

Los mapas conceptuales como estrategia didáctica para el aprendizaje de conceptos de biología celular en estudiantes de ciencias de la salud

Concept maps as a didactic strategy for learning of concepts of cell biology in students of health sciences

Danilo Lusbin Ariza Rúa¹, Iván Antonio Yaber Goenaga¹, Jorge Luis Muñiz Olite¹, Julio Seferino Hurtado Márquez¹, Roberto Enrique Figueroa Molina²

Resumen

Para los estudiantes de ciencias de la salud, el conocimiento de la biología constituye un pilar fundamental para afrontar con éxito los problemas que se les presenten relacionados con este campo del conocimiento y para interpretar los fenómenos concretos de las ciencias médicas y de la salud. Este artículo muestra los resultados del uso de los mapas conceptuales para el aprendizaje significativo de conceptos de biología celular.

Objetivo: Determinar la efectividad de los mapas conceptuales como estrategia didáctica en el aprendizaje de conceptos de biología celular en estudiantes de ciencias de la salud.

Materiales y métodos. Se trabajó un diseño cuasiexperimental pretest posttest con dos grupos intactos: un grupo experimental (usó los mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje) y un grupo control (no usó los mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje). Los estudiantes fueron evaluados con preguntas de selección múltiple con única respuesta, en los niveles de conocimiento, comprensión y aplicación del dominio cognitivo de la Taxonomía de Bloom.

Resultados: En el posttest no se hallaron diferencias significativas en el total de preguntas. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas entre los grupos en el nivel de aplicación, y se observó mejor resultado en el grupo experimental.

Conclusiones: Los mapas conceptuales proporcionaron a los estudiantes una herramienta para aprender significativamente conceptos de biología celular. Sin embargo, su uso efectivo depende de factores como: motivación por aprender, entrenamiento continuo en la elaboración de mapas, contenidos significativos de aprendizaje y tiempo de implementación.

Palabras clave: Mapas conceptuales, estrategia didáctica, aprendizaje de concepto.

¹ Grupo de Investigación FIDMA, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica de Bolívar Cartagena (Colombia). dariza@unitecnologica.edu.co, iyaber@unitecnologica.edu.co, jmuniz@unitecnologica.edu.co, jhurtado@unitecnologica.edu.co

Correspondencia: Campus de Ternera: Parque Industrial y Tecnológico Carlos Vélez Pombo, km 1, vía a Turbaco, Cartagena (Colombia).

² Grupo de Investigación en Currículum y Evaluación, Facultad de Educación, Universidad del Atlántico (Barranquilla, Colombia). roberfigue@hotmail.com

Correspondencia: Universidad del Norte, km 5, vía a Puerto Colombia, Barranquilla (Colombia).

Fecha de recepción: 1 de abril de 2009
Fecha de aceptación: 2 de julio de 2009

Abstract

For students of health sciences, knowledge of biology is a cornerstone to successfully face the challenges presented to them related to this field of knowledge and to interpret specific phenomena of medical science and health. This paper shows the results of the use of the concept maps for meaningful learning of cellular biology concepts.

Objective: *to determine the effectiveness of the concept maps as a didactic strategy in the learning of concepts of cellular Biology in students of Health Sciences.*

Material and methods: *It was worked with a quasi-experimental design of pre-test and post-test with two intact groups: an experimental group (it used the concept maps as learning strategy) and a control group (it did not use the concept maps as learning strategy). The students were evaluated using a pre-test and post-test, built with multiple-choice questions with one answer in the levels of knowledge, comprehension and analysis of the cognitive domain of Bloom's Taxonomy.*

Results: *In the post-test found no significant differences in the total number of questions. However significant differences were found between groups in the application level, observing better results in the experimental group.*

Conclusions: *The concept maps gave students a tool to learn concepts of cell biology significantly. However, its effective use depends on factors such as motivation for learning, continuous training in mapping, significant contents of learning and implementation time.*

Keywords: Concept maps, didactic strategy, learning of concepts.

INTRODUCCIÓN

En la sociedad actual, las ciencias juegan un papel importante en la formación de ciudadanos con una cultura integral y con un pensamiento humanista, científico e innovador, que les permita participar en un mundo cada vez más impregnado de ciencia y tecnología. Por esto, la necesidad del aprendizaje de las ciencias naturales en todos los niveles de enseñanza no es discutida (1,2).

