

LOS MAPAS CONCEPTUALES COMO HERRAMIENTA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE EN LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES DE MATEMÁTICA, INFORMÁTICA Y FÍSICA

Paola Otero¹, María Paz Gazzola¹

paolaoterou@gmail.com , mpgazzola@niecyt.exa.unicen.edu.ar

¹NYECYT, Universidad Nacional del Centro de la Prov de Bs. As. Tandil, Argentina.

Resumen

En este trabajo se reportan los resultados de una experiencia de aula realizada en un curso de primer año de las carreras de profesor de matemáticas, de física y de informática en la Universidad, en el cual se utilizan mapas conceptuales como herramientas de aprendizaje. En este curso se estudian las Teoría del Aprendizaje Significativo y del Aprendizaje Significativo Crítico y se elaboran mapas conceptuales sobre éstas. Aquí describimos y analizamos algunos ejemplos de los mapas construidos. Los estudiantes pudieron hacer uso de este instrumento, establecer relaciones significativas entre conceptos abordados y compartir significados en el ámbito de la clase. Al mismo se destaca el potencial de los mapas conceptuales como herramienta metacognitiva.

Palabras clave: Teoría del Aprendizaje Significativo, mapas conceptuales, formación inicial de profesores.

Concept maps as a teaching-learning tool in the initial training of mathematics, computer science and physics teachers

Abstract

This paper reports the results of a classroom experience carried out in a first-year course for the mathematics, physics and computer science teaching courses at the University, in which conceptual maps are used as learning tools. In this course, the Theory of Meaningful Learning and Meaningful Critical Learning are studied and conceptual maps are developed based on them. Here we describe and analyze some examples of the maps constructed. Students were able to use this instrument, establish significant relationships between concepts addressed and share meanings in the classroom. At the same time, the potential of conceptual maps as a metacognitive tool is highlighted.

Keywords: Meaningful Learning Theory, conceptual maps, initial teacher training.

Les cartes conceptuelles comme outil d'enseignement-apprentissage dans la formation initiale des professeurs de mathématiques, d'informatique et de physique

Résumé

Dans ce travail, on rapporte les résultats d'une expérience en classe réalisée dans un cours de première année des carrières de professeur de mathématiques, physique et informatique à l'Université, dans laquelle les cartes conceptuelles sont utilisées comme outils d'apprentissage. Dans ce cours, la théorie de l'apprentissage significatif et l'apprentissage critique et significatif sont étudiées et des cartes conceptuelles sont créées à leur sujet. Nous décrivons et analysons ici quelques exemples de cartes construites. Les élèves ont pu utiliser cet instrument, établir des relations significatives entre les concepts abordés et partager des significations en classe. Dans le même temps, le potentiel des cartes conceptuelles en tant qu'outil métacognitif est souligné.

Mots clés: Théorie de l'apprentissage significatif, cartes conceptuelles, formation initiale des enseignants.

1. INTRODUCCIÓN

Los mapas conceptuales son diagramas que indican relaciones entre conceptos (Moreira, 2012, Novak y Gowin, 1972). Los conceptos se conectan con palabras de enlace tales como: pueden ser, se caracteriza por, entonces, para formar frases con significado denominadas proposiciones. En general se proponen jerarquías conceptuales que agrupan los conceptos más generales en la parte superior, por lo tanto los ejemplos, al precisar significados más específicos, se colocan en la parte inferior del mapa.

El origen de los mapas conceptuales se remonta al año 1972 durante el desarrollo de un programa de investigación que se llevaba a cabo en la Universidad de Cornell dirigido por Joseph D. Novak, en el que se buscaba comprender los cambios en el conocimiento de las ciencias en niños (Novak & Musonda, 1991; Novak y Gowin, 1972). Los mapas conceptuales son una herramienta educativa basada en la Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel (Ausubel, 1968; Ausubel et al., 1978, Moreira, 2000, 2006).

