

Potencialidades y proyecciones de la implementación del mapa conceptual como estrategia de enseñanza-aprendizaje en bioquímica

Implementation of the conceptual map as a teaching and learning strategy in biochemistry: potentialities and projections

PhD. Carola Bruna Jofré,¹ Verónica Madrid Valdebenito,¹ Verónica López López,^{1,2} Dr. Daniel Bordón Ortiz,^{1,3} María Teresa Chiang Salgado,^{1,4} PhD. Ana Cabanillas Sáez¹

¹ Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

² Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

³ Centro de Formación y Recursos Didácticos. Concepción, Chile.

⁴ Unidad de Desarrollo Docente, Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

RESUMEN

La necesidad de generar cambios en la docencia que promuevan el aprendizaje significativo utilizando estrategias centradas en el estudiante ha sido ampliamente discutida en las últimas 2 décadas. Enfocados en esta propuesta, en este trabajo se compartió la implementación del uso de mapas conceptuales en diferentes modalidades en la asignatura Bioquímica para Bioingeniería, como experiencia piloto para uso en diferentes asignaturas del área de las ciencias biológicas. Se describieron las modalidades utilizadas y se discutieron sus ventajas y desventajas, según la apreciación del profesor y de los estudiantes, además de compartir los recursos generados durante la ejecución de esta intervención pedagógica. El análisis de la apreciación del estudiante reveló que la gran mayoría consideró positiva la experiencia lo cual indica que los mapas conceptuales facilitan el establecer relaciones entre conceptos, su memorización y aprendizaje, a la vez que sugieren una amplia y positiva potencialidad del recurso en el aula. A través de este trabajo se invita al profesor a innovar al usar la metodología, creando ambientes de aprendizaje que motiven al estudiante a aprender.

Palabras clave: mapas conceptuales, bioquímica, aprendizaje significativo, paradigma constructivista.

ABSTRACT

The need to bring about changes in teaching that promote meaningful learning by using student-centered education has been extensively discussed over the past two decades. In this context, this paper presented diverse approaches for the implementation of conceptual maps in several modalities of the subject biochemistry in Bioengineering, as a pilot experience for their use in different subjects of biological sciences. The modalities, their advantages and disadvantages according to the perception of the teachers and students were discussed, and the materials produced while implementing this pedagogical intervention were shared. The analysis of the students' perception revealed that the majority positively valued the experience, indicating that conceptual maps facilitate establishing relationships among concepts, their memorisation and learning, all of which indicate a broad and positive potential of this teaching resource in the classroom. Through this work professors are invited to innovate in using methodology and to create learning climates that encourage the students to learning.

Key words: conceptual maps, biochemistry, meaningful learning, constructivist paradigm.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad es ampliamente aceptado que la práctica docente debe evolucionar y orientarse a promover el aprendizaje significativo a través del uso de estrategias dinámicas centradas en el estudiante.¹ En el contexto de este nuevo paradigma, el estudiante asume responsabilidad de su aprendizaje y descubre su conocimiento.² Una de las metodologías que es consistente con esta propuesta es el mapa conceptual, un recurso esquemático que representa un conjunto de significados de lo aprendido, enfocado en la organización de la información mediante la construcción de relaciones significativas entre conceptos.³ Al organizar e integrar el contenido de manera jerárquica se fomenta el razonamiento crítico, se promueve la comprensión y la memoria a largo plazo.⁴

En este trabajo se presenta la implementación y resultados de un proyecto de apoyo a la docencia otorgado por la Dirección de Docencia de la Universidad de Concepción, que consiste en la utilización de mapas conceptuales como estrategia de enseñanza en asignaturas de Ciencias Biológicas. Se describe y discute la experiencia piloto en la asignatura Bioquímica, cuyo objetivo general consistió en motivar a los estudiantes y promover el aprendizaje de esa asignatura.

La Bioquímica se basa en establecer relaciones entre la química, biología y física para comprender los procesos dinámicos de la célula. En Bioquímica para Bioingeniería, carrera seleccionada para esta intervención pedagógica, esta asignatura describe los contenidos de la bioquímica clásica: estructura y función de proteínas, enzimología y metabolismo; incluyendo seminarios de discusión de problemas y laboratorios experimentales. Los mapas conceptuales se utilizaron en diferentes modalidades que abarcaron al menos una por cada módulo, las cuales, en algunos casos, contribuyeron con puntaje adicional para alguna de las 4 evaluaciones sumativas. Se describen las modalidades y se comparten ejemplos

que podrían ser utilizados directamente en clases por otros profesores de la disciplina, o servir de base para producir material equivalente para otras disciplinas. También se incluyen los instrumentos generados para evaluar mapas construidos por los alumnos y para estimar la apreciación del estudiante. Se discuten las ventajas y las desventajas de las modalidades utilizadas y las potencialidades de esta estrategia de enseñanza-aprendizaje, de modo que la experiencia sea fácilmente replicable, adaptable y perfectible por otros.