Las ciencias naturales comprenden un área básica del currículo tanto a nivel escolar como superior, y necesitan de estrategias didácticas innovadoras para reformular la labor del/ de la maestro/a y de los estudiantes en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las mismas (3).

La biología es una de las ciencias naturales con mayor desarrollo en la actualidad. Muchos de sus fundamentos, aplicaciones

y desarrollos han trascendido el ámbito puramente científico y se han convertido en temas de interés público e incluso de debate en diferentes ámbitos como el legal, médico, ambiental, entre otros.

Para los estudiantes de Ciencias de la Salud, el conocimiento de la biología constituye un pilar fundamental para afrontar con éxito los problemas que se les presenten relacionados con este campo del conocimiento y para interpretar los fenómenos concretos de las ciencias médicas y de la salud. Sin embargo, diversos estudios dan muestra de las dificultades de aprendizaje de conceptos de biología y, más concretamente, del concepto de célula.

De Manuel y Grau (4), Campos, Gaspar y Alucema (5) señalan las dificultades de aprendizaje de conceptos de biología en estudiantes de todos los niveles educativos, y en especial del nivel universitario. Sus resultados muestran que las principales razones que originan

esta situación abarcan aspectos disciplinares (contenidos abstractos), problemas intrínsecos de los estudiantes (conceptos previos adquiridos y malos hábitos de estudios) y de los profesores (poca preparación pedagógica y uso inadecuado de estrategias didácticas).

Dreyfus y Jungwirth (6) muestran lo complejo y abstracto que resulta el aprendizaje del concepto de célula cuando a los estudiantes se les enseña a partir de preconcepciones e ideas abstractas del mismo.

La dificultad del aprendizaje del concepto de célula también lo constituyen las imágenes de la célula que tienen los estudiantes. De la revisión del papel de las imágenes y de su forma de percibir las en los procesos de aprendizaje no parecen evidenciarse signos de que la incorporación de las mismas suponga un entendimiento superior por parte de los estudiantes (7).

Otras dificultades de aprendizaje del concepto de célula se deben a que los estudiantes no son capaces de relacionar la estructura celular con funciones fisiológicas y desconocen la ocurrencia de los procesos biológicos a nivel bioquímico (8).

En un estudio más amplio se presentan los resultados relevantes en la dificultad del aprendizaje del concepto de célula: la representación mental de las células no es clara; pocos estudiantes reconocen la tridimensionalidad de la célula y consideran sólo al núcleo como estructura celular interna, y desconocen totalmente los organelos celulares. Desconocen, además, las funciones fisicoquímicas de la célula y sólo identifican las funciones celulares desde una perspectiva macroscópica (9).

Mondelo, García y Martínez (10) encontraron en su estudio que algunas dificultades del

aprendizaje del concepto de célula surgen porque los estudiantes consideran que la célula como unidad más pequeña de la materia viva aparece en mayor proporción en animales que en vegetales y que los vegetales son menos vivos que los animales.

La falta de comprensión del concepto de célula se ve reflejada también en las conclusiones de un trabajo realizado en estudiantes de un curso de genética (11):

- Muchos estudiantes piensan que los vegetales no tienen células
- No reconocen la relación significativa entre genes y cromosomas
- La mayoría considera que la información está en los gametos
- Asignan diferente información a distintas células de un mismo organismo
- La mayor parte considera que las plantas no tienen cromosomas
- No relacionan la división celular con la transmisión de información genética
- Tienen dificultades para reconocer que todas las células llevan información

En un trabajo sobre el grado de precisión y fidelidad con que se plasma la observación de morfología celular y organización tisular se encontró que la idea del aspecto celular es muy alejada de la realidad, reflejada en una percepción del contenido celular bastante pobre (12).

Mengascini (13) destaca que el estudio de la célula se enfoca básicamente con relación al cuerpo humano, perspectiva que ha derivado en una visión antropocéntrica y dificulta la comprensión del concepto de célula como unidad estructural de todos los organismos vivos.