John Novak buscaba una forma de representar gráficamente cómo los estudiantes organizan y comprenden el conocimiento y durante su investigación, observó que los mapas conceptuales podían ayudar a visualizar las relaciones jerárquicas entre conceptos, promoviendo una comprensión más profunda y facilitando la integración de nuevos conocimientos con los conocimientos previos. Esta herramienta se diseñó para reflejar la estructura cognitiva del aprendiz, mostrando cómo los conceptos principales se conectan mediante enlaces y palabras clave.

Los mapas conceptuales han sido propuestos como una estrategia facilitadora del aprendizaje significativo y además como herramientas metacognitivas, ya que facilitan que, en nuestro caso, los futuros docentes reflexionen sobre su propio aprendizaje y reconozcan posibles dificultades conceptuales (García Manzano, 2014). Además, su implementación como recurso didáctico contribuye al desarrollo de habilidades de planificación y estructuración de contenidos, que resultan esenciales para la enseñanza de ciencias (Sánchez et al., 2016).

No obstante, los mapas conceptuales no se utilizan habitualmente en la formación de profesores, que suele estar regida por enseñanzas tradicionales, transmisivas y reproductivas. Por otro lado, los futuros profesores perciben los mapas conceptuales como herramientas complejas, especialmente al momento de diseñarlos (Demirci & Kabataş Memiş, 2021). Esta dificultad reside en la necesidad de identificar y jerarquizar conceptos clave, establecer relaciones significativas y expresarlas mediante conexiones claras, que como ya se mencionó suponen acciones metacognitivas.

Por otro lado, el diseño de mapas conceptuales es percibido como una tarea que consume tiempo, especialmente en

comparación con métodos de enseñanza más rápidos y directos. Además, la carencia de herramientas digitales accesibles o la falta de familiaridad con estas plataformas también constituye un obstáculo importante (Sánchez et al., 2016)

Por su parte, Margot & Kettler (2019) remarcan que la utilización de mapas conceptuales suele ser limitada debido a la escasa formación específica sobre su diseño, su uso y su potencial como herramienta de aprendizaje, tanto en programas de formación inicial como en actividades de desarrollo profesional continuo.

Así, el objetivo de este estudio es utilizar mapas conceptuales como herramienta de aprendizaje en la formación inicial de profesores de ciencias, específicamente de matemática, de física y de informática. En este trabajo describimos y analizamos los mapas conceptuales elaborados por estudiantes universitarios de primer año de estas carreras mientras estudiaban la Teoría del Aprendizaje Significativo (TAS) (Ausubel, 1968; Ausubel et al., 1978; Moreira, 2016) y de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) (Moreira, 2005, 2016), centrándonos en las características constructivas de esos mapas propuestas por Moreira (2012), así como también en las principales fortalezas y debilidades identificadas en su elaboración. Particularmente interesa conocer cómo la utilización de mapas conceptuales contribuye en el aprendizaje de estos estudiantes.

2. MARCO TEÓRICO

La Teoría del Aprendizaje Significativo fue propuesta por el psicólogo David Ausubel (1968) quien asume que el aprendizaje ocurre por asimilación y reorganización de nuevos conceptos y proposiciones en una estructura conceptual y proposicional, ya existente, que tiene el aprendiz (Novak & Cañas, 2006).

El aprendizaje significativo se produce cuando nuevos conocimientos se anclan en la estructura cognitiva preexistente del aprendiz de manera no arbitraria y no literal. Por el contrario, el aprendizaje mecánico se produce, en oposición con el aprendizaje significativo, cuando nuevas informaciones se aprenden prácticamente sin interacción con conceptos relevantes existentes en la estructura cognitiva, sin ligarse a conceptos subsumidores específicos. Entonces, la nueva información es almacenada de manera arbitraria y literal, sin relacionarse con la que ya se encuentra en la estructura cognitiva (Moreira, 2016).

Para que se pueda aprender de manera significativa, y correcta, se requieren de algunas condiciones: que el alumno tenga predisposición para aprender, que tenga una estructura cognitiva adecuada en la cual poder anclar los conocimientos relevantes, es decir, que tenga subsumidores y, por último, que los materiales de aprendizaje sean potencialmente significativos. Entonces, esto tiene implicaciones didácticas y pedagógicas, debido a que requiere indagar en la estructura

cognitiva de los estudiantes, planificar adecuadamente el currículo y la enseñanza a la vez que fomentar el interés de los alumnos para aprender (Cañas et al, 2004).

