

Conceptos previos sobre respiración y función biológica del oxígeno en estudiantes ingresantes a la carrera de Psicología
Previous Knowledge on Breathing and Biological Function of Oxygen on First-year College Students of Psychology Course at the Universidad Nacional del Comahue

Julieta Farina

*Departamento de Psicología - Facultad de Ciencias de la Educación -
Universidad Nacional del Comahue.*

julietafarina@yahoo.com.ar

Recibido 24/06/2013 – Aceptado 01/10/2013

Resumen

En este artículo se analizan los conceptos previos sobre respiración y función biológica del oxígeno en estudiantes de primer año de la carrera de Psicología de la Universidad Nacional del Comahue. El estudio se centra en categorizar los conocimientos previos según los paradigmas explicativos: vitalismo, intercambio gaseoso, combustión, oxidación y acoplamiento quimiosmótico y comparar cuantitativamente el porcentaje de estudiantes que refiere a cada paradigma. Los resultados muestran que la mayor parte de los estudiantes explican la función de la respiración y del oxígeno según el paradigma vitalista y el del intercambio gaseoso. En base al análisis, se propone reformular la propuesta didáctica para generar conocimientos fundamentados en relaciones sistémicas de los conceptos del campo.

Palabras claves: conceptos previos, obstáculos epistemológicos, paradigmas explicativos de la respiración, visión sistémica.

Abstract

This paper analyzes the previous knowledge on breathing and biological function of oxygen on first-year college students of the Psychology program at Universidad Nacional del Comahue. The analysis focuses on categorizing the prior concepts according to explanatory paradigms such as: vitalism, gas exchange, combustion, oxidation and chemiosmotic coupling, and to compare quantitatively the percentage of students referring to each paradigm. Results show that most of the students explain the role of breathing and oxygen according to the vitalist and the gas exchange paradigms. Based on the analysis, we propose to reformulate the pedagogical proposal in order to generate some knowledge based on the systemic relations of this conceptual field.

Key words: Previous Knowledge, Explanatory Paradigms of Breathing, Systemic Point of View.

Introducción

Diversas investigaciones (Banet y Núñez, 1990; Sanmartí, 2002, Ausubel, Novak y Hanesian, 1983; Astolfi, 2001) sugieren que, para que la enseñanza consiga en los alumnos un aprendizaje significativo y formas de pensamiento consecuentes con el conocimiento científico, es necesario investigar cuáles son los conocimientos previos de los alumnos, para actuar en función de ellos. Para el constructivismo, una de las implicancias más importantes en la enseñanza es que los conceptos previos son la base para la construcción del nuevo conocimiento, y en muchos casos éstos están en un marcado contraste con las concepciones científicas que deben ser aprendidas (Crobak, 2010).

Según Sanmartí (2002), dichos conceptos se caracterizan por ser relativamente coherentes, comunes a diferentes medios escolares y culturales, persistentes y reacios al cambio y por su paralelismo con muchas ideas desarrolladas en la historia de la ciencia.

Hay distintas formas de entender los conceptos previos cuando se los compara con el conocimiento científico; Pozo (2000) reseña que ellos pueden entenderse como compatibles, incompatibles, independientes y como una integración jerárquica. Asimismo, se discute si pueden o no cambiarse o inclusive, si es necesario hacerlo.

Lo cierto es que cuando el saber enseñado se aleja demasiado del saber sabio, la enseñanza debe replantearse la transposición didáctica, para poder generar un aprendizaje más acorde al conocimiento científico (Chevellard, 1998). En este sentido, entonces, se puede decir que hay ciertos conceptos previos que pueden dificultar la enseñanza y el aprendizaje de conocimientos validados por la ciencia.

En este artículo se investiga cuáles son los conceptos previos de estudiantes ingresantes a la carrera de Psicología de la Universidad Nacional del Comahue, sobre respiración y la finalidad biológica de la incorporación del oxígeno. El conocimiento referido al metabolismo celular es de gran relevancia ya que es un componente común de todos los procesos que estudia la biología celular. El análisis sobre estas concepciones previas es muy importante para la cátedra de Biología Humana ya que, a partir de ellos, se delinearán las propuestas didácticas que se llevan adelante para la enseñanza.

