

CONCEPCIONES ALTERNATIVAS DE LOS PROFESORES DE BIOLOGÍA. UNA APROXIMACIÓN DESDE LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA¹

Raúl Calixto Flores²
Mayra García Ruiz³

Recibido: 11 de marzo de 2011 – Aceptado: 6 de abril 2011

Resumen

Este artículo describe algunos de los principales resultados de una investigación realizada con 114 profesores de biología de educación secundaria de la Ciudad de México. La investigación se ubica en el ámbito de la formación y perfeccionamiento del profesorado, en la línea de investigación sobre el pensamiento del profesor, con el objetivo de identificar las concepciones alternativas sobre las funciones celulares. En este artículo sólo se presentan las referidas a las funciones de la membrana celular. Las actividades del estudio se desarrollaron en tres momentos: construcción de los instrumentos, trabajo de campo y análisis de la información recabada. Entre las conclusiones derivadas de la investigación se observa la existencia en los profesores de concepciones alternativas con conocimientos parciales, inadecuados y contradictorios.

Palabras clave: Concepciones alternativas, educación secundaria, funciones celulares, problemas conceptuales, profesores de biología.

ALTERNATIVE CONCEPTIONS OF BIOLOGY TEACHERS. AN APPROACH FROM EDUCATIONAL RESEARCH

Abstract

This article describes some of the main results of a research project carried out with 114 high school biology teachers in Mexico City. The research is located in the field of education and training of teachers along the research line on teacher's thinking in order to identify their alternative conceptions about cellular functions. This paper only provides the conceptions concerning the functions of the cell membrane. The activities of the study were developed in three phases: construction of instruments, field work and analysis of information gathered. One of the conclusions derived from this research is the existence of alternative conceptions of teachers along with partial, inadequate and contradictory knowledge.

¹ Artículo derivado de la investigación: Diversidad e Interculturalidad de la Universidad Pedagógica Nacional, México

² calixtoflores@hotmail.com Investigador del área académica Diversidad de interculturalidad de la Universidad Pedagógica Nacional, México; Especialista en educación ambiental, sexología educativa, diseño y desarrollo de proyectos educativos; línea de investigación o temáticas de interés: representaciones sociales del medio ambiente, educación de la sexualidad y enseñanza ciencia, tecnología sociedad y ambiente.

³ mayragarr@gmail.com Investigadora del área académica Diversidad e Interculturalidad de la Universidad Pedagógica Nacional, México; Especialista en Neurociencias, Prospectiva de la Educación Superior y Desarrollo Sustentable, Metodología de la Investigación Educativa, análisis estadístico paramétrico y no paramétrico; línea de investigación o temáticas de interés: actitudes, cultura y didácticas ambientales y enseñanza de las ciencia, tecnología, sociedad y ambiente.

Key words: Alternative conceptions, secondary education, cellular functions, conceptual problems, biology teachers.

CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DOS PROFESSORES DE BIOLOGIA. UM ACERCAMENTO A PARTIR DA PESQUISA EDUCATIVA

Resumo

Este artigo descreve alguns dos principais resultados de uma pesquisa realizada com 114 professores de biologia do ensino secundário na cidade do México. Esta pesquisa está situada no âmbito da formação e aperfeiçoamento do professorado, na linha de pesquisa sobre o pensamento do professor, com o objetivo de identificar as concepções alternativas sobre as funções celulares. Neste artigo somente são apresentadas as que se referem às funções da membrana celular. As atividades do estudo foram desenvolvidas em três momentos: construção dos instrumentos, trabalho de campo e análise da informação coletada. Entre as conclusões derivadas da pesquisa, é observada nos professores a existência de concepções alternativas com conhecimentos parciais, inadequados e contraditórios.

Palavras-chave: Concepções alternativas, ensino secundário, funções celulares, problemas conceituais, professores de biologia

Introducción

En las últimas décadas se han realizado estudios sobre las concepciones alternativas de los estudiantes en diversas disciplinas científicas, en diferentes países (principalmente en países de habla inglesa) y niveles educativos (desde la educación primaria a estudios de posgrado). Se han encontrado, entre otras características, que las ideas pueden ser coherentes desde el punto de vista del individuo, el uso del lenguaje es impreciso, sujetos de diferentes edades y contextos pueden tener ideas semejantes, las ideas no son usadas coherentemente en contextos que pueden parecer similares a los científicos (Driver y Easley, 1978).