Por otra parte, desde la perspectiva de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico se entiende que el aprendizaje debe permitir al sujeto formar parte de su cultura y al mismo tiempo estar fuera de ella (Moreira, 2005). Esta postura le permite al estudiante lidiar constructivamente con el cambio sin dejarse dominar por éste y adoptar una postura subversiva o crítica.

Novak materializa la importancia de integrar nuevos conocimientos con los previos de manera estructurada y comprensible a partir de los mapas conceptuales, que se constituyen como herramientas gráficas que permiten organizar y representar conocimientos de manera jerárquica, destacando las relaciones entre conceptos clave (Novak & Gowin, 1984).

En su obra *aprender a aprender* (Novak & Gowin, 1984), Novak establece características distintivas, aunque no determinantes, de los mapas conceptuales. Por un lado, la jerarquización, es decir, los conceptos se organizan jerárquicamente de lo más general y amplio a lo más específico y concreto. Los conceptos generales ocupan los niveles superiores del mapa, mientras que los específicos y detallados se encuentran en los niveles inferiores. Esta estructura refleja cómo se organiza el conocimiento en la mente humana (Íbid, 1984).

Un mapa conceptual está formado por proposiciones, que son enunciados significativos creados al unir dos conceptos mediante palabras de enlace. Estas proposiciones expresan relaciones claras y específicas entre los conceptos, proporcionando un significado contextual (Novak, 1998). Es posible establecer conexiones cruzadas entre conceptos de diferentes ramas del mapa para formar proposiciones. Estas conexiones muestran cómo ideas aparentemente separadas están relacionadas, lo que fomenta una comprensión más integradora (Novak & Cañas, 2008).

El uso de mapas conceptuales no solo favorece el aprendizaje significativo, sino que también promueve el desarrollo de habilidades de análisis, síntesis y reflexión crítica, especialmente en contextos educativos. Además, su versatilidad los convierte en herramientas valiosas tanto para la enseñanza, el aprendizaje, la evaluación y la autoevaluación. En la formación de futuros profesores, la utilización de mapas conceptuales puede permitir a los estudiantes organizar y estructurar el conocimiento, identificar relaciones pertinentes entre los diferentes conceptos y ayudarlos a reflexionar sobre su propia comprensión.

3. METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo en un curso universitario con estudiantes de primer año de los Profesorados de Matemática, de Física y de Informática que cursaban el primer

cuatrimestre del primer año de su formación. El curso se desarrollaba de manera presencial en dos encuentros semanales de dos horas cada uno y constaba de 12 estudiantes: uno pertenecía al profesorado de física, dos al de informática y nueve al de matemática.

Inicialmente se proporcionó a los estudiantes un texto que trataba sobre los mapas conceptuales (Moreira, 2012) con el objetivo de que conozcan la herramienta y algunos lineamientos para su elaboración. Los estudiantes refirieron que nunca antes habían realizado mapas conceptuales, entonces, se les propuso la elaboración de un primer mapa a partir de la lectura de pequeños textos sobre su área disciplinar, matemática, física e informática según correspondiera. Luego cada estudiante presentó su mapa y lo explicó a toda la clase, y el resto de los compañeros junto con el profesor realizaron comentarios y se intercambiaron significados. La elaboración de estos primeros mapas permitió discutir sobre las características de esta herramienta y su elaboración.

Luego, se estudiaron las Teoría del Aprendizaje Significativo (TAS) y Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) a partir del texto de Moreira (2016) y los estudiantes debieron realizar un mapa conceptual para cada teoría y exponerlo al resto de la clase. El estudio fue secuencial, primero la TAS y luego la TASC. En este trabajo presentamos y analizamos los mapas realizados sobre estas teorías.