MARCO TEÓRICO

El mapa conceptual es una herramienta gráfica para organizar y representar el conocimiento conceptual de un individuo circunscrito a un tema o dominio. Su construcción constituye un proceso de aprendizaje cognitivo, en el cual el aprendiz identifica de forma orientada la adquisición de nueva información y la integra a la ya existente, se esfuerza por conectar, diferenciar y relacionar los conceptos.^{4,5} Este recurso ha sido desarrollado por *Novak y Gowin* (1984),³ basándose en la teoría de asimilación del aprendizaje de Ausubel, que establece que aprendemos al asimilar la información a un marco preexistente de conocimientos, de modo que al hacer explícita las conexiones conscientes entre el nuevo conocimiento y el adquirido, éste se integra en la memoria y promueve el aprendizaje significativo.⁶

El mapa conceptual está compuesto por "conceptos" ubicados en elipses conectados por "palabras de enlace" ubicadas en "líneas de enlace", que al ser verbalizados constituyen unidades de significado válidas. Puede poseer enlaces cruzados, los que relacionan 2 conceptos ubicados en distintos segmentos del mapa. Un ejemplo para describir sus componentes y estructura se observa en la figura 1.

El recurso provee de un modelo efectivo para que los estudiantes presenten su concepción sobre conceptos complejos y abstractos, externaliza las estructuras cognitivas del organismo y colabora con la comunicación.⁷ Puede ser utilizado para diagnosticar,⁸ identificar errores conceptuales, enfocar en conceptos clave y sus interrelaciones, para resumir y evaluar.^{5,9} Mide aspectos que no están cubiertos por pruebas convencionales.¹⁰ A medida que ocurre el aprendizaje, la red de conceptos y relaciones se torna más elaborada y compleja,⁷ por lo tanto, el mapa conceptual tiene el potencial de medir aspectos de la evolución de la red de conocimientos del estudiante.¹¹ A través de los mapas, los estudiantes pueden integrar información científica y clínica y pasar de un patrón de pensamiento lineal a uno holístico.⁴

Para que un individuo pueda construir un mapa correcto y completo debe tener amplia comprensión de la materia o del tema, además de diferenciar los conceptos generales de los específicos.⁵ Por lo tanto, al elaborar una red de conocimientos estructurados el estudiante da un paso crítico hacia convertirse en un especialista en un campo particular. Lo anterior determinará cómo usará la información para la toma de decisiones y resolución de problemas, aspecto fundamental para transformarse en un experto.¹¹

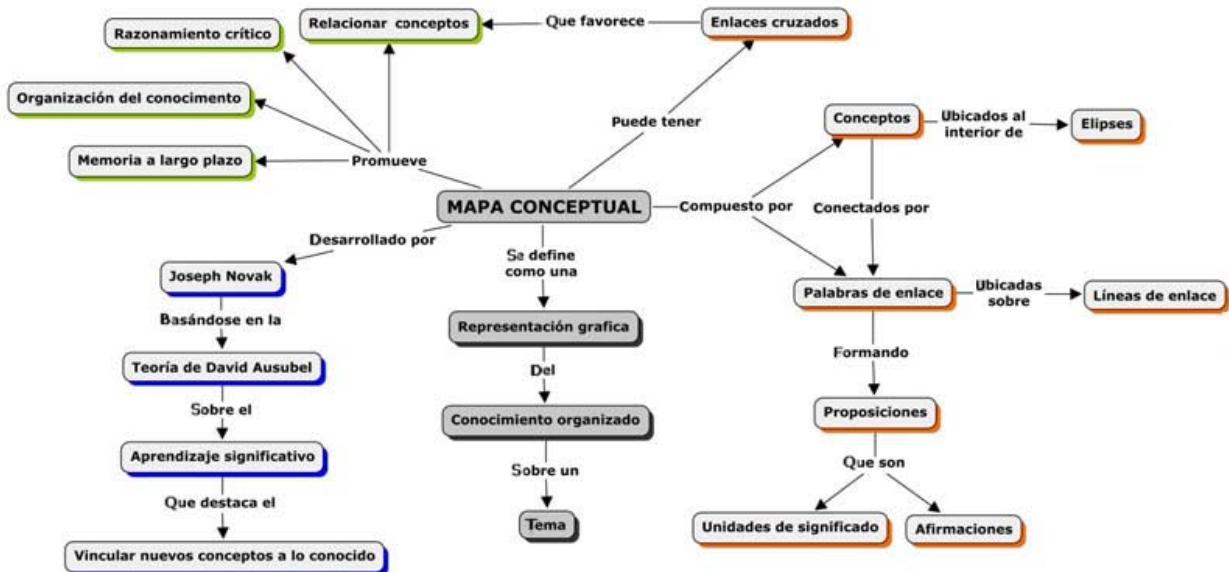


Fig. 1. Ejemplo de mapa conceptual elaborado utilizando CmapTools que resume la descripción, estructura, origen y utilidad del recurso. Los conceptos se ubican en elipses y las palabras de enlace sobre las líneas de enlace.

Se ha descrito que los ambientes de aprendizaje son más efectivos cuando los aprendices están activamente involucrados en construir sus propios significados,¹² lo cual justamente ocurre al construir mapas conceptuales. Consecuentemente, se ha reportado que promueve el aprendizaje significativo más efectivamente que las clases tradicionales.¹³ Las evidencias sugieren que su uso en el aula ayuda al estudiante a obtener una comprensión unificada, a organizar los conceptos más efectivamente para la resolución de problemas, a enfocar la atención en detalles críticos y a obtener una perspectiva más amplia.⁵

Por otra parte, el mapa conceptual se ha planteado como una metodología flexible, adaptable para facilitar la discusión y creación de juegos.¹⁴ Se ha reportado que su uso puede generar ambientes de aprendizaje lúdicos y promover la discusión activa de los estudiantes.¹⁵ Por lo tanto, acorde con el paradigma constructivista, el profesor al utilizarlos puede actuar como un innovador activo y crear instancias que motiven y promuevan el aprendizaje de sus estudiantes.