Los estudios acerca del aprendizaje del concepto de célula demuestran la necesidad de:

1) buscar e implementar estrategias didácticas que promuevan un aprendizaje significativo de célula, 2) reflexionar y problematizar sobre distintos aspectos que van desde la idoneidad del contenido seleccionado, las estrategias y herramientas de enseñanza utilizadas, 3) estudiar las estrategias de aprendizaje utilizadas por los estudiantes y la transferencia de conocimiento científico aprendido a situaciones nuevas de aprendizaje, entre otros aspectos.

En este sentido, durante los últimos años ha surgido en las escuelas y universidades de nuestro país la necesidad de poner en práctica nuevas metodologías, estrategias y técnicas que den un giro a la concepción tradicional que se tiene del aprendizaje. Un ejemplo es el de la didáctica de las ciencias, en el que se han tomado como fundamento epistemológico teorías pedagógicas que pretenden explicar y evidenciar los procesos de aprendizaje en los estudiantes. Un modelo propuesto por Ausubel es el del aprendizaje significativo (14).

Una de las estrategias que posibilita el aprendizaje significativo es el mapa conceptual. Los mapas conceptuales introducidos por Novak y Gowin (15) son una de las estrategias didácticas que cada día se aplican en los diferentes niveles educativos y han alcanzado gran aceptación tanto en profesores como estudiantes. Se han convertido en elementos de planeación curricular, de evaluación, de enseñanza - aprendizaje y su uso se ha extendido a diferentes esferas de la vida donde la gestión de conocimiento ocupa un lugar preponderante (16).

La construcción de mapas conceptuales tiene como propósito dilucidar las relaciones significativas de conceptos (nuevos conceptos entre sí y entre los nuevos conceptos y los

conceptos de la estructura cognitiva) que establecen los estudiantes en los procesos de aprendizaje, y de este modo pueden ser utilizados como un método útil de diagnóstico y evaluación (17).

Existen antecedentes sobre la aplicación de mapas conceptuales en el contexto del aprendizaje de las ciencias y particularmente en la biología. Diversos estudios muestran las ventajas del uso de los mapas conceptuales en clase y la ayuda que ofrecen a los estudiantes en la generación de un aprendizaje más unificado y significativo sobre un tópico en particular o un concepto que les permita organizar mejor sus conocimientos para la resolución de problemas y el aprendizaje de los mismos (18, 19).

Un ejemplo de aplicación de los mapas conceptuales en el aprendizaje de la biología examina la utilidad del mapa conceptual como herramienta de valoración del aprendizaje de conceptos de biología de parte de estudiantes de secundaria. El análisis de los mapas revela una comprensión de conceptos a partir de una pregunta de enfoque. Esta pregunta guía a los estudiantes a la selección de los conceptos claves para la elaboración de los mapas conceptuales (20).

Otros estudios (21) muestran el uso de los mapas conceptuales en el aprendizaje de biología durante un semestre (dieciséis semanas). Los resultados señalan que el cambio en la estructura cognitiva es extensiva y se incrementa a lo largo del semestre; que el género juega un papel importante en la mediación de estos cambios; que existen diferencias en la reflexiones metacognitivas entre estudiantes que usan los mapas conceptuales con respecto a estudiantes que no los usan.

Por otro lado, la enseñanza de conceptos de biología celular a nivel universitario y en los programas de medicina representa un gran reto, debido a diversos factores, entre los que podemos mencionar: la gran cantidad de contenido en la materia, la visión de poca aplicabilidad de los temas, así como la ausencia de estrategias para la enseñanza de conceptos de biología. Los mapas conceptuales representan una herramienta idónea para el aprendizaje de conceptos de biología y de otras ciencias. Sin embargo, los trabajos de investigación publicados sobre la utilización de mapas conceptuales para aprendizaje de biología en Colombia son escasos, de ahí la importancia de este trabajo.

El objetivo de este estudio consiste en determinar la efectividad de los mapas conceptuales como estrategia didáctica en el aprendizaje de conceptos de biología celular en estudiantes universitarios. La efectividad del uso de los mapas conceptuales se establece a partir de la valoración del rendimiento académico de un grupo control que no utiliza los mapas conceptuales en su proceso de aprendizaje y un grupo experimental que sí los utiliza.

