

Evaluación formativa y compartida de estudiantes de Ciencias Biológicas mediante mapas conceptuales y rúbricas

Formative and Shared Assessment of Biological Sciences Students Through Concept Maps and Rubrics

Jorge Luis Olivares¹ 

Fany Gisela Arrese² 

Marina Villarreal³ 

Noelia Damm⁴ 

¹ Prof. Universidad Nacional de La Pampa, Argentina. Correo electrónico: jorgeluis57.olivares@gmail.com

² Prof. Universidad Nacional de La Pampa, Argentina. Correo electrónico: fanyarrese@gmail.com

³ Prof. Universidad Nacional de La Pampa, Argentina. Correo electrónico: marvillarreal@cpenet.com.ar

⁴ Prof. Ministerio de Educación de la provincia de La Pampa, Argentina. Correo electrónico: damm@hotmail.com

Recibido: 24 de septiembre de 2020

Aceptado: 31 de marzo de 2022

Publicado en línea: 30 de junio de 2022

Para citar este artículo: Olivares, J. L., Villarreal, M., Arrese, F. G., Damm, N. (2022). Evaluación formativa y compartida de estudiantes de Ciencias Biológicas mediante mapas conceptuales y rúbrica. *Praxis*, 18(1), 126-139. DOI: <http://dx.doi.org/10.21676/23897856.3891>.

Resumen

Es necesario introducir en la formación universitaria de profesores estrategias de evaluación formativa y compartida que guíen a estudiantes y docentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los mapas conceptuales y las rúbricas pueden utilizarse con estos propósitos. El presente artículo tiene como objetivo analizar la evaluación formativa y compartida implementada en los exámenes finales de estudiantes del profesorado en Ciencias Biológicas durante seis años. Se analizaron retrospectivamente 97 registros de exámenes finales. Dichos registros incluían un mapa conceptual, una rúbrica y una nota final por estudiante. Cada mapa conceptual había sido elaborado durante la asignatura cursada con la guía y supervisión docente. La rúbrica fue diseñada en conjunto entre estudiantes y docentes. Esta incluía cinco criterios: tema, formato, saberes de biología, conceptos claves y relación entre disciplinas, que permitieron clasificar cada mapa conceptual como óptimo, regular o insuficiente. Los estudiantes analizaron sus errores con los docentes y se autocalificaron. La mayoría presentaron situaciones problema en sus mapas conceptuales, lograron un nivel óptimo y relacionaron al menos dos disciplinas. La modalidad de evaluación empleada estimuló el interés de los estudiantes e incorporó la instancia de examen final como una continuidad en armonía con el proceso de enseñanza-aprendizaje transitado.

Palabras clave: evaluación; evaluación formativa y compartida; interdisciplina; mapas conceptuales; rúbrica.

Abstract

It is necessary to introduce in university training formative and shared evaluation strategies for Biological Sciences teachers to guide students and teachers in the teaching-learning process. Conceptual maps and rubrics can be used for these purposes. The objective of the present article is to analyze the formative and shared assessment implemented in the final exams of the Biological Sciences students for 6 years. 97 final exam records were retrospectively analyzed. These records included a concept map, rubric, and final grade per student. Each concept map had been elaborated during the course with the teacher's guidance and supervision. The rubric was designed jointly by students and teachers. It included five criteria: topic, format, knowledge of biology, key concepts, and the relationship between disciplines, which allowed classifying each concept map as optimal, regular, or insufficient. Students analyzed their errors with teachers and graded themselves. Most of them presented problem situations in their concept maps, achieved an optimal level, and related at least two disciplines. This evaluation modality stimulated the interest of the students and incorporated the final exam as continuity in harmony with the teaching-learning process.

Keywords: Assessment; Conceptual Maps; Formative and Shared Assessment; Interdisciplinary; Rubric.