Referentes teóricos

Para Bachelard (1938), los conocimientos previos pueden funcionar como obstáculos epistemológicos que limitan el aprendizaje de conocimientos biológicos. Uno de los principales que se presentan en la enseñanza de la biología tiene que ver con los procesos involucrados en la respiración aeróbica y la finalidad o función de la incorporación del O₂ molecular por parte del sistema respiratorio.

La respiración se considera un campo conceptual debido a la complejidad de los procesos que involucra (Quezada Núñez, 2011). Por lo tanto, es definida como una unidad de estudio centrada en la ubicación o sitios donde se realizan los procesos, los eventos implicados y las funciones o productos intermedios y finales. Comprender el proceso de respiración celular involucra poner en juego conocimientos de la Biología, de la Química y de

la Física, y de aquí deriva la complejidad de su aprendizaje. Asimismo, las representaciones de la célula y sus procesos, con errores no superados en la educación media, acarrea dificultades en los estudiantes de primer año universitario, para aprender procesos más complejos sobre biología celular (Quezada Núñez, 2011).

Diversas investigaciones se han llevado a cabo sobre los conceptos previos respecto a la respiración celular y de las dificultades que se presentan a la hora del aprendizaje de los conceptos científicos, incluidos en este proceso en particular, y de la nutrición en los seres vivos en general (García Záforas, 1991; Pérez, 1993; Tamayo, 2001; Tamayo y Sanmartí, 2003; Quezada Núñez, 2011). Algunas (Tamayo y Sanmartí, 2003; Quezada Núñez, 2011) proponen la categorización de las concepciones de los estudiantes respecto a la respiración, según ciertos paradigmas que han acompañado la evolución del conocimiento científico en relación a la explicación de la respiración aeróbica. Estos paradigmas son el del aliento vital, el intercambio de gases, la combustión, la oxidación y el acoplamiento quimiosmótico.

Particularmente, respecto a la utilidad biológica del oxígeno, no se encontraron investigaciones que estudien qué conceptos tienen los estudiantes al respecto. Sin embargo, se considera factible utilizar la misma categorización basada en los paradigmas enunciados, partiendo de la premisa que los estudiantes entienden a la respiración y a la utilización del oxígeno como si se tratara de los mismos conceptos.

Metodología

La investigación se llevó a cabo durante el cursado de la asignatura Biología Humana perteneciente al primer año de la carrera de Psicología de la Universidad Nacional del Comahue, Argentina, más precisamente en septiembre del 2012. Esta asignatura tiene un promedio de 600 alumnos por año y el equipo de cátedra está integrado por seis docentes. Los estudiantes que cursan esta asignatura Biología tienen diversos recorridos por el sistema educativo. La mayoría de ellos concluyó la escuela media el año anterior y realizó recorrido por diferentes orientaciones lo que le otorga un grado significativo de heterogeneidad poblacional.

Para indagar los conceptos previos de los estudiantes de la cohorte 2012, se aplicó un instrumento con cuatro preguntas sobre el tema "respiración celular y la finalidad biológica del oxígeno" (Anexo 1).

Las primeras dos preguntas del instrumentos fueron diseñadas para recabar información respecto del paradigma explicativo en el cual se ubican los estudiantes sobre el concepto de respiración, mientras que la número tres, pretende dilucidar si la consideran como un proceso característico de los seres vivos. Por último, la cuarta interesa por la significación de las funciones neuronales en el contexto de los fundamentos neurobiológicos de la carrera de Psicología. Las preguntas eran de tipo abiertas y los estudiantes podían elaborar sus respuestas sin limitaciones de espacio ni tiempo.

El instrumento fue resuelto de manera opcional por 93 estudiantes (15,2% del total de la cohorte) y se analizaron todas las respuestas. El análisis de la información recolectada