Este trabajo de investigación aporta evidencia de la posibilidad de aplicación de los mapas conceptuales como estrategia didáctica eficaz para el desarrollo del pensamiento científico en los estudiantes, porque en ellos se ponen de manifiesto las características esenciales de este tipo de pensamiento, el carácter jerárquico, el carácter integrador y la multiplicidad de descripciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó un diseño cuasiexperimental pretest posttest con dos grupos intactos: un grupo experimental y un grupo control. Para

la prueba de hipótesis que orienta la investigación, –la cual asume que es posible encontrar diferencias en el rendimiento académico entre los estudiantes que no utilizan mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje frente a los estudiantes que utilizan los mapas conceptuales en el aprendizaje de conceptos de biología celular– se utilizó la prueba *t de student*.

La población de esta investigación la constituyeron todos los estudiantes del Programa de Medicina de una institución de educación superior de la ciudad de Barranquilla. La muestra la constituyeron ochenta y dos estudiantes del curso de biología celular del primer semestre del Programa de Medicina de la institución y se seleccionaron como dos grupos intactos. Uno de los grupos se asignó como experimental, constituido por cuarenta estudiantes: veintitrés mujeres y diecisiete hombres; el otro se asignó como grupo control, constituido por cuarenta y dos estudiantes: veintiocho mujeres y catorce hombres.

El estudio se extendió durante seis semanas en sesiones de cuatro horas semanales y se dividió en dos partes. En la primera parte, el grupo experimental recibió entrenamiento en la construcción de mapas conceptuales durante ocho horas en el transcurso de dos semanas; en la segunda parte, que duró cuatro semanas, se desarrolló la enseñanza de conceptos del tema de “estructura celular” y el mismo profesor enseñó tanto al grupo experimental como al grupo control con las mismas estrategias: tareas, ejercicios, lectura, videos. Sin embargo, el grupo experimental construyó semanalmente un mapa conceptual de material aprendido. Estos mapas se evaluaron con una rúbrica y se retroalimentó a los estudiantes con el propósito de seguir

mejorando las destrezas en la construcción de mapas conceptuales.

Los instrumentos de evaluación fueron: cuestionarios de selección múltiple con única respuesta del pretest y del posttest, rúbrica para evaluar mapas conceptuales según Novak y Gowin (22).

RESULTADOS

Para probar la equivalencia entre los dos grupos se tomaron los resultados de las pruebas ICFES en las disciplinas de Biología, Química, Matemática y Física, de los estudiantes del grupo control (42) y el grupo experimental (40), siguiendo el siguiente procedimiento:

1. Se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, la cual evidenció que las muestras provenían de poblaciones normales, ya que se observan valores superiores a 0,05 (tabla 1).
2. La prueba de Levene mostró similitud en las variabilidades entre los grupos en las distintas disciplinas de las ciencias básicas, con excepción de la biología, donde la prueba detecta diferencias ($p < 0,05$) (tabla 2). Sin embargo, cuando se realizaron las pruebas gráficas, tal diferencia es poco relevante al no observarse en la mayoría de los datos una dispersión significativa (figura 1).
3. Las evidencias de normalidad y homocedasticidad en los datos de los grupos que se compararon permitieron hacer la prueba de medias para detectar si había o no diferencias en cuanto a sus rendimientos medios y para la cual se usó la prueba *t de student*. En la tabla 3 se muestran los

resultados, y en ellos no se evidencia estadísticamente diferencias entre los grupos en sus rendimientos medios, ya que el valor de p en cada prueba excede 0,05, y esto corrobora que los grupos son equivalentes.

Pretest

Los resultados del pretest (tabla 4) muestran que aunque el valor de la media para el total de preguntas fue ligeramente más alto para el grupo control (23,5952) que para el grupo experimental (22,9500), el rendimiento académico medio en saberes específicos de biología en ambos grupos fue similar. No se detectaron diferencias en el rendimiento académico medio entre los dos grupos en el total de preguntas ($t = 0.454$, $p > 0,05$, $gl = 80$).

El grupo control no difiere del grupo experimental en los niveles de conocimiento ($t = 1.411$, $p > 0,05$, $gl = 80$), comprensión ($t = -1.962$, $p > 0,05$, $gl = 80$), aplicación ($t = -1.319$, $p > 0,05$, $gl = 80$) y en el total de preguntas ($t = 0.454$, $p > 0,05$, $gl = 80$).