INTRODUCCIÓN

La actual tarea pedagógica demanda docentes que faciliten la participación de los estudiantes, como afirma Carless (2015). Olivares et al. (2019) destacan que uno de los motivos para estimular dicha participación es que se favorece el desarrollo de emociones positivas en estudiantes de profesorado. A su vez, las emociones positivas favorecen el aprendizaje de las ciencias y el compromiso de los estudiantes, como señalan Manassero y Vázquez (2007).

El modelo de evaluación formativa y compartida hace referencia a sistemas de evaluación que pretenden mejorar el aprendizaje del alumnado mientras estimulan su rol activo, entre otras finalidades, como afirman Gentiletti (2012) y Hortigüela et al. (2019). Anijovich y Cappelletti (2017), destaca que esta estrategia de evaluación estimula que, a partir de conocimientos erróneos, se inicie un diálogo entre docente-estudiante en el que el estudiante trabaje sobre el error, transformándolo en un nuevo acto educativo tendiente a mejorar su formación profesional. En la implementación de esta estrategia es importante considerar algunos aspectos centrales: Hortigüela et al. (2019) plantean que se deben delimitar y presentar los criterios de evaluación con anticipación a los estudiantes y asociarlos con los respectivos instrumentos. Para dichos autores es de suma importancia la socialización de la propuesta de evaluación formativa y compartida, para fomentar una retroalimentación periódica que no esté solo a cargo del docente, sino también del estudiante. Carless (2007) da relevancia a la retroalimentación en su propuesta teórica de evaluación orientada al estudiante, pues participa en el proceso de evaluación y facilita el desarrollo de sus propias habilidades evaluativas.

La participación de los estudiantes en el proceso evaluativo ha adquirido tal importancia que la variedad de nomenclaturas y clasificaciones existentes en la literatura es extensa. Hamodi et al. (2015) han propuesto un sistema de clasificación de medios,

técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida. Esta clasificación incluye una amplia variedad de medios e instrumentos que pueden utilizarse en una estrategia evaluativa, entre los cuales se encuentran los mapas conceptuales (medio), la rúbrica (instrumento) y la autoevaluación del estudiante como técnica de evaluación.

El Mapa Conceptual (MC) es una herramienta didáctica de gran valor para el aprendizaje. Daura (2017) destaca que, mediante la elaboración de MC, el estudiante puede construir y organizar el conocimiento adquirido en un modelo mental que esté de acuerdo con sus capacidades y autorregulación. Novak y Gowin (1988) afirman que los MC son importantes como gráficos organizadores para la aplicación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales, ya que permiten que el estudiante vaya plasmando lo aprendido en un proceso que inicia con sus ideas previas y que continúa con la progresiva incorporación de nuevos conceptos, relaciones y teorías.

Tanto Campanario (2001) como Alarcón et al. (2019) postulan que para los estudiantes los MC pueden formar parte del andamiaje que favorece la construcción de estructuras cognitivas y la metacognición. Al respecto, Gentiletti (2012) y Daura (2017) agregan que les permite aprender según sus tiempos y capacidades, es decir, autorregular su aprendizaje en compañía de sus pares y siempre con la guía del docente.

En relación con los docentes, Anijovich y González (2011) afirman que los MC ayudan a visualizar cuál es el nivel alcanzado por los estudiantes en cuanto a patrones de interrelación o integración de diferentes conceptos, e identificar ideas erróneas para poder establecer un nuevo diálogo. Por lo tanto, pueden ser de gran utilidad para la evaluación, siempre considerando que el cierre de un proceso de enseñanza y aprendizaje es una ardua tarea, y que la evaluación es un proceso pedagógico que involucra al binomio docente-estudiante, como menciona Casela (2013). En biología se han utilizado los MC con éxito

en investigación y evaluación, afirman Markham et al. (1994).