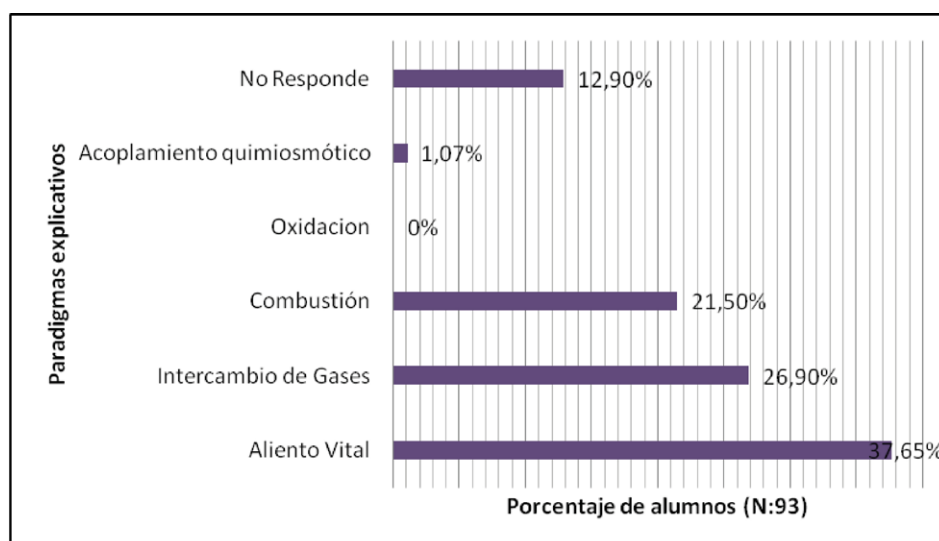
se realizó en tres niveles. En el primero, se categorizaron las respuestas obtenidas a partir de las preguntas uno y dos, según los paradigmas explicativos propuestos por Tamayo y Sanmartí (2003): el del aliento vital, el intercambio de gases, la combustión, la oxidación y el acoplamiento quimiosmótico. En el segundo, se consideró si las respuestas correspondían al nivel de organismo o celular. Por último, en el tercero se identificó qué tipo de células respiran y la relación de la respiración celular con las neuronas.

Para la pregunta tres se crearon los grupos: todas las células respiran, respiran las células eucariotas, sólo las aeróbicas, las células no respiran y no responde. Para la cuatro, los grupos de respuestas fueron: sí existe relación, no existe relación, únicamente por flujo sanguíneo y no responde.

Resultados

Primer nivel de análisis: el análisis de las respuestas dadas a la pregunta "¿Por qué respiramos?" (Gráfico 1) muestra que la mayoría de los estudiantes explica la función de la respiración según el paradigma vitalista (37,65%). Dentro de este paradigma, se encuentran aseveraciones del tipo de "para vivir", "porque si no, nos morimos", "para que nuestro cuerpo no se paralice", o directamente "porque es vital para la vida". El paradigma explicativo del intercambio de gases, también tiene un alto porcentaje de respuestas (26,90%). Aquí encontramos afirmaciones del tipo "para la limpieza de la sangre con el ingreso de oxígeno y la salida del CO₂", "al respirar obtenemos oxígeno y eliminamos CO₂", o "para obtener O₂ del aire". Otro de los paradigmas explicativos con alto porcentaje es el de la combustión (21,50%), las respuestas incluidas en esta categoría son "respiramos para poder consumir los nutrientes necesarios para la vida", "para obtener energía", o "para que las células produzca ATP que es la energía esencial para la vida".

Gráfico 1. Porcentaje de respuestas a la pregunta ¿Por qué respiramos? según el paradigma explicativo.



Aunque varias afirmaciones incluyen el término oxidación, no se hace referencia al intercambio de electrones sino a la liberación de energía. Por esta razón fueron consideradas dentro de la conceptualización de combustión y no de oxidación, de hecho, ninguna de las respuestas dadas puede incluirse dentro de este paradigma. Sólo el 1,07% de las respuestas se enmarca dentro del paradigma del acoplamiento quimiosmótico. Finalmente, el 12,90% de los estudiantes no respondió esta pregunta.

También, para el primer nivel de análisis, en el caso de la pregunta "¿Cuál es la función biológica del oxígeno?" (gráfico 2), el paradigma explicativo del vitalismo es el más utilizado, (19,35%). Se destacan respuestas como "limpiar nuestro cuerpo", "sirve para la respiración", o "recorrer el cuerpo atribuyendole a cada parte el complemento funcional necesario". Le sigue, en orden de porcentaje de respuestas, el paradigma explicativo de la combustión (13,98%) con respuestas del tipo "dar energía a las células", o "reacciona con la glucosa y genera ATP". En esta pregunta sí aparecen respuestas enmarcadas en el paradigma explicativo de la oxidación (7,52%), algunas de ellas son "captar los electrones pertenecientes a la glucosa para que esta luego se oxide", "ayudar al transporte de electrones", o "aceptar los electrones y realizar reacciones químicas en todos los procesos". Solo dos estudiantes (2,15%) escribieron sus respuestas en función del paradigma del acoplamiento quimiosmótico. El 10,75% de las respuestas no pudo ser atribuido a ninguno de los paradigmas explicativos. Es llamativo el alto porcentaje de estudiantes que no respondió la pregunta (40,86%).