Los estudiantes podían utilizar el medio tecnológico que consideraban pertinente para la realización del mapa conceptual, y entregarlo en versión digital a través de la plataforma Moodle, junto con la “explicación del mapa”, una síntesis escrita que resumía los aspectos más relevantes del mapa en función de lo estudiado. Esto se complementó con una presentación oral, es decir, cada estudiante proyectó y explicó cada uno de sus mapas al resto de sus compañeros de clase y al profesor. Todos los mapas fueron analizados y discutidos en conjunto.

4. RESULTADOS

A continuación, se presentan algunos de los mapas conceptuales realizados por los estudiantes, que se seleccionaron entre los propuestos sobre la Teoría del Aprendizaje Significativo (TAS) y la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) distinguiendo si el estudiante pertenecía al Profesorado de Informática, Física o Matemática.

Siguiendo las consideraciones de Moreira (2012) para la construcción de mapas conceptuales, los mapas de los estudiantes se analizan tomando en cuenta:

- Número y jerarquización de los conceptos clave.
- Relaciones establecidas entre los conceptos seleccionados.
- Uso de palabras de enlace o conectores que otorguen sentido a las relaciones.

- Cantidad de líneas o flechas que permitan establecer relaciones entre conceptos tales como supra o infra ordenadas. Presencia de numerosos enlaces cruzados característicos de reconciliaciones integradoras.
- La existencia o no, de ejemplos en los niveles inferiores y pertinencia de los mismos.

Las Figuras 1 y 2 corresponden a los mapas desarrollados por una estudiante de informática. En el primer mapa (Figura 1), correspondiente a la TAS, se observa la jerarquización de conceptos equiparando al aprendizaje mecánico con el significativo en una misma línea, aclarando que son contrapuestos. La mayor parte de las relaciones son subordinadas. Se establecen relaciones cruzadas, pero no existen ejemplos. En el mapa se consideran las formas y los

tipos de aprendizaje significativo, así como también las condiciones para que este se produzca y también el proceso de asimilación. Esta estudiante, otorga un papel principal al concepto de interacción, y lo enfatiza en su mapa con una figura diferente a las demás, utilizando una elipse resaltada y coloreada en su interior.

En la Figura 2, correspondiente al mapa sobre TASC, se observa el concepto principal aprendizaje significativo crítico, del cual se desprenden los principios del ASC, en una jerarquización de un solo nivel. El mapa evidencia un aprendizaje acotado de la teoría, no hay relaciones cruzadas entre los conceptos ni ejemplos. Además, si bien se había estudiado primero la TAS, tampoco se evidencian vinculaciones con esta teoría.