También se ha encontrado que son muy parecidas: han sido observadas y registradas regularidades y consistencias respecto a estas ideas, entre grupos de personas de distinta cultura, religión y país (Wood, 1991).

Por otra parte, resalta el hecho de que son resistentes a la educación formal, e incluso en un

sujeto después de recibir una enseñanza formal en determinados conceptos científicos, persisten sus concepciones alternativas sobre estos conceptos. Ya que lo aprendido le sirve sólo para aplicar en determinados contextos escolares y no para explicar los fenómenos naturales cotidianos (Osborne y Freyberg, 1985).

El presente artículo tiene la finalidad de describir algunos de los principales resultados de una investigación realizada con profesores de escuelas secundarias, referente a las concepciones alternativas que poseen sobre las funciones de la membrana celular.

A partir de esta descripción, se analizan las implicaciones que tienen estas concepciones, para la enseñanza de la biología en educación secundaria.

Las concepciones alternativas

Una de las precursoras de las investigaciones referidas a las concepciones alternativas es Rosalind Driver (1978), quien afirma que hoy día está

generalmente aceptado que los niños desarrollan concepciones sobre el mundo natural mucho antes de que entren en el sistema escolar formal. A estas concepciones se le han dado varias denominaciones como el de las preconcepciones, concepciones alternativas, concepciones erróneas o ciencia de los niños.

Cada uno de estos términos, aunque se encuentran dentro de una misma perspectiva, tiene un sentido diferente al de las concepciones alternativas, y conlleva a diferentes implicaciones para la enseñanza y la investigación. Las preconcepciones se utilizan como la expresión de una serie de ideas que no tienen el estatus de comprensiones generalizadas, tales como las que caracterizan al conocimiento científico. Las concepciones alternativas se emplean como el conjunto de comprensiones relacionadas a un mismo conjunto de fenómenos y difieren de los modelos de explicación científica. Éstas se emplean para enfatizar sobre la existencia de concepciones en el sujeto, e indicar que los sujetos han desarrollado representaciones autónomas para conceptualizar su experiencia con el mundo. Las concepciones erróneas implican la comparación de las ideas del sujeto con el conocimiento científico, y se valoran como equivocadas; en la ciencia de los niños se acepta la existencia de representaciones en los niños diferentes a las científicas, estableciendo relaciones entre ambas (Cubero, 1994).

Las concepciones alternativas son muy resistentes al cambio, porque son la base en la vida cotidiana para la interpretación de situaciones, la toma de decisiones y la acción (Cubero, 1994).

Estas concepciones alternativas son fuertemente retenidas, muchas veces permanecen inalteradas en la enseñanza (Osborne y Freyberg, 1985), y se comportan como verdaderos obstáculos que dificultan la formación de conceptos (Driver y Easley, 1978). Por esto las concepciones alternativas resultan difíciles de cambiar. Los sujetos se encuentran más seguros explicando los fenómenos a partir de sus experiencias, más que de las explicaciones que obtienen de la escuela.

En la presente investigación se considera pertinente utilizar el término de concepciones alternativas, porque se reconoce que en la formación de los profesores, no se ha logrado que posean los conceptos científicos, que no se pueden considerar como concepciones o preconcepciones, ya que son comprensiones que se fundamentan en su experiencia cotidiana y no llegan a formar algún esquema o sistema de conceptos.

Las concepciones alternativas son construcciones personales, con las cuales cada sujeto explica la realidad que conoce e interioriza las experiencias que vive de modo que le resulten coherentes. Estas concepciones influyen en el modo en que se realizan e interiorizan nuevas observaciones.

De acuerdo a Dreyfus y Jungwirth (1988), el origen de las concepciones alternativas, después de una enseñanza formal puede encontrarse en:

1. Las experiencias cotidianas de los alumnos que son llevados a la clase.
2. Las experiencias obtenidas durante la enseñanza en clase.
3. Las propagadas por profesores y por los libros de texto.

Las concepciones alternativas se generan a través de las experiencias de vida de los sujetos y el uso indiscriminado del lenguaje cotidiano. Estas concepciones, pueden formarse en relación con los conceptos básicos de biología, que corresponden al nivel macro de organización, como el concepto de vida, los animales y plantas, las fuentes del alimento de la planta, la fotosíntesis, la respiración, el intercambio gaseoso y la herencia.