Posttest

De la tabla 5 se observa con una confianza de 95% que cuando se comparan en su nivel medio los resultados del posttest de los dos grupos, el grupo control no difiere del grupo experimental en los niveles de conocimiento ($t = 0,032$, $p > 0,05$, $gl = 80$), comprensión ($t = -0,006$, $p > 0,05$, $gl = 80$) y en el total de preguntas ($t = -7.34$, $p > 0,05$, $gl = 80$). Sin embargo, el grupo control difiere significativamente del grupo experimental en el nivel de aplicación ($t = -2,591$, $p < 0,05$, $gl = 80$) y se obtuvo un rendimiento académico superior en el grupo experimental.

Tabla 1
Valores Z de Kolmogorov – Smirnov para los resultados ICFES.
grupo control y grupo Experimental

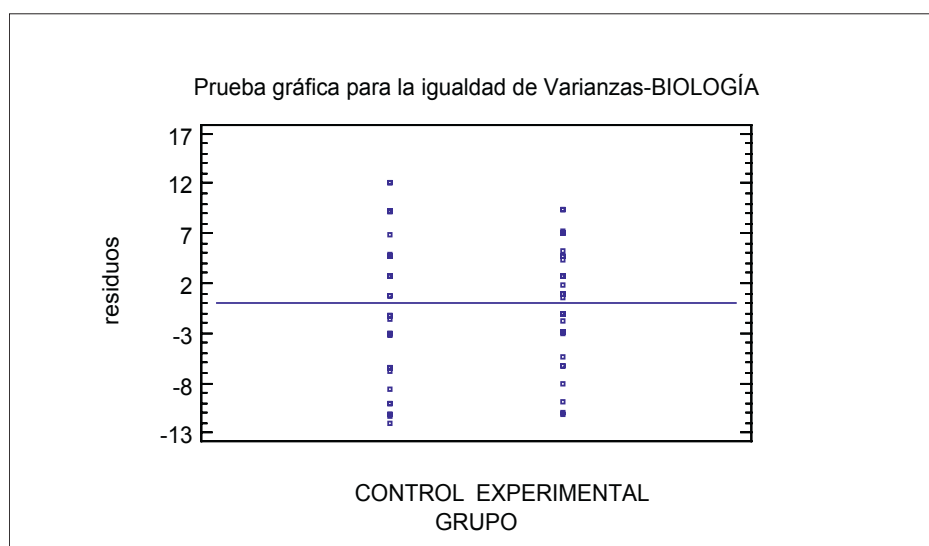
Grupo	Valores Z			
	Biología	Matemática	Física	Química
Control	0,789	0,752	0,652	0,21
Experimental	0,657	0,757	0,594	0,583

Fuente: datos tabulados por los autores.

Tabla 2
Resultados de los estadísticos de Levene para la igualdad de varianzas

Prueba de Levene	Biología	Matemática	Física	Química
F	7,831	0,186	0,044	0,365
p	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05

Fuente: datos tabulados por los autores.



Fuente: datos tabulados por los autores.

Figura 1. Prueba gráfica para la igualdad de varianzas

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En esta investigación a nivel global no hay diferencias entre el grupo control y el grupo experimental. Sin embargo, se encontraron

diferencias significativas entre los dos grupos en el postest en el nivel de aplicación.

Se comparó el aprendizaje de conceptos de biología celular a través del rendimiento

Tabla 3
Medias y desviación estándar para el grupo control y el grupo experimental

	GRUPO EXPERIMENTAL			GRUPO CONTROL			t
	N	MEDIA	DESV.	N	MEDIA	DESV.	
Biología	40	59,715	5,2477	42	59,875	7,2831	0,113
Matemática	40	55,377	7,0166	42	53,868	6,2846	-1,027
Física	40	57,368	8,8790	42	57,051	9,0402	-0,160
Química	40	54,762	6,1277	42	53,923	6,2090	-0,616

Fuente: datos tabulados por los autores.