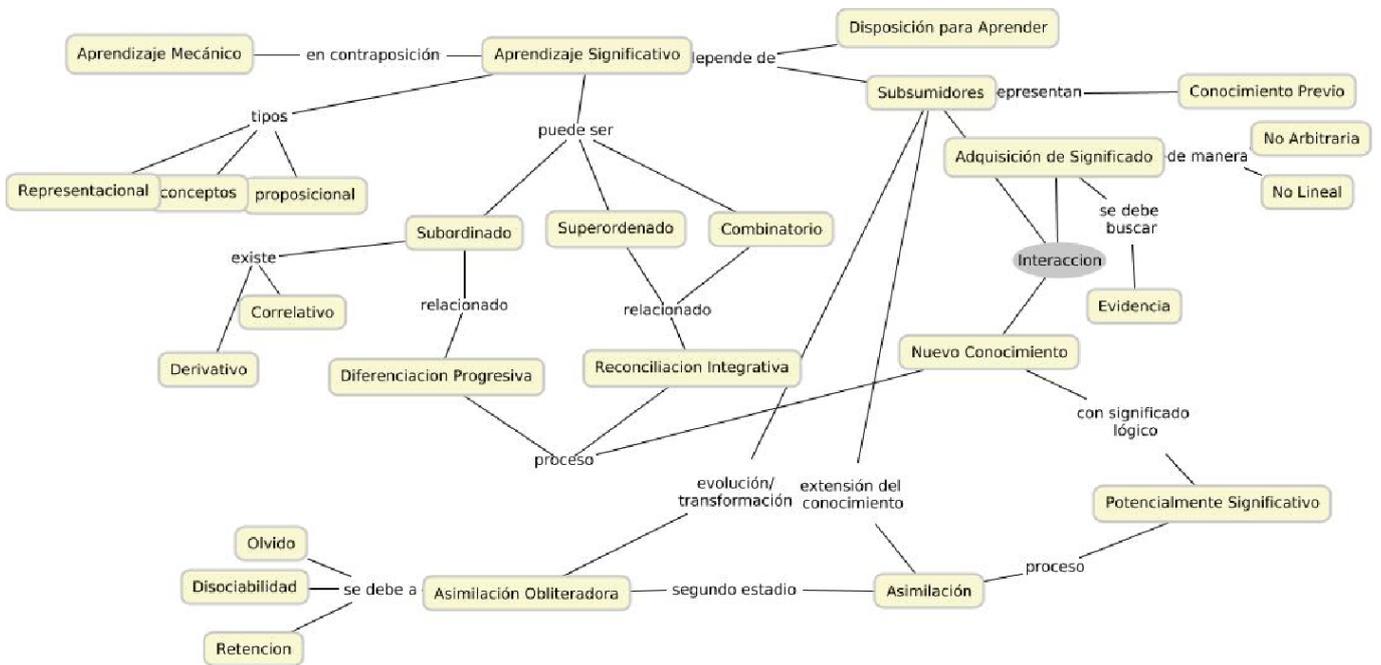


Figura 1. Mapa conceptual TAS. Estudiante del Profesorado de Informática.



Figura 2. Mapa conceptual TASC. Estudiante del Profesorado de Informática.

Las Figuras 3 y 4 corresponden a mapas confeccionados por una estudiante de matemática. En la Figura 3 se parte de un concepto único, el de aprendizaje significativo según Ausubel, a partir del cual se desprenden todos los demás. Se establecen relaciones cruzadas entre conceptos de un nivel

superior con los de más abajo, generando una estructura cerrada en sus relaciones, en el sentido de que todos los conceptos están relaciones con al menos otros dos, y con relaciones en diferentes direcciones, mostrando diferenciación e integración entre conceptos. En relación a la

TAS, esta estudiante consideró relevante la forma en que se aprende significativamente (relación no arbitraria y no literal entre conceptos nuevos y ya existentes), las condiciones para que ocurra, la teoría de la asimilación (en sus palabras) y los tipos y formas en los que puede ocurrir este aprendizaje.

La Figura 4 se refiere al mapa conceptual sobre la TASC en el cual se considera un número menor de conceptos y relaciones entre ellos, comparado con el mapa anterior realizado por esta estudiante (Figura 3). Se establecen jerarquías y se observa subordinación, pero hay ausencia de relaciones cruzadas y ejemplos. En cuanto a la TASC, la estudiante sólo considera importante los principios enunciados por Moreira (2016) como facilitadores del ASC y el concepto de integración a la sociedad, para el cual recurre a una explicación, que se identifica en el mapa con una figura

de color y forma diferente a las demás y que se encuentra aislado en la parte inferior a modo de cierre. Esto se diferencia del mapa anterior de esta estudiante (Figura 3) donde todos los conceptos se interconectan de forma completa. Nuevamente esto podría evidenciar poca profundización en el aprendizaje de la TASC, que parece resultar más compleja para los estudiantes y en este nivel, propone conceptos como el de criticidad y principios revolucionarios para estudiantes que recién han salido de la escuela secundaria y han sido enseñados de manera tradicional.

En este mapa, tampoco se observa una conexión con el elaborado anteriormente, es decir una vinculación entre la TAS y la TASC.