Numerosos estudios reportan una percepción positiva y un alto grado de satisfacción por parte de los estudiantes y profesores del uso de mapas conceptuales.^{4,5,16-18} Por lo antes expuesto, la utilización de este recurso en diversas modalidades se plantea como una estrategia que presenta ventajas con respecto a las clases plenarias basadas principalmente en la presentación de la teoría por parte del docente.

MÉTODOS

Se utilizaron mapas conceptuales en la asignatura Bioquímica para la carrera Bioingeniería de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Concepción, la que se imparte en el primer semestre del tercer año del Plan Curricular. La

intervención se realizó en los años 2011 y 2012, para 15 y 22 alumnos, respectivamente.

Al inicio del curso, se incluyó una sesión para describir las características de los mapas conceptuales, enfatizando en sus ventajas como estrategia de enseñanza-aprendizaje e incluyendo recomendaciones para su construcción.

Con el objetivo de introducir la metodología en variados contextos y lograr captar la atención de los estudiantes y motivarlos, se efectuaron diferentes actividades utilizando mapas conceptuales, las cuales se describen a continuación:

1. Competencias completando mapas conceptuales

Se realizaron 2 competencias: La primera sobre aminoácidos naturales y sus propiedades, y la segunda, relacionada con el efecto metabólico de la hipoglicemia. Para ello, el profesor construyó el mapa conceptual, retirando algunos conceptos, los cuales se incluyeron en una lista junto a distractores e instrucciones. A modo de ejemplo, en el anexo 1 se incluyen las instrucciones y mapa a completar el efecto metabólico de la hipoglicemia. El tema a preparar fue indicado a los estudiantes la semana anterior y durante la sesión de seminario trabajaron en parejas completando el mapa. El equipo que finalizaba primero debía hacer sonar una campana para que todos detuvieran el trabajo. El profesor revisaba el mapa, si este estaba correcto, el equipo era declarado ganador. De haber errores, se reanudaba la competencia hasta que algún equipo completaba el mapa correctamente. El equipo ganador obtenía 5 décimas de base para la evaluación sumativa de la asignatura en la que se controlaban los contenidos abordados en la competencia.

Anexo 1

Competencia: *efecto de hipoglicemia en mamíferos.*

Utilizando los términos listados a continuación y trabajando en parejas, complete el mapa conceptual sobre el efecto de la hipoglicemia en mamíferos:

Lipasa pancrática

Lipasa sensible a hormona

Movilización de grasas

Ciclo de Krebs

Síntesis de grasas

Beta-oxidación

Gluconeogénesis

Glicólisis

Glucogenogénesis

Glucogenolisis

Insulina
Glucagón
Epinefrina
Proteína quinasa
Proteína fosfatasa
Acetil-CoA
Ácidos grasos
Colesterol
Cuerpos cetónicos
Glucosa
ATP
Tejido muscular
Tejido adiposo
Tejido hepático
Tejido cerebral
Fosforilación
Defosforilación
LDL
HDL

Una vez completado el mapa, un integrante del equipo deberá tocar la campana, lo cual indicará que todos deben detener el trabajo. El mapa será revisado y en caso de estar correcto y completo, el equipo habrá ganado la competencia. En caso de haber errores, todos los equipos podrán reanudar el trabajo repitiendo el proceso hasta que alguno de los equipos complete el mapa de forma correcta.

¡El equipo ganador obtendrá 5 décimas para el tercer certamen de la asignatura!
(Anexo 1)

2. Mapas conceptuales en clases magistrales centradas en el estudiante

Se incluyeron mapas conceptuales en las presentaciones *Power Point* utilizadas en las clases magistrales para enfatizar conceptos y para resumir contenidos presentados en clases. Un ejemplo del recurso utilizado para resumir el capítulo de proteínas se presenta en el anexo 2.

3. Resolución de seminarios mediante mapas conceptuales

El seminario final del módulo de metabolismo consistió en una discusión grupal de preguntas sobre integración metabólica, cuyas respuestas debían presentarse mediante un mapa conceptual en un panel que representara la visión del equipo acerca de la resolución del tema. Las preguntas fueron sorteadas al inicio de la sesión. Los equipos dispusieron de 2 h para construir el mapa conceptual, para luego exponerlo verbalmente a todo el curso. Todos los estudiantes votaron por el mapa que expusiera la problemática metabólica creativamente, según las características que ya conocían de un mapa conceptual válido. El equipo que construyó el mapa que obtuvo el mayor número de votos obtuvo 5 décimas de base en la evaluación sumativa del módulo de metabolismo.