Tabla 4
Comparación grupo control versus grupo experimental en el pretest

	GRUPO EXPERIMENTAL			GRUPO CONTROL			t
	N	MEDIA	DESV.	N	MEDIA	DESV.	
Conocimiento	40	18,4500	5,31061	42	20,0000	4,62759	1,411
Comprensión	40	3,8250	1,73778	42	3,1190	1,51742	-1,962
Aplicación	40	,6750	,72986	42	,4762	,63392	-1,319
Total de preguntas	40	22,9500	6,93911	42	23,5952	5,89774	,454

Fuente: datos tabulados por los autores.

académico, y se establecieron diferencias en el aprendizaje de estos conceptos entre el grupo experimental y el grupo control en los niveles de conocimiento, comprensión y aplicación.

En este estudio, el uso de los mapas conceptuales como herramienta cognitiva de aprendizaje supone un mejor rendimiento académico en el aprendizaje de conceptos de biología celular. Estas expectativas se basaron en las potencialidades de la herramienta, que permite la organización de la información, procesos metacognitivos, una diferenciación progresiva y una reconciliación integradora de las estructuras cognitivas de los estudiantes, según lo explicado en el marco teórico de este trabajo (15).

La elaboración de mapas conceptuales por parte del grupo experimental evidenció una construcción y un desarrollo cognitivo de los conceptos de la biología celular a lo largo de esta investigación. Al comparar los mapas conceptuales elaborados por los estudiantes en cada momento se evidenció un incremento en el número de conceptos, proposiciones, ideas inclusoras, ejemplos y enlaces cruzados. Esta nueva organización de los mapas permitió establecer comunicación con la estructura cognitiva de los estudiantes a través de la exteriorización de sus conocimientos en la elaboración de un mapa con mayor riqueza conceptual, que da cuenta de un aprendizaje significativo que relaciona los nuevos conceptos con los presentes en la estructura cognitiva de los estudiantes (15).

La comparación y evaluación de los mapas a través de la rúbrica utilizada permite afirmar que hay evidencias de que los conceptos incorporados por los estudiantes en los mapas conceptuales se diferencian progresivamente en relación con su grado de inclusividad o generalidad, lo cual da cuenta de un continuo proceso de transformación de su estructura cognitiva y diferenciación progresiva a lo largo del tiempo (14).

Los estudiantes establecieron relaciones cruzadas entre distintos conceptos y crearon nuevas relaciones conceptuales entre conceptos aparentemente poco relacionados en los distintos niveles de jerarquía conceptual. Esto da cuenta de que a través de los mapas conceptuales los estudiantes tuvieron una reconciliación integradora, que los conceptos científicos se adquieren siempre por relación jerárquica con otros conceptos, por su sentido.

Esto hace que en los conceptos científicos llegue a captarse la esencia del concepto, posible mediante el análisis consciente de sus relaciones con otros conceptos (23).

Los resultados del pretest muestran que aunque el valor de la media para el total de preguntas fue ligeramente más alto para el grupo control que el grupo experimental, el rendimiento académico en ambos grupos fue

similar. Esto podría explicarse atendiendo a dos argumentos:

Primero: En este momento del estudio el grupo experimental se encontraba en la fase de principiante en el uso de los mapas conceptuales, que se caracteriza por una coherencia pobre y escasa organización jerárquica; resultados similares a los encontrados por Koponen y Pehkonen (24) en el aprendizaje de conceptos científicos en otras áreas del conocimiento.

Segundo: el pretest tuvo un 77,5% de preguntas en el nivel de conocimiento. En estudios similares (25) se encontraron que no existe diferencia significativa en el rendimiento académico entre el grupo control y el grupo experimental que usa mapas conceptuales cuando responden preguntas en el nivel de conocimiento.

De otra parte, Lehman, Carter y Kahle (26) afirman que la construcción de mapas es difícil. Brandt, Elen, Hellemans, Heerman, Couwenberg, Volckaert y Morisse (27) y Beyerebach y Smith (28) reportan que los estudiantes requieren un entrenamiento prolongado para dominar los mapas conceptuales, situación que nos permite explicar la no diferencia significativa entre el grupo control y experimental en esta prueba.