En cuanto a los conceptos que corresponden al nivel micro de organización, como la estructura y funciones de la célula, los sujetos tienen menores oportunidades de construirlos, porque no están en contacto inmediato y directo con éstos en la vida diaria, teniendo así pocas oportunidades para transformar sus propias concepciones alternativas. Estas corresponden principalmente a la segunda y

tercera explicación de Dreyfus y Jungwirth (1988).

En biología un gran número de las concepciones alternativas pueden no haber sido originadas por las experiencias personales de los sujetos, sino tienen su origen en la escuela, en una enseñanza inadecuada o en las concepciones alternativas de los profesores.

Las concepciones alternativas desarrolladas en el aula, se originan porque los sujetos pueden formar visiones impropias o distorsionadas si los conocimientos previamente necesarios para la construcción de un concepto nuevo están ausentes de la estructura cognoscitiva. El profesor de biología, en este sentido, es una fuente importante para que las concepciones alternativas persistan e incluso se refuercen en la escuela. Pueden propagar las concepciones alternativas por una inadecuada enseñanza o el uso acrítico de los libros de texto.

Investigaciones previas

Existen pocas investigaciones orientadas a identificar las concepciones alternativas de los profesores; la mayoría están dirigidas a identificar las concepciones que poseen los estudiantes. Entre otras investigaciones se encuentran las siguientes: Caballer y Giménez (1993), al realizar una investigación con jóvenes de 13 y 14 años egresados de la Educación General Básica en España, encuentran una gran cantidad de deficiencias en los conocimientos de célula que poseen. Por ejemplo un 41.5% no sabe que las células respiran; un 32% no sabe que las células se alimentan, y un 34% no sabe que se reproducen, entre otros resultados que indican la prevalencia de las concepciones alternativas en estos jóvenes.

En otro estudio, realizado por Díaz y Jiménez (1993) con estudiantes de secundaria, los resultados indican que las concepciones alternativas se encuentran bastante alejadas de la realidad. Información muy semejante obtuvieron Dreyfus y Jungwirth (1988), quienes encontraron entre otros resultados que los jóvenes de este nivel educativo consideran que

sólo existen algunas células que se especializan en la producción de la energía; que existen algunas células que descansan y no necesitan energía; que todo el tiempo las células están flotando en el agua; que sólo materiales líquidos pueden pasar por la membrana, y que algunas células tienen pequeños pulmones. Estas concepciones permanecen en los jóvenes, aún después de recibir una instrucción formal al respecto.

Por otra parte, García (1991) encontró que gran parte de los alumnos de bachillerato piensan que la respiración consiste solamente en un intercambio de gases con el medio ambiente, que los animales son distintos de los vegetales en cuanto a la respiración celular y que los vegetales no usan las mitocondrias para la respiración celular.

En otra investigación realizada por Caballer y Giménez (1992) con estudiantes de distintos niveles educativos, primaria, secundaria, bachillerato y estudiantes de formación de profesorado, se encuentra que en general aceptan la idea de que los seres vivos están formados por células, pero al cuestionarlos en casos concretos o problemáticos, esta convicción se tambalea y se recurre a una respuesta aleatoria, como la concepción de los alumnos de primaria de que las plantas no son seres vivos. En esta investigación, el 90% de los estudiantes conoce que los vegetales tienen un proceso específico de regeneración, que tienen un tipo de reproducción vegetativa, que pueden aparecer plantas nuevas a partir de fragmentos de tallos, etc., pero nunca lo asocian a ningún proceso de reproducción celular. Otros concluyen que las concepciones alternativas se encuentran en todas las edades, y que existen conceptos que no se han interiorizado significativamente aun en el caso de personas de mayor edad.

Anderson, Sheldon y Dubay (1990), encontraron la persistencia de concepciones alternativas sobre respiración y fotosíntesis, antes y después de un curso de biología. Entre las concepciones alternativas encontradas están: en la respiración los humanos exhalan CO₂ y las plantas O₂; la

respiración es el intercambio de gases, aire entra y aire sale; en la respiración los pulmones tienen aliento; cuando el sol está directamente sobre las plantas, éstas realizan la fotosíntesis; en la fotosíntesis las plantas toman CO₂ y lo cambian por O₂ y; las plantas verdes transforman el sol y CO₂ dentro de la clorofila.