4. Construcción de mapas conceptuales individuales

En la sesión inicial de la asignatura, en la cual se describió el recurso y se instruyó a los alumnos sobre su construcción, se les instó a elaborar mapas conceptuales de alguno de los contenidos incluidos en el *syllabus* y a entregar voluntariamente un máximo de 2 mapas antes de finalizar el curso. Dichos mapas fueron evaluados y se utilizó una rúbrica analítica de desempeño que se construyó para tal fin (fig. 2). Este instrumento estuvo a disposición de los estudiantes con antelación con el objetivo de que se autoevaluaran, antes de la entrega, considerando el desempeño esperado. Aquellos estudiantes que obtuvieron un puntaje superior a la mitad del puntaje máximo del instrumento de evaluación, se adjudicaron hasta 5 décimas de base en la evaluación sumativa final. Se les sugirió que sometieran a evaluación mapas construidos como estrategia de estudio, en lugar de que los elaboraran solo para cumplir con esta tarea.

Para confeccionar su mapa se les propuso que utilizaran el *software CmapTools*, de uso libre para fines educacionales.

Con el propósito de estimar la apreciación del estudiante sobre el uso de mapas conceptuales en Bioquímica, al finalizar la asignatura se aplicó una lista de cotejo, cuyos aspectos evaluados se presentan en la tabla. Este instrumento incluyó indagar sobre la utilidad del recurso para recordar, entender o relacionar conceptos, además de consultar directamente al estudiante si le agradó utilizarlos y si consideraba que era perjudicial para su rendimiento.



Dimensions	A	B	C	D
Conocimiento	Incluye todos los conceptos relevantes al tema. Al verbalizar los conceptos y palabras de enlace se leen frases válidas en todos los casos. Se aprecia un entendimiento del tema.	Incluye más de un 80% de los conceptos relevantes al tema. Al verbalizar los conceptos y palabras de enlace se leen frases válidas en todos los casos. Se aprecia un entendimiento del tema.	Incluye más de un 50% de los conceptos relevantes al tema. Al verbalizar los conceptos con las palabras de enlace no siempre se leen frases válidas. Se aprecia confusión en algunos aspectos del tema.	Incluye menos de un 50% de los conceptos relevantes al tema. Al verbalizar los conceptos con las palabras de enlace no siempre se leen frases válidas. Se aprecia confusión sobre el tema.
Organización del conocimiento	Todos los conceptos están ordenados jerárquicamente (conceptos generales al comienzo y específicos al final). La organización de los elementos del mapa es creativa y demuestra entendimiento del tema.	Más de un 80% de los conceptos están ordenados jerárquicamente. La organización de los elementos del mapa demuestra entendimiento del tema.	Se utiliza jerarquía, pero hay inconsistencias. La organización de los elementos del mapa sugiere entendimiento a pesar de que hay errores.	No hay claridad en la jerarquía. El ordenamiento de los conceptos sugiere limitado entendimiento del tema, detectándose errores importantes.
Aplicación del conocimiento	Todos los conectores poseen palabras de enlace, las cuales son variadas y bien dirigidas. Presenta dos o más conexiones cruzadas válidas.	Todos los conectores poseen palabras de enlace, que son variadas, pero algunas se repiten. Presenta al menos una conexión cruzada válida.	Más de un 80% de los conectores poseen palabras de enlace, que no son variadas. El mapa carece de conexiones cruzadas.	Más de un 50% de los conectores poseen palabras de enlace. El mapa conceptual carece de conexiones cruzadas.
Comunicación del conocimiento	El mapa conceptual es correcto, completo, incluye un título coherente, ejemplos (si corresponde) y es fácil de interpretar.	El mapa conceptual es correcto y posee un título coherente. Faltan conceptos relevantes y/o ejemplos. Sin embargo, es fácil de interpretar.	El mapa conceptual presenta errores o no está completo. El título se relaciona parcialmente con el tema. Hay información confusa que dificulta la interpretación del mapa.	El producto final no es un mapa conceptual. El título se relaciona escasamente con el tema. La información es difícil entender y conduce a errores.
Presentación del conocimiento	El mapa conceptual es legible, ordenado y expresa claramente el conocimiento. Utiliza diferentes formatos (colores, tamaño y/o estilo de letra) para destacar aspectos.	El mapa conceptual se entiende a pesar de que la legibilidad u orden puede mejorar. Utiliza diferentes formatos (colores, tamaño y/o estilo de letra) para destacar aspectos.	No todos los aspectos tratados se entienden debido a problemas de legibilidad u orden. No se destacan aspectos importantes.	La información presentada no es clara, el contenido no se entiende, es ilegible y/o desordenado. No se destacan aspectos importantes.

Comentarios:.....

.....

Fig. 2. Rúbrica analítica de desempeño elaborada para evaluar los mapas conceptuales construidos por los estudiantes. El evaluador debe seleccionar uno de los 4 niveles de desempeño (A-D) para cada dimensión a evaluar, ubicados en la primera columna. Los niveles de desempeño A, B, C y D, se califican con 4, 3, 2 y 1 puntos, respectivamente.

RESULTADOS

Los resultados de la lista de cotejo para estimar la percepción de los estudiantes acerca del uso de mapas conceptuales en la asignatura se presentan en la tabla.