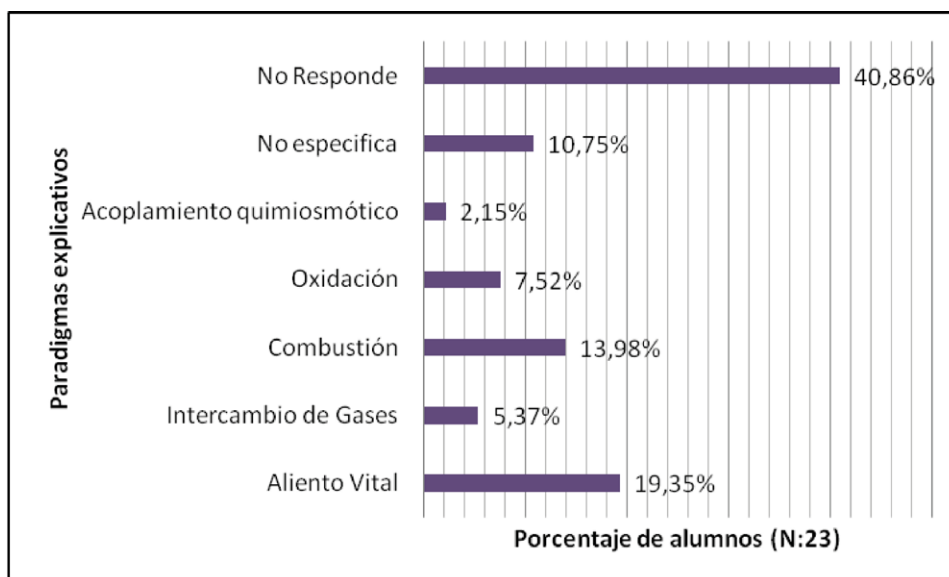


Gráfico 2. Porcentaje de respuestas a ¿Qué función biológica tiene el oxígeno?

Para el segundo nivel de análisis, que considera al nivel de organización al que se refieren las afirmaciones, los resultados encontrados para la pregunta 1 (gráfico 3) son que el 55% de los estudiantes explicó la función de la respiración a nivel del organismo y el 45% lo hizo a nivel celular. Mientras que para la pregunta 2, el 32% respondió a nivel del organismo y el 59% a nivel celular; el 9% de las respuestas no pudo ser atribuido a ninguno de estos niveles de organización (gráfico 4).

Gráfico 3. Nivel de organización al que se refieren para la pregunta "¿Por qué respiramos?"

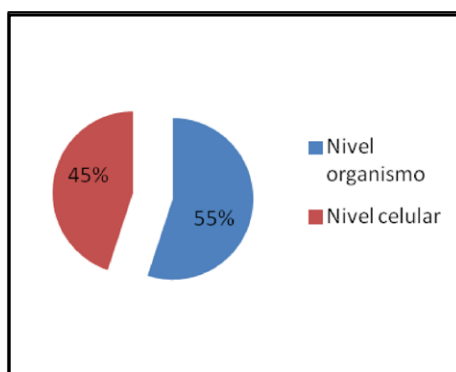
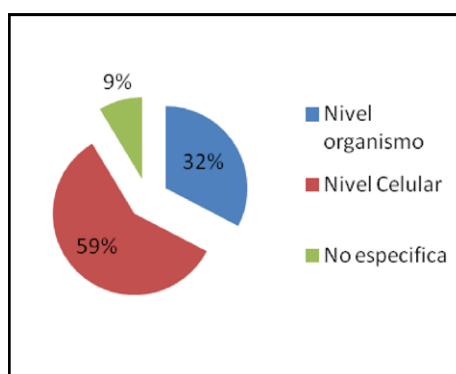
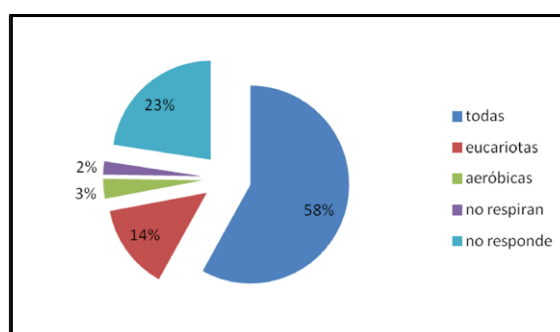


Gráfico 4. Nivel de organización al que se refiere para la pregunta "¿Cuál es la función biológica del oxígeno?"