Por último Din-Yip (1998a), en una muestra de profesores de secundaria, identifica las siguientes concepciones alternativas: las enzimas humanas trabajan óptimamente a la temperatura del cuerpo, 37 grados centígrados; la fotosíntesis está compuesta de dos reacciones y que la reacción oscura tiene lugar solamente en la oscuridad o en la noche; las proteínas en la dieta solamente importan como un material orgánico para la formación del cuerpo y de la estructura celular; la exhalación todo el aire es expelido de los alvéolos; y los granos de polen son semejantes al esperma de los animales.

Método

En la investigación referida se utilizó la propuesta metodológica de Treagust (1988), para la elaboración de pruebas de diagnóstico que tiene el propósito de identificar concepciones alternativas; también se tomó en cuenta la propuesta metodológica utilizada por Yip (1998b), para identificar las concepciones de profesores de biología. Con base a estas dos propuestas se desarrollaron las siguientes actividades:

- A. Identificación de enunciados con un conocimiento proposicional
- B. Desarrollo de mapas conceptuales
- C. Relación de los enunciados con el mapa conceptual
- D. Validación del contenido
- E. Examen de literatura relacionada
- F. Conducción de entrevistas sin estructurar con profesores de biología
- G. Redacción de los enunciados del cuestionario
- H. Pilotaje, prueba de confiabilidad y ajustes al cuestionario
- I. Selección de la muestra

- J. Aplicación del cuestionario a una muestra de profesores de biología en servicio de escuelas secundarias de la Ciudad de México
- K. Análisis e interpretación de resultados .

Antes de la aplicación del instrumento con la muestra definitiva, se realizaron tres pilotajes, que permitieron la realización de varios ajustes para la elaboración del cuestionario definitivo.

Este cuestionario tiene la particularidad de tener una opción abierta, con lo cual se obtiene una gran variedad de explicaciones. El cuestionario comprende dos secciones. La primera de 13 preguntas, y la segunda, una lista de características que cada profesor tiene que organizar de acuerdo al orden de importancia.

La muestra definitiva de profesores de biología en servicio de escuelas secundarias de la Ciudad de México fue de 114 docentes.

El análisis e interpretación de resultados se realizó con base en las categorías, que emergieron de las entrevistas y pilotajes. Se entiende por categoría el resultado último de un proceso de teorización, que se caracteriza por su sentido breve y su carácter conclusivo. Las categorías de este estudio corresponden a las propuestas por Dreyfus y Junwirth (1988), las cuales se refieren a las concepciones alternativas de la biología: antropomórfica, causal, descriptiva y teleológica. De cada una de ellas se derivaron los indicadores.

Cada una de las categorías identificadas posibilitó el análisis de información, para lo cual se utilizaron como indicadores:

Conocimientos comunes. Conocimientos que se asemejan a de manera aceptable al “establecido” (cc).

Falta de conocimiento. Carencia del conocimiento. (“Yo no conozco” o “Yo no tengo idea” (ci).

Alternativas inadecuadas (ai). Alternativas que aparecen en dos sentidos, cuando los alumnos “no

CONCEPCIONES ALTERNATIVAS DE LOS PROFESORES DE BIOLOGÍA. UNA APROXIMACIÓN DESDE LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

conocen que ellos no conocen” o como “tentativas” explicaciones (o “invenciones instantáneas”, en McClelland y Rumelhart, 1986) sugeridas cuando no se posee el conocimiento. Algunas de estas alternativas son inadecuadas frente al punto de vista científico.

Contradicciones. Inconsistente uso del conocimiento. Cuando se expresan opiniones o dibujaron conclusiones o sugirieron teorías las cuales estaban en contradicción con su aparente conocimiento, pero eran inconscientes de la contradicción (con).

Un resumen de la categorización e indicadores utilizados se presenta en la tabla No 1.

Se investigaron las concepciones alternativas de los profesores sobre distintos procesos biológicos, como la respiración, alimentación y reproducción a nivel celular; en este artículo sólo se abordan los referidos a las funciones de la membrana celular. Una característica común que comparten todas las células es la presencia de una membrana celular que cumple con una doble función: aislar el contenido celular del ambiente y, a la vez, mantener el contacto de éste con la célula. Las funciones principales de la membrana son conservar las condiciones físicas y químicas del interior de la célula y regular los intercambios de sustancias entre la célula y el medio en que se encuentra.