Al analizar los resultados de la lista de cotejo se apreció que más de 50 % de los integrantes de ambas cohortes consideró que el utilizar mapas conceptuales les facilita comprender y recordar conceptos, promoviendo el aprendizaje de la asignatura. Por otra parte, un tercio de los estudiantes de ambas generaciones afirmó que la metodología le confunde o le significa mucho trabajo. Asimismo, un tercio se motivó a utilizar el recurso en actividades que no fueron programadas por el profesor para ello, mientras que un porcentaje menor optó por utilizarlo en otras asignaturas.

Hay desacuerdo entre ambas cohortes con respecto a que los mapas conceptuales les ayudan a organizar la información y sobre fomentar el uso frecuente del recurso en Bioquímica y otras asignaturas, ambos aspectos son mejor considerados por la generación 2012. Sin embargo, la mitad de los integrantes del curso 2011 respondió afirmativamente a ambas interrogantes.

De todos los aspectos evaluados se destaca el que la mayoría de los estudiantes concuerda en que los mapas conceptuales ayudan a establecer relaciones entre conceptos (80 % o mayor) y que es apropiado para estudiar y/o aprender Bioquímica (91 % o mayor).

Tabla. Percepción de los estudiantes del uso de mapas conceptuales en Bioquímica

Aspecto a evaluar	%	Sí	%	No
	2011	2012	2011	2012
• El uso de MC facilitó el aprendizaje de BQ	60	73	40	27
• Me gustó construir mapas conceptuales	53	64	47	36
• Los MC me ayudaron a organizar la información	47	86	53	14
• Los MC me ayudaron a establecer relaciones entre conceptos	80	95	20	5
• Considero que el uso de MC facilita que recuerde conceptos	60	73	40	27
• Considero que el uso de MC facilita que entienda conceptos	53	77	47	23
• En BQ solo utilicé MC en las actividades programadas por el profesor	67	64	33	36
• Utilicé mapas conceptuales en otras asignaturas	7	18	93	82
• Los MC me parecen inapropiados para estudiar y/o aprender BQ	7	9	93	91
• Los MC me confunden y/o me requieren mucho trabajo que considero infructuoso	33	32	67	68
• Considero que se debieran usar MC más frecuentemente en esta y otras asignaturas	47	77	53	23
• Me gustó usar mapas conceptuales en las diversas modalidades	60	82	40	18

n=15. n=22.

MC: mapa conceptual. BQ: Bioquímica.

Finalmente, 60 % y 82 % de la generación 2011 y 2012, respectivamente, explicita que les agrado utilizar mapas en las diferentes modalidades, la aprobación a disminuye 53 % y 64% al consultarles si les gustaba construirlos.

Un total de 10 alumnos de los 37 realizó comentarios y sugerencias libres, los que se resumen en que los mapas conceptuales se perciben como una metodología apropiada para organizar y relacionar información, que en particular les gustó la modalidad resolviendo seminarios grupalmente utilizando el recurso y en señalar que no les gustaría construir mapas en las evaluaciones sumativas.

Desde el punto de vista del profesor, los 3 docentes que participaron en el curso concuerdan en que el uso de mapas conceptuales se aprecia como una alternativa que promueve que el estudiante se involucre en su aprendizaje. Es así, como durante la primera competencia sobre aminoácidos y sus propiedades, los estudiantes motivados y concentrados en la tarea (fig. 3) prepararon el tema, se demoraron entre 5 y 10 min en completar un mapa conceptual completo y complejo. La actividad en la cual se les solicitó a los estudiantes construir un mapa conceptual grupal en panel para resolver problemáticas metabólicas y presentarlo en seminario, fue aquella que generó mayor satisfacción, ya que al comparar con años anteriores en los cuales los casos se habían discutido grupalmente para que luego un representante expusiera oralmente las conclusiones, se les aprecio envueltos en la tarea (fig. 4), lo que enriqueció la discusión y el resultado.



Fig. 3. Uso de mapas conceptuales en formatocompetencia. Se observa a los estudiantes motivados y concentrados en la tarea de completar el mapa, sobre aminoácidos y sus propiedades, construido por el profesor.