Entre las estrategias de enseñanza y aprendizaje instituidas para profesores en Ciencias Biológicas se abordan los distintos saberes empleando modelos en diferentes unidades del programa de la asignatura, como describen Arrese et al. (2020). Incluidos en estos modelos de enseñanza, Olivares et al. (2019) enfatizan en que el abordaje de situaciones problemas es una de las estrategias didácticas que motivan a los estudiantes a aprender y obtener aprendizajes relevantes. En ese mismo sentido, los MC se han utilizado en la enseñanza y evaluación de distintas ramas de las ciencias. En ambos casos, tanto Weiss y Levinson (2000) como Sánchez-Quevedo et al. (2006) destacan su valor para la incorporación del modelo de enseñanza basada en problemas. En la asignatura, las situaciones problemas son utilizadas como guía o lineamiento cuando se construyen MC porque son particularmente útiles para la enseñanza y aprendizaje en temas de salud, como afirman Sánchez et al. (2006). Por otro lado, la aceptación explícita de este modelo de enseñanza y aprendizaje define cómo gestionan los conocimientos los docentes en una institución de educación superior, como puntualizan Jiménez et al. (2019).

Es de especial importancia el empleo de los MC para favorecer en los estudiantes el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior, es decir, para guiarlos a seleccionar, organizar y relacionar los contenidos, y que logren un aprendizaje significativo, como afirman Ritchhart et al. (2013) y Anijovich y Cappelletti (2017). El empleo de MC, a diferencia del aprendizaje memorístico tradicional, promueve el desarrollo de estructuras de conocimiento poderosas como la creatividad y el uso de imágenes. De hecho, Zohar (2006) y Furman (2018) han observado que las personas que emplean solo la memoria se desempeñan de manera poco productiva con los MC, a diferencia de las personas comprometidas con el aprendizaje significativo, a quienes les permite alcanzar un nivel superior. Cuando el estudiante parte de una situación problema como línea conductora, se le brinda creatividad y autonomía

para desarrollar capacidades cognoscitivas y deductivas, destacan Vidal Ledo et al. (2007).

Uno de los fundamentos para emplear los MC en la asignatura de Ciencias Biológicas es su importancia para la integración disciplinar, según afirman Sánchez et al. (2006). Weiss y Levinson (2000) demostraron cómo pueden plasmarse relaciones variadas en los MC al estudiar la salud de la mujer e integrar datos biomédicos con información sociocultural. En el caso de las Ciencias Biológicas, dos de los criterios de evaluación implicaban relacionar ambos conceptos: un criterio consistía en relacionar conceptos de Biología, el otro, hacerlo con Química y Física, dos disciplinas que los estudiantes de Cuerpo Humano II deben aprobar en el primer año de su carrera. Durante la cursada, se habían planteado y dialogado relaciones con cada tema abordado.

El segundo elemento de esta investigación es el empleo de la rúbrica como método de evaluación compartido. Una rúbrica es un instrumento en el que se definen criterios de valoración y diferentes estándares que se corresponden con niveles progresivos de ejecución de una tarea, como describen Gil (2007) y Anijovich y Gonzalez (2011). La rúbrica es útil para retroalimentar al alumnado, pues dispone información detallada sobre su nivel de desempeño. Finalmente, Raposo y Martínez (2011) aseguran que las rúbricas ayudan a definir y explicar a los estudiantes la expectativa de aprendizaje, pues presentan criterios claros. En el ámbito de la educación superior, la rúbrica es de utilidad tanto en la orientación y seguimiento, como en la evaluación del trabajo del alumnado.

El tercer elemento de la evaluación es la instancia en la que el estudiante valora su desempeño en el examen final. Esta actividad es parte central de la estrategia de evaluación formativa y compartida por docentes y estudiantes, y permite aportar una mirada humanizadora a la formación profesional, según López-Pastor y Pérez-Pueyo (2017).