TABLA N° 1: Esta categorización de las concepciones alternativas resulta útil para ubicar las concepciones de distintos fenómenos biológicos. Se establecen una relación entre los componentes de una concepción.

CATEGORÍA	INDICADORES
<p>Concepción alternativa causal (C). Esta concepción se orienta hacia las causas de los fenómenos biológicos. Causal funcional, se relaciona con la biología funcional y la causal evolutiva con la biología evolutiva. La causa es una condición no suficiente o como un miembro de un conjunto de razones suficientes sin las cuales el hecho no hubiera sucedido.</p>	<p>Conocimiento aceptable (Cfca o Ceca) Conocimiento parcial (Cfcp o Cecp) Alternativa inadecuada (Cfai o Ceai) Conocimiento contradictorio (Cfcon o Cecon)</p>
<p>Concepción alternativa descriptiva específica (D). Se presenta como un discurso lineal, que se enfoca a un elemento principal del fenómeno biológico. Esta es una concepción informativa porque es el primer producto de cualquier investigación.</p>	<p>Conocimiento aceptable (Deca o Dtca) Conocimiento parcial (Decp o Dtcp) Alternativa inadecuada (Deai o Dtai) Conocimiento contradictorio (Decon o Dtcon)</p>
<p>Concepción alternativa teleonómica (T). Cuando se refieren la finalidad de la naturaleza viviente. El comportamiento orientado a un fin se encuentra extremadamente difundido en el mundo orgánico.</p>	<p>Conocimiento aceptable (Tnca o Teca) Conocimiento parcial (Tncp o Tecp) Alternativa inadecuada (Tnai o Teai) Conocimiento contradictorio (Tncon o Tecon)</p>
<p>Concepción alternativa antropomórfica (A). Se refiere a la manera de atribuir razonamiento humano a todos los seres vivos.</p>	<p>Conocimiento aceptable (Amca) Conocimiento parcial (Amcp) Alternativa inadecuada (Amái) Conocimiento contradictorio (Amcon)</p>

Resultados y análisis

Se presenta la relación de concepciones alternativas extraídas de las explicaciones proporcionadas por los profesores participantes en el estudio.

Profesores que poseen un conocimiento aceptable: 17

Profesores que no contestaron: 31

Profesores con concepciones alternativas: 66

TABLA No 2: Más de la mitad de los profesores participantes en el estudio tiene concepciones alternativas sobre las funciones de la membrana celular. La mayor parte de éstas se encuentra en las concepciones descriptivas

CATEGORÍA	FRECUENCIA
Causal funcional con alternativa inadecuada	6
Descriptiva específica con conocimiento parcial	4
Descriptiva específica con alternativa inadecuada	24
Descriptiva específica con conocimiento contradictorio	4
Teleonómica con conocimiento parcial	7
Teleonómica con alternativa inadecuada	8
Teleonómica con conocimiento contradictorio	2
Antropomórfica con conocimiento parcial	4
Antropomórfica con alternativa inadecuada	5
Antropomórfica con conocimiento contradictorio	2
Total	66

Las concepciones alternativas identificadas se agrupan en frecuencias de acuerdo a las explicaciones de los procesos proporcionadas por los profesores.

En los libros de texto es común encontrar explicaciones incompletas sobre las funciones de la membrana celular. Entre otras se encuentra que la membrana regula, controla, permite o selecciona, sin explicar que la membrana celular por sus características bioquímicas es una estructura dinámica y asimétrica en las que tienen lugar movimientos definidos de sustancias. Los problemas conceptuales identificados hacen referencia en su gran mayoría a estas concepciones incompletas.

Pero también se encuentran problemas conceptuales de otro tipo, que se basan en información incorrecta como el de explicar que la membrana impide la entrada a la célula de agentes patógenos, o problemas derivados de un limitado manejo de información como no saber cuál es la función de las proteínas en la membrana celular.

Los siguientes enunciados son algunos ejemplos de concepciones alternativas de los profesores. Se incluyen referencias textuales de los profesores participantes, para identificarlos se anota al final del enunciado un número entre paréntesis. Si observamos estos números, podemos identificar que existen profesores con determinadas concepciones.

Concepciones causales

Explicación causal funcional con alternativa inadecuada.