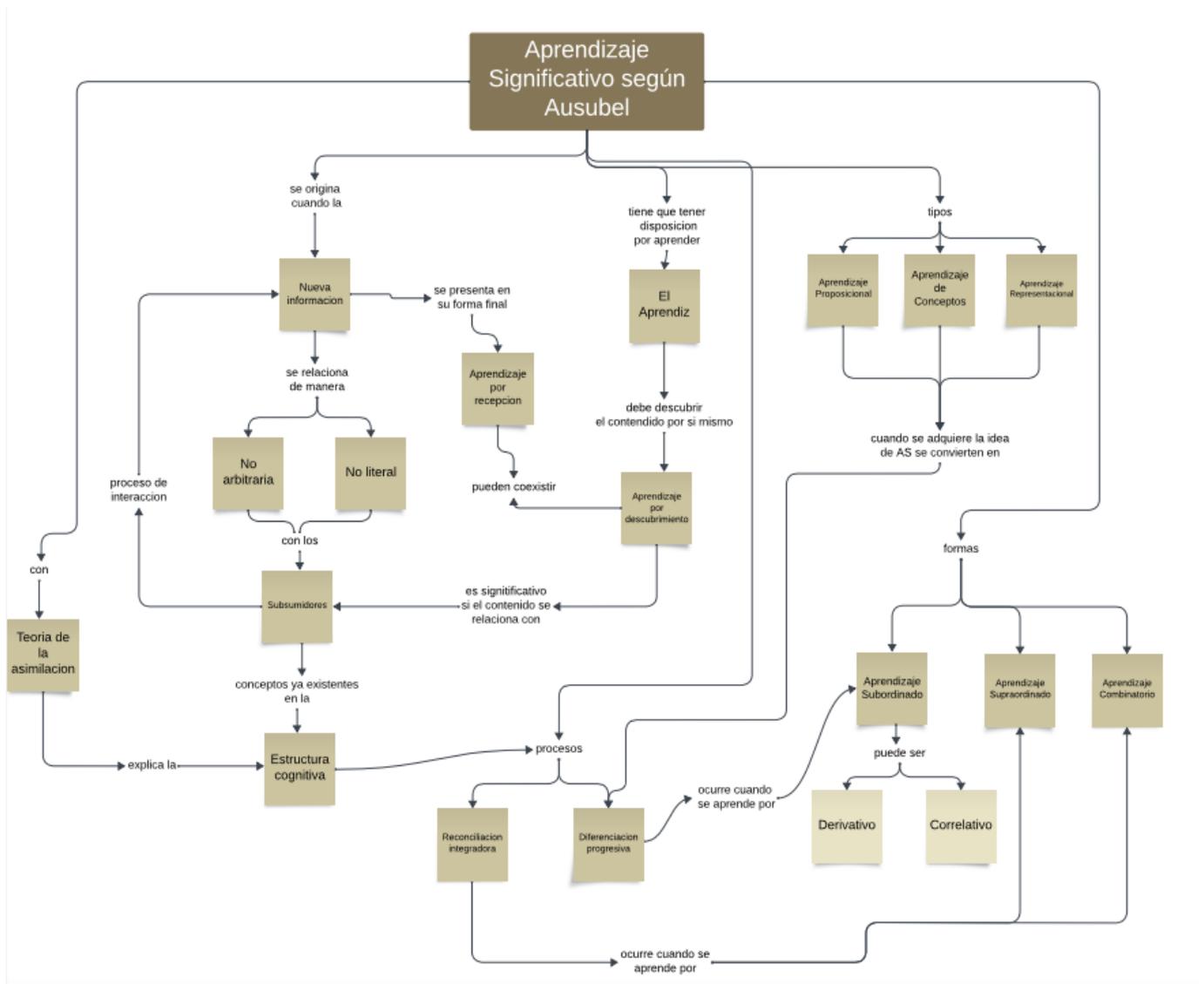


Figura 3. Mapa conceptual TAS. Estudiante del Profesorado de Matemática.

Figura 5. Mapa conceptual TAS y TASC. Estudiante del Profesorado de Física.

5. DISCUSIÓN

Las relaciones que se establecieron entre los conceptos resultaron distintas para cada estudiante, evidenciando el carácter idiosincrático de los mapas. La mayoría de los estudiantes decidió utilizar aplicaciones o recursos digitales, para construir sus mapas en vez de realizarlos con lápiz y papel.