En la asignatura Cuerpo Humano II del profesorado en Ciencias Biológicas, el modelo de enseñanza y aprendizaje estuvo históricamente centrado en los

saberes del docente. Desde el comienzo de la cursada en agosto del año 2012 se propuso introducir curricular y paulatinamente un nuevo modelo que estimulara un rol más activo del estudiantado, para valorar con más precisión el esfuerzo del estudiante y mejorar su rendimiento académico, como proponen Daura (2017) y Hortigüela et al. (2019). Esta propuesta incluyó la participación del estudiante en la evaluación de aprendizajes parciales y finales, planteando que esta modalidad cumpliera con tres requisitos: que fuera motivadora, integrada en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y formativa, como sugiere Bretones (2008). Por esta razón, se propuso analizar la evaluación formativa y compartida implementada en los exámenes finales de estudiantes del profesorado en Ciencias Biológicas durante seis años.

METODOLOGÍA

El tipo de investigación fue descriptiva, a partir de una intervención pedagógica desarrollada en la carrera del profesorado en Ciencias Biológicas, en la que se analizó el proceso de evaluación formativa y compartida implementado durante seis años. Se trata de una investigación retrospectiva, planificada con posterioridad a la realización de las evaluaciones. Se utilizaron los registros de la evaluación conjunta docente-estudiante, que incluían mapa conceptual y rúbrica correspondientes a la instancia de examen final.

En el año 2012 se presentó a las autoridades de la Facultad una nueva planificación curricular para la asignatura Cuerpo Humano II, que se dicta en el tercer año del profesorado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UNLPam). Se propuso innovar con un enfoque de enseñanza orientada al aprendizaje activo, como sugiere Carless (2015). Uno de los objetivos principales estuvo dirigido a los estudiantes, para que relacionaran los nuevos conceptos de Biología y Salud humana con conceptos de ramas de las ciencias (Química y Física) abordados en otras asignaturas de su carrera. Para facilitar esas relaciones, en la asignatura se abordaron contenidos referidos al cuerpo y la salud humana a partir de situaciones problemas que fueran prevalentes para el

estudiante y contextualizadas en la comunidad. Asimismo, durante la cursada de la asignatura los estudiantes participaron de espacios de formación entre disciplinas, y contaron con la participación de profesores de Biología, Química y Física.

Se planificó también una estrategia de evaluación formativa y compartida coherente con dicho enfoque. Se propuso mantener uniformidad de criterios evaluativos a lo largo de toda la cursada, en los exámenes parciales y en el examen final (que debe realizarse por motivos reglamentarios, excepto cuando los estudiantes acceden al régimen de promoción de la asignatura).

La estrategia de evaluación fue explicitada al comienzo de la cursada y consistió en distintas etapas de observación, análisis de productos diversos y de resultados de retroalimentación, exámenes parciales y examen final, utilizando medios e instrumentos de evaluación variados (Hamodi et al., 2015). Cada etapa de esta estrategia de evaluación se planificó además como otra instancia de enseñanza aprendizaje y no solo con fines de calificar (López-Pastor y Pérez-Pueyo, 2017).

El detalle de lo que se evaluaría fue informado a los estudiantes con el objetivo de que esa retroalimentación tuviese efecto y sentido, como sugieren Hortigüela et al. (2019), y para que accedieran a ser evaluados en forma equitativa (Anijovich y Cappelletti, 2017). En particular, se les enseñó y estimuló el diseño de MC informándoles que este sería también el medio principal de evaluación en examen final. Se promovió la elaboración de MC sobre diferentes temas con guía de los docentes. Los estudiantes recibieron sugerencias para sus borradores durante la cursada y realizaron trabajos grupales entre pares para obtener aprendizajes compartidos. De este modo, se planteó al examen final como una instancia más de aprendizaje, en la cual se utilizaría la misma metodología y se evaluarían los contenidos y relaciones entre disciplinas abordados durante la cursada, como recomiendan Anijovich y Cappelletti (2017). Se acordó que los MC a presentar en examen final serían los medios de evaluación

elaborados y reformulados a lo largo de la cursada. Además, se les ofreció, a demanda de cada estudiante, al menos una instancia personalizada de encuentro previo con un docente para guiarlos en la elaboración del MC final.