“Efectivamente, la membrana es una doble capa lipídica (la parte hidrofílica esta hacia la superficie, y la hidrofóbica hacia su interior) en ésta están incrustadas proteínas de diferentes pesos moleculares que algunos tienen función de canales por medio de los cuales existe intercambio de iones” (24).

“Debido a esta naturaleza le permite ‘seleccionar’ los iones que puedan pasar por esa barrera, como la parte superficial e interior de la célula se encuentra

la parte hidrofílica los iones Na⁺, K⁺ y Cl⁻ pueden entrar y salir de acuerdo a su diferencia de gradiente. Además la membrana protege, limita, comunica y le proporciona cierto movimiento a las células” (22).

“La membrana celular posee una permeabilidad selectiva y transportes específicos que controlan el gradiente de concentración de iones, así como receptores de membrana específicos a señales hormonales que le permiten discriminar las sustancias que necesita” (31).

Concepciones descriptivas

Descriptiva específica con conocimiento parcial

“La función de la membrana es proteger y regular el paso de sustancias” (5).

“Sus funciones son delimitar y proteger a la célula, regular la entrada y salida de sustancias” (15).

“Protección y regulación del paso de sustancias a través de ella” (19).

“La membrana celular tiene dos funciones principales: protege y regula el paso de sustancias” (108).

Descriptiva específica con alternativa inadecuada

“Podemos entender la permeabilidad que tiene y puede regular la entrada y salida de sustancias” (10).

“Porque la membrana tiene la propiedad de ser selectiva” (40).

“Al ser la membrana celular semipermeable, regula todo lo que entra o sale de la célula por medio de mecanismos, cuando éstos se alteran se pierde el equilibrio” (51).

“La membrana protege a los organelos del exterior, pero existen formas o mecanismos que regulan poco a poco el paso al liberar sin dañar a la célula” (57).

“La membrana celular tiene como función proteger y regular las sustancias que entran y salen (osmosis y difusión)” (76).

“De acuerdo con su situación, la membrana controla la cantidad y qué tipo de sustancias entran y salen de las células” (109).

Descriptiva específica con conocimiento contradictorio

“La membrana es una capa delgada su función es cubrir a la célula y dejarla expuesta a sustancias no necesarias” (35).

“De esta manera la célula puede realizar armónicamente sus funciones” (38).

“Siempre cumple esta función, pero puede haber sustancias o virus que la alteren” (59).

“Además de protegerla y aislarla con la regulación del paso de sustancias, también permite un equilibrio primero local y después sistémico” (64).

Concepciones teleológicas

Teleológica con conocimiento parcial

“La célula no sólo es protegida por la membrana celular, sino que ésta regula la entrada y salida de sustancias (endocitosis - exocitosis) con lo que la célula puede sobrevivir” (36).

“La membrana está formada por proteínas y lípidos, lo cual permite la entrada y salida de sustancias para estar comunicada con otras células” (53).

“La membrana celular es tan importante para la célula ya que le permitirá regular el interior y el exterior así como alimentarse, aislar y proteger la organización del interior celular” (65).

“La membrana celular tiene funciones específicas como son protegerlos entre otros y mantener el medio interno en funcionamiento para proporcionar la homeostasis” (74).

Teleonómica con alternativa inadecuada

“La membrana es la principal puerta que tiene la finalidad de proteger al citoplasma y permite la entrada y salida de sustancias que ahí lo requieran” (2).

“Es la parte exterior de la célula y por ser semipermeable realiza sus funciones por medio de la ósmosis para nutrirse” (8).

“La membrana celular es una cubierta proteica y lipídica que envuelve a la célula y que tiene el propósito de proteger y regular el paso de sustancias” (27).

“Porque regula el paso de sustancias del interior al exterior o viceversa para que la célula pueda alimentarse” (30).

Teleonómica con conocimiento contradictorio

“La membrana de la célula es doble; de ahí el nombre bicapa en donde el propósito es de proteger y de regular el paso de las sustancias por medio de cargas eléctricas” (41).

“Sirve para regular la entrada y salida de sustancias como el huevo” (103).

Concepciones antropomórficas

Antropomórfica con conocimiento parcial

“Las funciones específicas de la membrana son proteger a la célula del medio y permitir la entrada de sustancias nutritivas que ésta requiera, así, como permitir la salida de desechos” (25).

“La célula contiene una membrana celular semipermeable, y permite o no la entrada o salida de sustancias” (50).

