para documentar el conocimiento pedagógico fue la de Loughran *et al.* (2004), la que a partir de un conjunto de conceptos centrales declarados por la profesora se le hace contestar un marco de preguntas relacionadas con cada uno de esos conceptos centrales, que se conoce como Representación del Contenido (ReCo). Las preguntas de la ReCo tienen que ver con los objetivos de enseñanza del concepto, las limitaciones estudiantiles para entenderlo, los problemas existentes para su

enseñanza, las estrategias didácticas que emplea para transmitirlo y la evaluación a la que somete al grupo para determinar su avance.

A las cuatro profesoras se les preguntó cuáles eran los conceptos centrales para la enseñanza de la biotecnología en el bachillerato, a lo cual respondieron con una cierta diversidad. Los autores de este trabajo intentamos entonces reunirlos en un conjunto único de conceptos centrales, el que sometimos a la consideración de las cuatro entrevistadas, con el propósito de que todas respondieran un marco de preguntas homogéneo. Al final de un par de vueltas del mismo proceso, se llegó al siguiente conjunto de cinco conceptos centrales, alcanzados mediante consenso, los que constituyeron el encabezado de la ReCo:

1. Panorama histórico de la biotecnología (básicamente fermentaciones) y su importancia
2. Estructura del ADN. El material genético básico de los organismos es el mismo para todos.
3. ¿Qué es la ingeniería genética? Del ADN a las proteínas recombinantes.
4. Aplicaciones biotecnológicas hacia la producción de fármacos y de alimentos (Organismos genéticamente modificados).
5. Ética y consecuencias (¿Hacia dónde nos conduce la manipulación genética?)

Las zonas del perfil conceptual

Decidimos manejar cuatro zonas del perfil conceptual que abarcaron las siguientes características:

Perceptiva/intuitiva. En esta zona se sitúan las ideas que los profesores emiten de forma espontánea, que corresponden a impresiones inmediatas, a sensaciones e

intuiciones, sin una estructuración o sistematización de la información. Son ideas sin un fundamento teórico, ideas que, hasta cierto punto, pueden resultar subjetivas.

Contextual. Esta zona presenta las ideas que han sido obtenidas a partir de la experiencia sensorial, principalmente de la relación con el entorno, ideas donde se considera importante el contexto porque la interacción de éste con la teoría favorece el aprendizaje; involucra también frases con un sentido ético, pero sin un planteamiento científico formal. Son ideas que se mencionan sin precisar la relación que existe entre el fenómeno y la teoría.

Empírica. Se consideran en esta zona las ideas que surgen a partir de experimentos o las que resultan de las condiciones para que un proceso biotecnológico ocurra. Se informa en ellas de los beneficios de la ocurrencia de los fenómenos biotecnológicos, pero sin sopesar éticamente sus consecuencias.

Racionalista. Las ideas que se encuentran en esta zona son aquellas donde se hace énfasis en los fundamentos y teorías de la bioquímica para explicar los fenómenos biotecnológicos, así como en la necesidad de aplicar el análisis ético para medir sus consecuencias.

Resultados

Se fueron analizando una a una las frases expresadas en la ReCo por cada una de las profesoras y se fueron clasificando en alguna de las cuatro zonas del perfil conceptual, alcanzándose el diagrama de la figura 1, que muestra el porcentaje de las frases expresadas en cada zona del perfil conceptual.

ENTRA AQUÍ LA FIGURA 1

Puede observarse la diferencia en los perfiles conceptuales de las cuatro profesoras observando la forma misma de los perfiles, como el de la tercera profesora

en forma de “U”, con la mayoría de sus expresiones en las zonas extremas, perceptiva y racionalista; o el de la segunda profesora, con un máximo grande en la zona contextual; o el de la primera, con un perfil prácticamente constante en todas las zonas; o el de la cuarta, que resulta creciente entre la perceptiva y la racionalista.

Conclusiones

Las dos profesoras que laboran en la educación superior son las números 2 y 4, que presentan perfiles conceptuales similares, aunque la 2 hace énfasis en aspectos contextuales. Es como si esa profesora le diera mucha importancia a la divulgación del tema, a su enfoque CTS. También se nota una diferencia sustancial entre las profesoras del bachillerato, ya que una de ellas (la 3) pone interés sobre todo en aspectos perceptivos. Es como si esta profesora insistiera en sus clases en lo intuitivo, para empezar a enfocar los temas después en lo racionalista, en lo que también pone énfasis, como se ve en la figura 1.