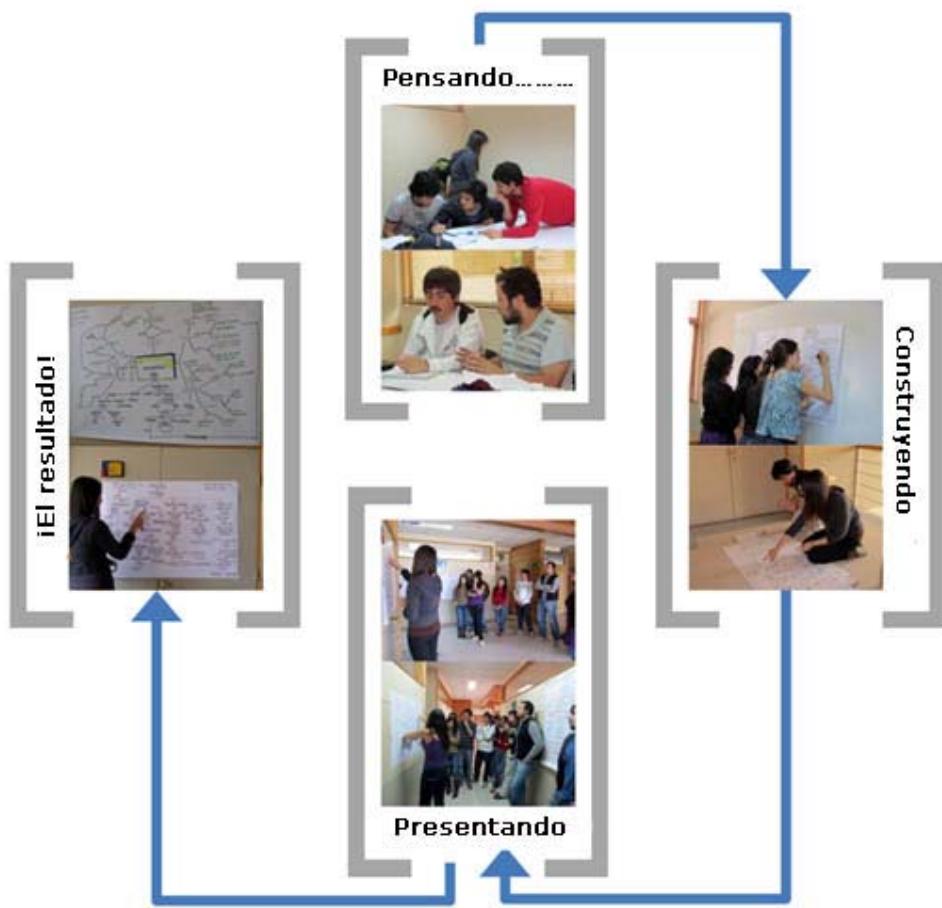


Fig. 4. Uso de mapas conceptuales para resolver seminarios. Los estudiantes discutieron preguntas sobre problemáticas metabólicas para luego construir un mapa grupal y presentarlo al curso.

Al conversar con los estudiantes, manifestaron agrado y asombro, especialmente ante los mapas utilizados para resumir unidades de la asignatura. Sin embargo, parecían más interesados en disponer de los mapas construidos por el profesor, que en elaborar sus propios mapas conceptuales para resumir los contenidos estudiados.

Con respecto a la construcción de mapas individuales, solo se recibieron 5 y 6 mapas de un total de 15 y 22 alumnos (año 2011 y 2012, respectivamente), sin que ello implicara que esta práctica no tuviera impacto significativo puntual. En particular, cabe mencionar el caso de un estudiante que obtuvo bajas calificaciones en las evaluaciones formales anteriores, sin embargo, elaboró excelentes mapas de la última unidad, lo cual concordó con una excelente nota en la evaluación sumativa de dicho módulo; este hecho sugiere que el utilizar el recurso como metodología de estudio podría mejorar el desempeño.

DISCUSIÓN

Se ha descrito que el mapa conceptual empodera al aprendiz a asumir responsabilidad en su propio aprendizaje, propicia que organicen sus redes cognitivas en patrones integrados más complejos, lo cual es concordante con un aprendizaje significativo y profundo. Asimismo, se ha informado como una estrategia que presenta ventajas respecto de la enseñanza tradicional en el ámbito de las ciencias biológicas.^{5,15,19} En este trabajo se muestra el uso de mapas conceptuales en diversas modalidades para motivar el aprendizaje de la Bioquímica y explorar las potencialidades de la estrategia.

Existen escasos trabajos en los cuales se determina la ganancia de aprendizaje producto de una intervención pedagógica, prácticamente no existe evidencia empírica confiable,²⁰ de modo que, generalmente, se obtiene retroalimentación directa de los estudiantes. En este contexto, la satisfacción de los usuarios de una nueva técnica o proceso es un criterio importante para la evaluación general del proceso.²¹ En este caso, al igual que en otros en los cuales se han utilizado mapas conceptuales,¹⁸ la apreciación del estudiante es positiva. En el presente trabajo, este recurso fue considerado especialmente apropiado para estudiar y/o aprender Bioquímica y para establecer relaciones entre conceptos; en general, la percepción fue más positiva con los alumnos del año 2012 que con los del 2011. Al igual que en otros reportes,¹⁸ hay individuos que indican que la metodología les confunde o les significa mucho trabajo, o bien expresan directamente que no les gusta utilizarlos. Esto es consistente con la diversidad de estilos de aprendizaje en el aula, que evidencia la necesidad de incluir diferentes metodologías de enseñanza para abarcar el universo de estudiantes.²² Consecuentemente, además de utilizar otras instancias de enseñanza-aprendizaje en la asignatura, el mapa conceptual se incluyó en diferentes modalidades, algunas más lúdicas, como el formato competencia, por lo que sería interesante relacionar el uso y apreciación del recurso con el estilo de aprendizaje a futuro. Por ejemplo, se ha reportado que estudiantes que no tienen hábitos de estudio definidos tienden a adoptar la metodología con mayor facilidad.⁹