“La membrana celular sus principales funciones son proteger y regular o permitir la entrada al paso de sustancias está formada por proteínicos y lípidos es semipermeable” (56).

Antropomórfica con alternativa inadecuada

“La membrana celular le da protección a toda la célula y no permite que agentes patógenos entren al interior de ella” (3).

“Su estructura la componen proteínas y lípidos conformados en tipo mosaico, haciéndolo semipermeable, cubre todos los organelos componentes de la célula, permite la entrada de sustancias y salida de desechos, cuando una partícula es muy grande y ni puede penetrar por dichos poros realiza el proceso de la fagocitosis” (24).

“En sí la función de la membrana es la de proteger a la célula del medio ambiente, así como la de permitir la entrada y salida de sustancias que la célula requiere. Este intercambio ocurre mediante la ósmosis” (33).

“Es una capa que ayuda a pasar y salir sustancias según las necesidades de ésta, y también de proteger a los organelos” (67).

“Debido a que la membrana funciona como una puerta en donde permite o no la salida de sustancias y entrada, además la aísla del medio exterior” (106).

Antropomórfica con conocimiento contradictorio

“La membrana celular delimita, protege y regula el paso de sustancias nutritivas vía sangre y sustancias de desecho” (7).

“La membrana celular, viene a realizar la función como el estómago en el ser humano, toma de los alimentos los nutrientes necesarios y los que no necesita los desecha” (14).

Discusión

Existen varios estudios que se relacionan con la investigación descrita en este artículo. Entre éstas, la de Dreyfus y Jungwirth (1989) realizada

con estudiantes del 10° grado (16 años de edad), quienes tomaron el curso de “célula” en el noveno grado, cuando tenían 15 años de edad. Se encuentran que estos estudiantes tienen dificultades para comprender las características y funciones de la célula; estas relaciones están más allá de la comprensión de los alumnos.

Otra investigación de Dreyfus y Jungwirth (1988) efectuada con jóvenes de educación secundaria, encontró varias concepciones alternativas sobre la membrana celular, como que es selectiva en el sentido que reorganiza los materiales que ingresan a la célula; rompe las moléculas que no puede penetrar; y que sólo materiales líquidos pueden pasar a través de la membrana.

En la investigación con profesores de secundaria, que se describe en este artículo se encontraron 66 concepciones alternativas referentes a las funciones de la membrana celular, algunas de ellas semejantes a las encontradas por Dreyfus y Jungwirth, como la concepción de que la célula a través de la membrana introduce sustancias de adentro hacia fuera y viceversa.

Conclusiones

De acuerdo con los datos reportados en este estudio, los profesores contribuyen a reforzar o a cambiar las concepciones alternativas que poseen los alumnos. Así las concepciones alternativas que poseen los profesores sobre el contenido que van enseñar, son una de las fuentes principales de las concepciones alternativas de los estudiantes.

Según Gallagher (1991), los profesores de secundaria tienen una comprensión distorsionada de la naturaleza de la ciencia porque su educación científica se ha centrado en el cuerpo de conocimientos de la ciencia, y da poco énfasis a los procesos por los cuales los conocimientos científicos están formulados y validados como conocimientos.

Para Wandersee (1989), pocos profesores toman en cuenta el incremento del número de investi-

gaciones disponibles del desarrollo conceptual de los estudiantes en biología, a pesar de que el conocimiento de las concepciones alternativas acerca de temas específicos de la biología puede ayudar al profesor a mejorar la enseñanza. Estas concepciones, al estar presentes en los propios profesores, les dificulta identificar las concepciones en sus alumnos, lo que dificulta que incorporen en sus explicaciones elementos para su transformación.

Por otra parte, existen pocas investigaciones orientadas a identificar los tipos de concepciones que poseen los profesores. Las concepciones de los estudiantes de distintos niveles educativos son muy semejantes a las concepciones encontradas en el presente estudio. Parece ser que las concepciones antropomórficas y teleonómicas, no son sólo de los estudiantes, sino que muchos profesores las tienen también. Estas concepciones propician que el aprendizaje de los estudiantes, refuerzan las concepciones alternativas, sin aproximarse a los conocimientos científicos.

Algunos investigadores han llegado a identificar un cambio conceptual con el desplazamiento de una concepción por otra, asociación cuya validez resulta cuando menos dudosa. Las concepciones se muestran mucho más resistentes al cambio de lo que en principio era de esperar y, a lo sumo, lo que se consigue es que tras largos períodos de instrucción, las nuevas concepciones convivan y coexisten con las ideas anteriores que no llegan a ser del todo erradicadas.