Todos los estudiantes colocaron en la parte superior el concepto de aprendizaje significativo desprendiendo de este los conceptos claves que estructuran la teoría como jerarquías subordinadas del concepto principal. Algunos de ellos, también integraron conceptos propios de la teoría o con otros ya aprendidos antes. Sin embargo, no lograron relacionar la teoría con su área disciplinar, ninguno de los estudiantes colocó ejemplos que pudieran corresponder a sus disciplinas de referencia. Esto puede atribuirse a que son estudiantes de primer año, que desconocen las disciplinas específicas y más aún qué conocimiento escolar se propone en el curriculum acerca de ellas.

En el momento de exponer y explicar los mapas a sus compañeros, los estudiantes advertían y reconocían en acto nuevas relaciones que no habían considerado previamente. Al mismo tiempo, el intercambio en la clase permitía considerar nuevas relaciones y nuevos significados. Esto muestra la importancia de comunicar cómo el propio creador del mapa lo interpreta, porque en ese proceso comunicativo ocurren reformulaciones que conducen a reorganizaciones cognitivas y a reflexiones metacognitivas. Estas acciones realizadas en la clase con los mapas, en esta ocasión, son completamente infrecuentes en la universidad, donde predomina la enseñanza magistral y el aprendizaje por recepción, o por tareas que los estudiantes realizan solos, enseñándose a sí mismos. Es decir, la interacción en el grupo de clase, alrededor del conocimiento a ser aprendido es fundamental para potenciar aprendizajes de calidad, que vayan mucho más lejos que la reproducción de lo que luego será preguntado en los exámenes.

6. CONCLUSIÓN

Los mapas conceptuales resultaron una herramienta de gran utilidad para organizar, presentar y sintetizar los conceptos más relevantes para el alumno, al mismo tiempo que se negociaban significados con el resto de la clase. Si bien los estudiantes no habían realizado antes este tipo de actividad, ni en su educación secundaria ni en la universidad, fueron receptivos para elaborar mapas conceptuales, los aceptaron como herramienta de aprendizaje y señalaron que fueron de gran utilidad comprender mejor de las teorías estudiadas.

Así mismo tanto la elaboración de los mapas conceptuales, como su explicación y el intercambio con sus pares les permitió a los estudiantes reflexionar sobre su propio

conocimiento. Este tipo de tareas metacognitivas no suelen abordadas de forma explícita en la enseñanza.

7. REFERENCIAS

Ausubel, D. P. (1968). Facilitating meaningful verbal learning in the classroom. *The Arithmetic Teacher*, 15(2), 126-132.

Ausubel, D.P., Novak, J.D. and Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston. Publicado en portugués por la Editora Interamericana, Rio de Janeiro, 1980. En español por Editorial Trillas, México, 1981. Reimpreso en inglés por Werbel & Peck, New York, 1986.

Cañas, A. J., Novak, J. D., & González, F. M. (2004). Mapas Conceptuales y Aprendizaje Significativo de las Ciencias Naturales: Análisis de los Mapas Conceptuales Realizados antes y después de la Implementación de un Módulo Intruccional sobre la Energía. *Theory, Methodology and Technology*, 24, 1-6.

Demirci, C., & Kabataş Memiş, E. (2021). Examining the views on creating concept maps. *Science Education International*, 32(3), 264-272.

Margot, K., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(2).

Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico (Critical meaningful learning). *Indivisa. Boletín de estudios e investigación*, (6), 83-102.

Moreira, M. A. (2012). *Mapas conceptuales y aprendizaje significativo*. Disponible en <http://moreira.if.ufrgs.br/mapasesp.pdf>. Acceso en 2 de Agosto de 2024.

Moreira, M.A. (2016). *Subsidios Teóricos para el Profesor Investigador en Enseñanza de las Ciencias: Teoría del Aprendizaje significativo*. Disponible en <http://moreira.if.ufrgs.br/Subsidios7.pdf>. Acceso en 2 Agosto de 2024.

Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. Cambridge University Press.

Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2006). La Teoría Subyacente a los Mapas Conceptuales ya Cómo Construirlos 1, 2. Reporte Técnico IHMC CmapTools [Internet], 1-37.

Novak, J. D., & Musonda, D. (1991). A twelve-year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal*, 28(1), 117-153.