La construcción de mapas conceptuales es una habilidad, pues se requiere de mucha práctica para convertirse en un experto.²³ Esto explicaría el bajo interés por construir mapas individuales, de modo que el propiciar esta práctica constituye un desafío para los docentes. Para motivar a los estudiantes a comprometerse con las actividades en las cuales se utilizaron mapas conceptuales, se otorgaron décimas adicionales en las evaluaciones, lo cual no produjo un aumento significativo en la calificación final de la asignatura, pero sí logró que los estudiantes se involucraran en la tarea, lo que sugiere que es una práctica recomendable. Cabe señalar que este efecto se detectó específicamente para las competencias y la resolución grupal de seminarios, pero no en la construcción de mapas individuales. Esto podría deberse a que en general los estudiantes prefieren ser actores pasivos de su aprendizaje en lugar de resolver problemas por sí mismos, especialmente de forma individual, así evitan la presión de sentir mayor responsabilidad en su aprendizaje y el trabajo adicional que implica.⁹ Frecuentemente hay resistencia por el tiempo que lleva crear mapas, lo cual genera dificultad para que el estudiante valore el hecho de que el aprendizaje significativo obtenido a través de mapas conceptuales lo ayudará a obtener buenos puntajes en pruebas estandarizadas.²⁴ Con esta experiencia se logra que muchos valoren el recurso, al manifestar que lo han utilizado voluntariamente en Bioquímica y en otras asignaturas, además de indicar que se debiera utilizar más frecuentemente. Sin embargo, como ya se mencionó, solo una minoría optó por construir mapas individuales voluntarios. Consideramos que el transformar esta tarea en obligatoria produciría una pérdida del contexto de aprendizaje autorregulado. Lo anterior plantea el desafío de reflexionar acerca de

estrategias que permitan promover esta práctica, con la cual logran un mayor aprendizaje que al trabajar con mapas construidos por otros debido a que la construcción es parte del proceso de pensamiento, ayuda al aprendiz a comprender.⁸ Una alternativa podría ser efectuar una intervención temprana y transversal en el Plan Curricular de esta carrera o instar a que un número importante de profesores lo utilicen como estrategia didáctica.

El formato competencia fue muy apreciado por los estudiantes, logró que se involucraran en la tarea y prepararan los temas con antelación, esto concuerda con el hecho de que las actividades lúdicas en el aula proveen de un ambiente agradable y motivador que favorece la adquisición y retención de conocimientos.²⁵ Esta modalidad es aplicable en grandes grupos, por ejemplo, lo hemos utilizado en otros cursos para trabajar en parejas, cada estudiante junto al compañero ubicado a su lado, en cursos de 100 estudiantes al final de una clase.

El mapa conceptual se utiliza con frecuencia como una herramienta de aprendizaje y organizacional, pero escasamente como recurso de evaluación, a pesar de que se reconoce como una herramienta para ello, probablemente porque hay poca información sobre su validez y confiabilidad.^{4,11,26} Entre las diversas aproximaciones para asignar un puntaje, la descrita por *Novak*²⁷ no revela errores de concepto ni debilidades; ha sido modificada por otros autores, asignando puntajes por separado para cada aspecto (ramificaciones, jerarquía, relaciones, terminología, enlaces cruzados, número de conceptos). Sin embargo, se requiere desarrollar instrumentos con una mirada más holística y cualitativa,⁸ por lo que en este trabajo optamos por elaborar una rúbrica analítica de desempeño, que si bien requiere validación, permitió evaluar los mapas construidos por los estudiantes con facilidad, además de guiarlos en el proceso de su construcción y proporcionarles retroalimentación posterior a la evaluación.

CONCLUSIONES

La experiencia piloto reportada en este trabajo sugiere que el mapa conceptual es un recurso valioso en el aula con gran potencial para promover el aprendizaje significativo. Desde el punto de vista del estudiante, es considerado como una estrategia que facilita el relacionar conceptos, proceso que supera a la memorización de contenidos. Esta significativa ventaja del mapa conceptual por sobre las clases tradicionales, constituye una propiedad que trasciende de la disciplina en la que es utilizado.

A través de esta intervención se evidencia que los estudiantes aprecian el uso del recurso en instancias no tradicionales, lo que nos invita a innovar para crear ambientes de aprendizaje más motivadores en el aula.

FINANCIAMIENTO

Proyecto financiado por el fondo de apoyo a la docencia de la Dirección de Docencia de la Universidad de Concepción, Chile.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dicarlo SE. Cell biology should be taught as science is practised. *Nature*. 2006; 442(7102):290-6. [citado 10 Oct 2013] Disponible en: <http://www.nature.com/nrm/journal/v7/n4/abs/nrm1856.html>
2. Barr RB, Tagg J. From teaching to learning -a new paradigm for undergraduate education. *Change*. 1995; 27(6):13-25. [citado 10 Oct 2013] Disponible en: <http://www.ius.edu/ilte/pdf/BarrTagg.pdf>
3. Novak JD, Gowin DB. *Learning how to learn*. New York, USA: Cambridge University Press; 1984.
4. Daley BJ, Torre DM. Concept maps in medical education: an analytical literature review. *Medical Education*. 2010; 44:440-8. [citado 10 Oct 2013] Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2923.2010.03628.x/pdf>
5. Ponzio de Azevedo AM, Lando VR, Fagundes L, Zaro MA, Timm MI. Concept maps as a strategy to asses learning in biochemistry using virtual dynamic metabolic diagrams. San José, Costa Rica: Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping; 2006. [citado 10 Oct 2013] Disponible en: <http://cmc.ihmc.us/cmc2006Papers/cmc2006-p67.pdf>
6. Ausubel D. *Educational Psychology: A cognitive view*. New York, USA: Holt, Rinehart & Winston; 1968.
7. Freeman LA, Jessup LM. The power and benefits of concept mapping: measuring use, usefulness, ease of use, and satisfaction. *Int J Sci Educ*. 2004; 20(6):151-69. [citado 10 Oct 2013] Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/0950069032000097361>
8. Stuart HA. Should concept maps be scored numerically? *Europ J Sci Educ*. 1985; 7(1):73-81.
9. Kinchin IM. Concept mapping in biology. *J Biol Educ*. 2000; 34(2):61-8.
10. Ruiz-Primo MA, Shavelson RJ. Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. *J Res Sci Teach*. 1996; 33(6):569-600. [citado 10 Oct 2013] Disponible en: http://www.stanford.edu/dept/SUSE/SEAL/Reports_Papers/ProblemsIssuesCMScience.pdf
11. West DC, Park JK, Pomeroy JR, Sandoval J. Concept mapping assessment in medical education: a comparison of two scoring systems. *Medical Education*. 2002; 36:820-6. [citado 10 Oct 2013] Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2923.2002.01292.x/pdf>
12. De Simone C, Schmid RF, McEwen LA. Supporting the learning process with collaborative concept mapping using computer-based communication tools and processes. *Educational Research and Evaluation*. 2001; 7(2-3):263-83. [citado 10 Oct 2013] Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1076/edre.7.2.263.3870>