Tabla 5

Comparación grupo control versus grupo experimental en el postest

	GRUPO EXPERIMENTAL			GRUPO CONTROL			t
	N	MEDIA	DESV.	N	MEDIA	DESV.	
Conocimiento	40	19,2250	5,67264	42	19,2619	4,86931	,032
Comprensión	40	6,5500	1,60048	42	6,5476	1,87672	-,006
Aplicación	40	7,3500	2,53741	42	6,0000	2,17525	-2,591
Total de preguntas	40	33,1250	8,71247	42	31,8095	7,50687	-,734

Fuente: datos tabulados por los autores.

En el postest no hay diferencias significativas entre el grupo control y el grupo experimental en los niveles de conocimiento, comprensión. Resultados similares para el total de preguntas fueron obtenidos por Boujaoude y Attieh (25).

El grupo experimental difiere significativamente del grupo control en el nivel de aplicación. Esto muestra que el grupo experimental en el nivel de aplicación tuvo mayor rendimiento académico que el grupo control en el postest. Una posible explicación a estos hallazgos podría darse a partir de estudios similares (29) que demuestran que existe una alta correlación entre la cantidad de información de los mapas y las calificaciones obtenidas en las preguntas del nivel de aplicación.

En los resultados entre el pretest y el postest del grupo control contra el grupo experimental se observa que en forma global no existen diferencias significativas entre ambos grupos. Esto podría explicarse debido al poco tiempo empleado en la fase de entrenamiento para la elaboración de los mapas conceptuales.

Al no ser suficiente el tiempo de entrenamiento, los estudiantes no construyen mapas conceptuales suficientemente elaborados que permitan una diferenciación progresiva y una reconciliación integradora de los conceptos de biología celular en su estructura cognitiva. Esto coincide con lo ya citado por Beyerebach y Smith (28), quienes reportan que los estudiantes requieren de entrenamientos prolongados para dominar la elaboración de los mapas conceptuales.

CONCLUSIONES

En este trabajo se demostró que no existen diferencias en el aprendizaje de conceptos de biología celular entre los estudiantes que no utilizan mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje frente a aquellos que los utilizan en el aprendizaje de conceptos de biología celular.

Sin embargo, se encontraron diferencias significativas entre estos dos grupos de estudiantes en el nivel de aplicación, y se observaron mejores resultados en el grupo de estudiantes que utilizaron los mapas conceptuales. Esto podría evidenciar que el uso de los mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje favorece en los estudiantes la adquisición de habilidades referidas al uso de la información, utilización de conceptos y teorías en situaciones nuevas y la solución de problemas, de acuerdo con lo categorizado en la Taxonomía de Bloom de habilidades de pensamiento.

Este estudio muestra los resultados en un contexto específico, lo que corrobora que los resultados de una propuesta pedagógica sólo pueden revelarse en el aula. Se evidencia que la aplicación constructivista de los mapas conceptuales como una herramienta cognitiva y metacognitiva favorece las reflexiones personales que conllevan a un aprendizaje significativo de conceptos científicos y promueve una diferenciación progresiva y una reconciliación integradora de las estructuras cognitivas de los estudiantes.

Los mapas conceptuales como estrategias de aprendizaje proporcionaron a los estudiantes una herramienta que utilizaron intencio-

nalmente como instrumento flexible para aprender significativamente los conceptos de biología celular. Sin embargo, esta técnica requiere para su uso efectivo de otros factores como: motivación por aprender, entrenamiento continuo en la elaboración de mapas, contenidos significativos de aprendizaje y tiempo de implementación.

Conflicto de interés: Ninguno.

Financiación: Universidad Tecnológica de Bolívar.