En el tercer nivel de análisis encontramos que, para la pregunta 3 "¿Qué células son las que respiran?" (gráfico 5), la mayoría de los estudiantes respondió que todas las células respiran (58%). Le siguen en orden de citas que sólo respiran las células eucariotas (14%) y que sólo lo hacen las células aeróbicas (3%). El 2% respondió que las células no respiran. Además, el 32% no respondió la pregunta. Respecto a la pregunta 4, sobre si existe alguna relación entre la respiración celular y las neuronas (gráfico 6), cabe destacar que el 50% de los estudiante no respondió la pregunta. El 45% lo hizo escribiendo simplemente que sí, el 4% asevera que la relación entre respiración celular y neurona se da por flujo sanguíneo, y el 1% afirma que no existe relación.

Gráfico 5. Porcentaje de respuestas a la pregunta ¿Cuáles son las células que respiran?



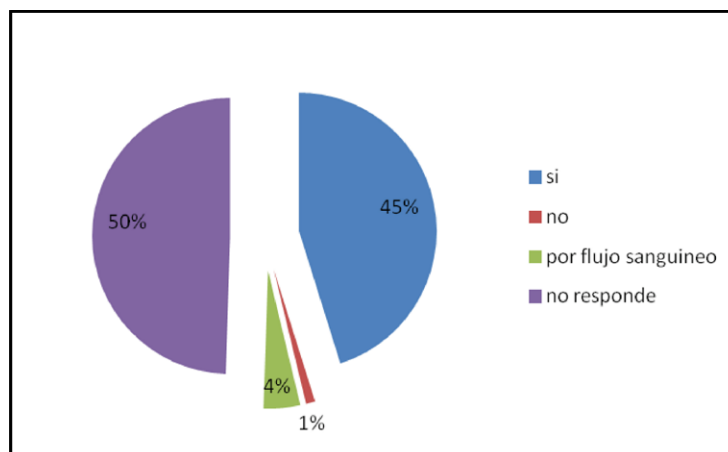


Gráfico 6. ¿Existe alguna relación entre la respiración celular y las neuronas?

Discusión

Tal como se planteo en la introducción, las concepciones previas de los estudiantes son los cimientos para construir el conocimiento, de ahí la importancia de analizarlas para poder diagramar didácticamente el proceso de enseñanza. Según Mathews (1991), el pasado de la ciencia puede iluminar el presente del aprendizaje científico, por lo que la categorización de las concepciones previas en los distintos paradigmas explicativos puede contribuir a identificar obstáculos y generar herramientas para el diseño de nuevas formas de trabajo en el aula.

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que la mayor parte de los estudiantes piensan a la respiración y a la función del oxígeno dentro del paradigma vitalista. Este modo de entender la respiración surge con los pensadores griegos, por lo que se encuentra muy alejada de la explicación actual del proceso. Estos resultados son **muy alarmantes** y deben llamar la atención sobre los contenidos abordados en biología durante el trayecto educativo previo al nivel universitario. Cabe destacar que las investigaciones sobre concepciones de respiración consultadas no tuvieron en cuenta al paradigma vitalista como parte de sus análisis. El hecho de que la mayoría de los estudiantes consideren la función del oxígeno dentro del paradigma vitalista, le da a esta molécula una interpretación de "elixir de la vida". García Záforas (1991) también llama la atención sobre la dificultad de entender al oxígeno como un nutriente, con una función específica en el metabolismo celular.