13. Novak JD. The promise of new ideas and new technology for improving teaching and learning. *Cell Biology Education*. 2003;2,122-32. [citado 10 Oct 2013] Disponible en: <http://www.lifescied.org/content/2/2/122.full.pdf+html>

14. Kinchin IM. Concept cones. *School Science Review*. 1999;80:107-8.

15. Allen D, Tanner K. Approaches to cell biology teaching: Mapping the journey - Concept maps as signposts of developing knowledge structures. *Cell Biology Education*. 2003;2:133-6. [citado 10 Oct 2013] Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC192451/pdf/03-07-0033_p133.pdf

16. Chiou C-C. The effect of concept mapping on students' learning achievements and interests. *Innovations in Education and Teaching International*. 2008;45(4):375-87. [citado 10 Oct 2013] Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/14703290802377240>

17. Hall RH, O'Donnell A. Cognitive and affective outcomes of learning from knowledge maps. *Contemporary Educational Psychology*. 1996;21(1):94-101. [citado 10 Oct 2013] Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0361476X96900089#>

18. Pudelko B, Young M, Vincent-Lamarre P, Charlin B. Mapping as a learning strategy in health professions education: a critical analysis. *Medical Education*. 2012;46:1215-25. [citado 10 Oct 2013] Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/medu.12032/pdf>

19. Udeani U, Okafor PN. The effect of concept mapping instructional strategy on the biology achievement of senior secondary school slow learners. *Journal of Emerging Trends in Educational Research and Policy Studies*. 2012;3(2):137-42. [citado 10 Oct 2013] Disponible en: <http://jeteraps.scholarlinkresearch.org/articles/The%20Effect%20of%20Concept%20Mapping%20Instructional%20Strategy%20on%20the%20Biology%20Achievement%20of%20Senior%20Secondary%20School%20Slow%20Learners.pdf>

20. Costa MJ y Rangachari PK. The power of interacting teaching. *Biochemistry and Molecular Biology Education*. 2009;37(2):74-6. [citado 10 Oct 2013] Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bmb.20270/abstract>

21. Vennix JA, Gubbels JW. Knowledge elicitation in conceptual model building: a case study in modeling a regional Dutch health care system. *Europ J Oper Res*. 1992;59(1):85-101.

22. Reinicke K, Chiang MT, Montecinos H, Solar MI, Madrid V, Acevedo CG. Estilos de aprendizaje de alumnos que cursan asignaturas de ciencias biológicas en la Universidad de Concepción. *Estilos de Aprendizaje*. 2008;2(2):2-13. [citado 10 Oct 2013] Disponible en: http://www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/numero_2/artigos/lsr_2_octubre_2008.pdf

23. Ahlberg M. Concept mapping as an empowering method to promote learning, thinking, teaching and research. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*. 2013;4(1):25-35. [citado 10 Oct 2013] Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4264764>

24. Chang S-N. Externalising students' mental models through concept maps. *J Biol Educ.* 2007; 41(3):107-12.

25. Castro BJ, Frasson PC. Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de Química no Ensino Fundamental segundo o contexto da Aprendizagem Significativa. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias.* 2011;6(2):25-37. [citado 10 Oct 2013] Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/reiec/v6n2/v6n2a02.pdf>

26. Van Zele E, Lenaerts J, Wieme W. Improving the usefulness of concept maps as a research tool for science education. *International J Sci Educ.* 2004;26(9):1043-64. [citado 10 Oct 2013] Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/1468181032000158336>

27. Novak JD. Applying learning psychology and philosophy to biology teaching. *The American Biology Teacher.* 1981;43(1):12-20. [citado 10 Oct 2013] Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/4447108>

Recibido: 23 de octubre de 2013.

Aprobado: 1 de febrero de 2014.

Dra. *Carola Bruna Jofré.* Universidad de Concepción, Victor Lamas No. 1290. Concepción, Chile. Casilla 160-C. carolabruna@udec.cl