En este marco, los resultados de la presente investigación pueden ser de gran utilidad en un campo casi inexplorado en México y Latinoamérica. Para promover el aprendizaje significativo, los profesores deben de identificar las concepciones alternativas de sus estudiantes, pero de acuerdo con los resultados de la presente investigación, primero deben de indagar sobre sus propias concepciones. Cuando los profesores fundamentan la enseñanza de la biología en sus concepciones alternativas, sólo refuerzan las que poseen los estudiantes.

En el caso de los profesores de biología de educación secundaria, es necesario que tengan un manejo adecuado de la disciplina, pero también la sensibilidad para revisar sus propias concepciones. La presencia de las concepciones alternativas en las explicaciones de los profesores, no sólo obedece a una formación deficiente, sino en muchos de los casos a una forma de extender los significados primarios del conocimiento cotidiano.

Referencias

- Anderson, Charles, T. H. Sheldon and J. Dubay (1990). The effects of instruction on collegeno majors' conceptions of respiration and photosynthesis, *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 27, No. 8, pp. 761-776.
- Caballer, J. y Giménez I.(1992). "Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos", *Enseñanza de las ciencias*, 10, (2), pp. 172-180.
- Caballer, M.J. y Giménez I. (1993). "Las ideas del alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la educación general básica", *Enseñanza de las ciencias*, 1993, 11 (1), pp. 63-68.
- Cubero, Rosario (1994). "Concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales... ¿distinta terminología y un mismo significado?", *Investigación en la Escuela*, No. 23, pp. 33-41.
- Díaz, J. y P. Jiménez (1993). "¿Ves lo que dibujas?: Observando células con el microscopio", *Enseñanza de las ciencias*, Número extra (IV Congreso), pp. 161-162
- Díaz, R., López R., García A., Abuín, G., Nogueira E. y García J.A. (1996). "¿Son los alumnos capaces de atribuir a los microorganismos algunas transformaciones de los alimentos", *Enseñanza de las ciencias*, 14 (2), pp. 143-153.
- Dreyfus, A. and Ehud Jungwirth (1988). "The cell concept of 10th graders: curricular expectations and reality", *International Journal of Science Education*, Vol. 10, No. 2, pp. 221-229.
- Dreyfus, A. and E. Jungwirth, (1989). "The pupil and the living cell: a taxonomy of dysfunctional ideas about an abstract ideas", *Journal of Biological Education*, 23 (1), pp. 49-55.
- Driver, R. and Easley J. (1978). "Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students", *Studies in Science Education* (5).
- Gallagher, James (1991). "Prospective and Practicing Secondary School Science Teacher's Knowledge and Beliefs about the Philosophy of Science", *Science Education* 75 (1), pp. 121-133.
- García, A.M. (1991). "Estudio llevado a cabo sobre representaciones de la respiración celular en los alumnos de bachillerato y COU", *Enseñanza de las ciencias*, 9 (2), pp. 129-134.
- McClelland, J. y D. Rumelhart (1986), (eds.), *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition*, vol. 2, Cambridge, MIT Press
- Osborne, R. and P. Freyberg (Eds., 1985) *Learning in Science*, Auckland, NZ: Heinemann.
- Treagust, F. (1988). "Development and use of diagnostic test to evaluate students' misconceptions in science", *International Journal of Science Education*, Vol. 10, No., 2, pp. 159-162.
- Wandersee, James (1989). "Biology from the Learns Viewpoint: A Content Analysis of the Research Literature", *School Science and Mathematics*, Volume 89 (8), pp. 655-668.
- Westbrook, Susan and E.A. Marek (1992). "A Cross-Age Study of Student Understanding of the Concept of Homeostasis", *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 29. No. 1, pp.51-61.
- Wood-Robinson, C. (1991). "Young People's Ideas About Plant", *Studies in Science Education* 19, pp. 119-135
- Yip, D. (1998a) "Identification of misconception in novice biology teacher and remedial strategies for improving". *International Journal of Science Education*, Vol. 20, N. 4, pp. 461-477.
- Yip, Din (1998b). "Children's misconceptions on reproduction and implications for teaching", *Journal of Biological Education* 33 (1), pp. 21-26.