REFERENCIAS

1. Cajas F. Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las ciencias* 2001; 19(2): 243-254.
2. Santos Y, Hernández P. La formación en Ciencias como herramienta de competitividad en el desarrollo tecnológico. *Revista de la Universidad de La Salle* 2005; 39: 15-21.
3. Reyes J, González M. Consideraciones acerca de un modelo integrado de la educación en ciencias y perspectivas de cualificación. *Revista Colombiana de Física* 2006; 38(2): 730-733.
4. De Manuel J, Grau R. Concepciones y dificultades comunes en la construcción del pensamiento biológico. *Alambique* 1996; 7: 53-63.
5. Campos M, Gaspar S, Alucema A. Análisis de discurso de la conceptualización de estudiantes de biología de nivel universitario. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades* 2000; 10(1): 31-71.
6. Dreyfus A, Jungwirth E. The pupil and the living cell: a taxonomy of dysfunctional ideas about an abstract idea. *Journal of Biological Education* 1989; 23 (1): 49-55.
7. Rodríguez, M. Modelos mentales de célula. Una aproximación a su tipificación con estudiantes de COU [tesis doctoral]. Universidad de La Laguna; 2000.
8. Caballer M, Giménez I. Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos. *Enseñanza de las Ciencias* 1992; 10 (2): 172-180.
9. Caballer M, Giménez I. Las ideas del alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la Educación General Básica. *Enseñanza de las Ciencias* 1993; 11 (1): 63-68.
10. Mondelo A, García B, Martínez L. Materia inerte/materia viva ¿Tienen ambas constitución atómica? *Enseñanza de las Ciencias* 1994; 12 (2): 226-233.
11. Banet E, Ayuso E. Introducción a la Genética en la Enseñanza Secundaria y Bachillerato I. Contenidos de Enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias* 1995; 13 (3): 137-153.
12. Díaz J, Jiménez M. ¿Ves lo que dibujas? Observando células con el microscopio. *Enseñanza de las Ciencias* 1996; 14 (2): 183-184.
13. Mengascini A. Propuesta didáctica y dificultades para el aprendizaje de la organización celular. *Eureka Enseñanza Divulgación Científica* 2006; 3 (3): 485-495.
14. Ausubel D. Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. Barcelona: Paidós; 2002.
15. Novak D, Gowin B. Aprendiendo a aprender. Barcelona: Martínez Roca; 1988.
16. Cuevas A. Propuesta de aplicación de los mapas conceptuales en un modelo pedagógico semipresencial. *Revista Iberoamericana de Educación, versión digital* 2003; 33 (3): 1-11.
17. Moreira M. Mapas conceptuales en la enseñanza de la física. *Contactos* 1988; 3 (2): 38-57.
18. Kinchin I. Concept mapping in biology. Case study. *Journal of Biological Education* 2000; 34 (2): 61-68.
19. Heinze-Fry J. Applications of Concept Mapping to Undergraduate General Education Science Courses. *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. A. J. Cañas, J. D. Novak, F. M. González, editors. Pamplona (España); 2004.
20. Henno I, Reiska P. Using Concept Mapping as assessment tool in school biology. In Cañas AJ, Reiska P, Ahlberg M, Novak JD, editors.

- Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping. Tallin, Estonia and Helsinki, Finland; 2008.
21. Barbara L, Martin J, Clavijo E. Restructuring knowledge in Biology: cognitive processes and metacognitive reflections. *International Journal of Science Education* 2000; 22 (2): 303-323.
 22. Novak J. Conocimiento y aprendizaje. Los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas. Madrid: Alianza Editorial; 1998.
 23. Vygotsky L. *Thought and Language*. Cambridge: MIT Press; 1992.
 24. Koponen I, Pehkonen M. Physics concepts and laws as network-structures: comparisons of structural features in experts' and novices' concept maps 2008. Consultado en (2 de diciembre de 2008) en: <http://cmc.ihmc.us/cmc2008papers/cmc2008-p179.pdf>.
 25. Boujaoude S, Attieh M. The effect of using Concept Maps as Study Tools on Achievement in Chemistry. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 2008; 4 (3): 233-246.
 26. Lehman J, Carter C, Kahle J. Concept mapping, Vee mapping, and achievement: Results of a field study with black high school students. *Journal of Research in Science Teaching* 1985; 22: 663-673.
 27. Brandt L, Elen J, Hellemans J, Heerman L, Couwenberg I, Volckaert L, Morisse, H. The impact of concept mapping and visualization on the learning of secondary school chemistry students. *International Journal of Science Education* 2001; 23: 1303-1313.
 28. Beyerebach B, Smith J. (1990). Using a computerized concept mapping program to assess preservice teachers' thinking about effective teaching. *Journal of Research in Science Teaching* 1990; 27: 961-971.
 29. Rodríguez de la Vega R. Las medidas de la cantidad de información en la evaluación de los mapas conceptuales. Disponible en: <http://www.rioei.org/deloslectores/010Vega.PDF>. [Consultado: 15 de febrero de 2009].