No cabe duda de que la naturaleza de las clases de cada profesora debe ser diferente, aunque ello no implica que alguna de ellas sea mejor que las otras. No podemos dar un juicio de valor a uno u otro perfil conceptual, simplemente hay que resaltar en este trabajo la diversidad de enfoques que emplean, los diferentes conocimientos y actitudes de las profesoras en su labor de enseñanza.

Referencias:

- Aznar, V. (2000) “¿Qué sabemos sobre biotecnología?”, En: *Alambique*, 25, 9-14
- Ball, D. L. (2000) Bridging Practices: Intertwining Content and Pedagogy in Teaching and Learning to Teach, *Journal of Teacher Education*, 51(3), 241-247.
- Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica*, Argentina, AIQUE, 196 pp.
- Loughran, J., Mulhall, P. y Berry, A. (2004). In search of Pedagogical Content Knowledge in science, *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370–391.

- Mortimer, E. F. (1995). Conceptual Change or Conceptual Profile Change? *Science and Education*, 4, 267-285.
- Mysliwicz, T. H. (2003) "The genetic blues: Understanding genetic principles using a practical approach and a historical perspective." *The American Biology Teacher* 65(1), 41-46.
- Shulman, L. S. (1986). "Those who understand: Knowledge growth in teaching", *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Simonneaux, L. (2000) Cómo favorecer la argumentación sobre biotecnologías entre el alumnado, *Alambique*, 25, 27-44.
- Talanquer, V. (2004) "¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química?", *Educación Química*, 15(1), 52-58.
- Venville, G. J. y Treagust, D. F. (2002) Teaching about the gene in the genetic information age, *Australian Science Teachers' Journal*, 48(2), 20-24.
- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., y Novak, J. D. (1994) Research on Alternative Conceptions in Science. En D. Gabel (ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, Macmillan, New York, Pp. 177-210.

Figuras

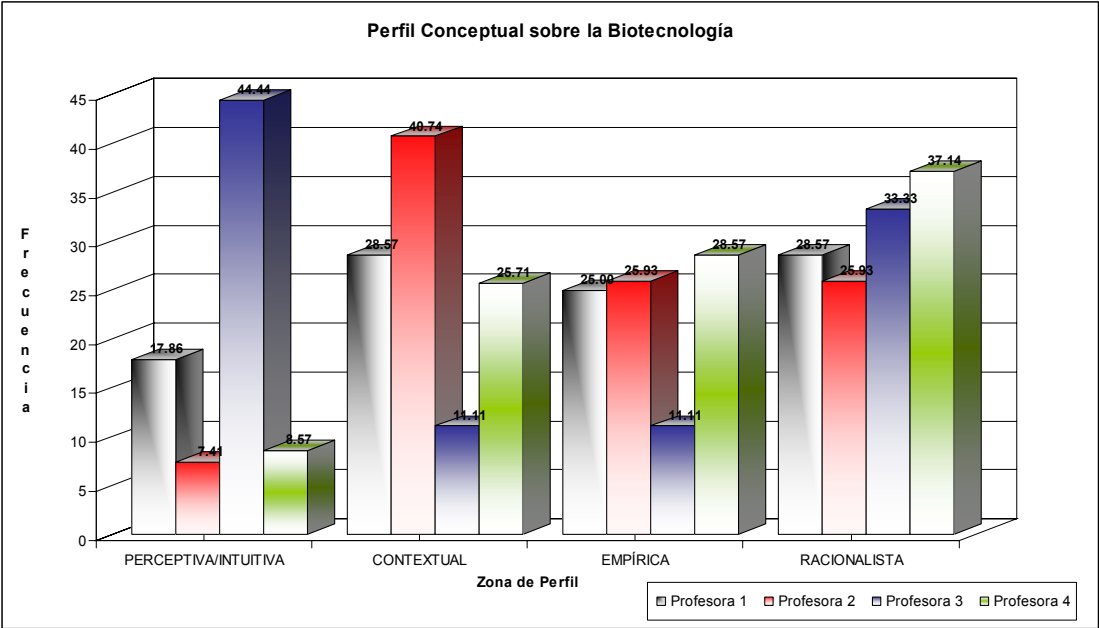


Figura 1. Los perfiles conceptuales de las cuatro profesoras.