Los altos porcentajes obtenidos para el paradigma explicativo del intercambio de gases, se corresponden con los encontrados en diversas investigaciones (Banet y Núñez, 1990; García Záforas, 1991; Núñez y Banet, 1996; Tamayo, 2001; Tamayo y Sanmartí, 2003 y Quezada Núñez, 2011). Para Quezada Núñez (2011) esta forma de entender la respiración es un obstáculo para el aprendizaje ya que sólo la interpretan como un proceso macroscópico. García Záforas (1991) y Tamayo y Sanmartí (2001), coinciden en que el paso del nivel macro al micro (celular, mitocondrial y molecular) es una de las más grandes dificultades a superar por los estudiantes. El análisis sobre el nivel de organización al cual se refieren las respuestas, también llaman la atención sobre la dificultad de pensar a la

respiración y los procesos que involucra a nivel celular, ya que el 55% de los estudiantes se refiere al nivel del organismo. Sin embargo, cuando se pregunta sobre la función del oxígeno, la mayoría (59%) lo relaciona con una función celular, aunque un alto porcentaje continúa pensando a nivel macro.

Al respecto, Chevallard (1985) y Dupin y Josua (1993) estudiaron las transposiciones didácticas más frecuentes en el proceso de respiración y concluyeron que algunos textos presentaban este tema de acuerdo al conocimiento de finales del siglo XIX, centrándose en el intercambio gaseoso y en la mecánica del sistema respiratorio (Núñez Quezada, 2011).

Pérez (1993) hace referencia a la idea de la respiración como intercambio de gases, antes que la función energética, resultados que coinciden con esta investigación. Igualmente, un alto porcentaje (26,90%) de estudiantes relaciona la respiración con la obtención de energía, principalmente cuando hacen referencia a la función del oxígeno. Ahora bien, esta idea está más asociada al paradigma de la combustión que al de la oxidación o al acoplamiento quimiosmótico, hecho al que también hace referencia Pérez (1993), quien sostiene que este error es avalado por los libros de texto. Tamayo y Sanmartí (2003) alertan sobre la semejanza que expresan los estudiantes entre respiración y combustión y compartimos con ellos que es una ruptura epistemológica importante considerar a la respiración como algo distinto a la combustión. Asimismo, estos autores consideran al paradigma de la combustión como un obstáculo ontológico, ya que "estas concepciones podrían estar muy influenciadas por los procesos de enseñanza vividos por los estudiantes" (Tamayo y Sanmartí, 2003, p7) . Según Pérez (1993, p. 346) "interpretar la respiración como proceso energético es importante para la comprensión del concepto de nutrición, pero los estudios indican que este concepto es difícil de asimilar y que no es posible hacerlo hasta tener una formación especial en biología". La autora continúa diciendo que, aunque a la digestión sí se la relaciona con un fin energético, no ocurre lo mismo con la respiración.

Compartimos con García Záforas (1991) que uno de los principales problemas que presenta pensar la respiración como un proceso a nivel celular, desde los paradigmas actuales de la ciencia, está relacionado con la dificultad de comprender la interacción entre varios elementos y de percibir situaciones de equilibrio dinámico, como sucede en las reacciones metabólicas. Pozo (2000) sostiene que parte de las diferencias entre las concepciones previas y el conocimiento científico, se da en que mientras las primeras se basan en la observación del cambio, el segundo piensa los fenómenos en términos de interacción y de equilibrio dinámico.

Sostenemos que el alto porcentaje de estudiantes que no responden o lo hacen de manera errónea a las preguntas sobre qué células respiran y sobre la relación entre respiración y neurona, tienen que ver con las dificultades de comprender los postulados de la Teoría Celular. Esta interpretación es también compartida por Quezada Núñez (2011). Resulta contradictorio que, mientras la mayoría de los estudiantes piensa en la respiración como imprescindible para la vida, un alto porcentaje cree que sólo respiran las células eucariotas o aeróbicas. Más preocupante aún es que haya estudiantes que afirmen que las células no respiran porque carecen de pulmones, lo que coincide con la dificultad de entender los procesos biológicos a nivel celular.

Coincidimos con las conclusiones de diversas investigaciones (García Záforas, 1991; Pérez, 1993; Tamayo y Sanmartí, 2003 y Quezada Núñez, 2011), respecto a la necesidad de replantear los contenidos y procesos de enseñanza relacionados con la nutrición en general y la respiración en particular, tanto para el nivel medio como para el universitario. García Záforas (1991) y Quezada Núñez (2011) sostienen que las concepciones alternativas adquiridas en el Nivel Medio se mantienen durante al menos los primeros cuatrimestres universitarios, presentando conocimiento fragmentados, lo que se constituye en un obstáculo para profundizar los modelos conceptuales relacionados con la biología.

Aunque este trabajo no haya indagado específicamente sobre concepciones relacionadas con la química y la física, inferimos que muchas de las dificultades que presentan los estudiantes tienen que ver con la relación que existe entre los conceptos de estas disciplinas y su aplicación en la biología.

Siendo que una de las finalidades de esta publicación es indagar qué entienden los estudiantes sobre respiración, creemos necesario seguir investigando sobre los distintos significados de este término, y más específicamente sobre la distinción entre respiración a nivel pulmonar y la respiración celular, términos que muchas veces se confunden, cuando suceden en distintos niveles de organización.

Por todo lo expuesto proponemos, para la superación de los obstáculos epistemológicos, estrategias didácticas que aborden la respiración celular desde una visión sistémica, en la que se relacionen tanto los distintos procesos biológicos que tienen como finalidad la obtención de energía, como la relación de los fenómenos físico-químicos que acompañan estos procesos. Asimismo, dada la dificultad de comprender la biología a nivel microscópico, creemos que la utilización de modelos analógicos de los procesos que se dan a este nivel, pueden ser una herramienta válida para su abordaje.

Sostenemos necesario continuar investigando no sólo las concepciones alternativas de los estudiantes, sino también los contenidos abordados en el nivel medio, el material bibliográfico al que acceden los estudiantes y los dispositivos didácticos que ponen en juego los docentes, para tener una idea más estructural de las dificultades. Asimismo, consideramos importante dar cuenta de las experiencias innovadoras en el abordaje de los conceptos de respiración y función del oxígeno que aporten a la construcción de un conocimiento más significativo.

BIBLIOGRAFÍA

- Astolfi, J. 2001. Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas. Sevilla. Diada.
- Ausubel, D., J. D. Novak y Hanesian, H. 1983. Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. 2ª Edición. México.
- Bachelard, G. 1938. La formación del espíritu científico. París. Vrin.
- Banet, E. y Nuñez, F. 1990. Esquemas conceptuales de los alumnos sobre la respiración. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(2): 105-110.
- Chevallard, I. 1998. La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado, Aique, Buenos Aires.
- Chrobak, R. 2010. *Volver a aprender el derecho a enseñar*. Educo, Neuquén, Argentina.
- García Záforas, 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): 129-134.
- Matthews, M. 1991. Un lugar para la Historia y la Filosofía en la Enseñanza de las Ciencias. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 11 (12):141-155.
- Núñez, F. y E. Banet. 1996. Modelos Conceptuales Sobre las Relaciones entre Digestión, Respiración y Circulación. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3):261-278.
- Pérez de Eulate, L. 1993. Revisión Bibliográfica sobre Preconceptos en Fisiología de la Nutrición Humana. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3): 345-348.
- Pozo, J. I. 2000 ¿Por Qué los Alumnos no Aprenden la Ciencia que les Enseñamos?: El Caso de las Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* (8.1):13-19.
- Quezada Núñez, B. 2011. La Respiración Celular: Representaciones y Conceptos de los estudiantes de Bachillerato de la Institución Educativa Departamental Serrezuela de Madrid y de la Fundación Universitaria Juan N. Corpas. *Universidad Nacional de Colombia*. Inédito.
- Sanmartí, N. 2002. Didáctica de las Ciencias en la Escuela Secundaria Obligatoria. Cap 5 Aprender Ciencias un proceso muy complejo. 105-124. Madrid. Síntesis.
- Tamayo, O. (2001). Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Disponible en: <http://www.tesisenred.net/handle/10803/4688> (recuperado el 24/09/2013).
- Tamayo Alzate, O.E. y Sanmartí, N.P. 2003. Estudio Multidimensional de las Representaciones Mentales de los Estudiantes. Aplicación al Concepto de Respiración. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niños y Juventud*, 1(1):1-16.

ANEXO1: INSTRUMENTO

Responde según tus conocimientos a las siguientes preguntas:

- 1) ¿Por qué respiramos?
- 2) ¿Cuál es la función biológica del oxígeno?
- 3) ¿Cuáles son las células que respiran?
- 4) ¿Existe alguna relación entre la respiración celular y las neuronas?