Como se mencionó previamente, cada estudiante debió concurrir al examen final con un MC elaborado y reformulado durante la cursada, en el cual indicara los saberes aprendidos, partiendo por elección personal de un tema del programa de la asignatura o de una situación problema que guiara la evaluación como idea central.

Para realizar una evaluación más objetiva y comunicable del MC, se utilizó una rúbrica como instrumento específico para su análisis (tabla 1). Esta fue diseñada por los docentes de la asignatura y socializada con los estudiantes para que la consideraran al momento de definir el MC a presentar en el examen final. A partir de la rúbrica se evaluó la respuesta de saberes aprendidos (conceptos y estrategias didácticas) dividida en cinco criterios, que

Tabla 1. Rúbrica de evaluación compartida con estudiantes para evaluar el mapa conceptual (MC).

Criterios	Clasificación de MC		
	Óptimo	Regular	Insuficiente
Define el tema principal	De manera clara y precisa	No bien definido o mal expresado	No define ni expresa bien el tema
Formato general	Legible y visualmente atractivo	Poco legible y atractivo	No es legible ni atractivo
Presenta conceptos clave	Presenta varios	Presenta pocos	No los presenta
Relaciona contenidos de biología	Relaciona contenidos	Relaciona poco	No relaciona
Relaciona disciplinas	Relaciona biología con química y física	Relaciona con química o física	No relaciona biología con química ni física

Fuente: elaboración propia.

Para la redacción de este estudio, se analizaron los registros de evaluación de 97 estudiantes del profesorado en Ciencias Biológicas que rindieron examen final durante seis años (desde diciembre de 2012 a diciembre de 2018) y que fueron guardados por los docentes de la asignatura. Se analizaron los MC, la rúbrica utilizada para valorarlos y los registros de evaluación con la autocalificación de cada uno de los estudiantes. Estos datos se resumieron en un

luego pudieron clasificarse como aprendizaje óptimo, regular o insuficiente, basados en Anijovich y Gonzalez (2011).

El examen final consistió en la presentación de un MC (medio) que fue analizado mediante una rúbrica (instrumento de evaluación), como les fue explicitado al inicio de la cursada, y en la que debían lograr una valoración de aprendizajes en cada criterio para aprobar. La confección de la rúbrica de evaluación fue compartida con los estudiantes, considerando que su importancia era la descripción de saberes, la relación interdisciplinaria y su desarrollo futuro como profesores. La línea de conocimiento debía ser presentada en un formato motivador y explicativo.

Cada estudiante participó en su evaluación mediante evaluación dialogada con los docentes y se autocalificó (la calificación final es obligatoria por reglamento). Para ello, respondió a la pregunta: ¿Qué nota te pondrías? y ¿Por qué? Los pares estudiantes podían presenciar el examen final.

documento de Microsoft Excel 2016, para obtener frecuencias y porcentajes de las 97 evaluaciones en la misma rúbrica que en su momento se utilizó para evaluar cada MC.

El equipo de investigación también seleccionó los MC que estaban en mejor estado de conservación, considerando que debían fotografiarse para ser publicados y que habían sido clasificados en un

examen final mediante rúbrica como óptimo e insuficiente.

RESULTADOS

Con cada uno de los 97 estudiantes que se presentaron al examen final se estableció una

evaluación dialogada en torno a su MC, que fue clasificada mediante rúbrica entre docente y estudiante. En la tabla 2 se observa la valoración otorgada al conjunto de los MC. Entre el 52% y el 71% de los estudiantes alcanzó un óptimo rendimiento en cuatro de los cinco criterios evaluados. Sin embargo, puede verse en la tabla que la mayor dificultad se presentó en el criterio “Relacionar disciplinas”, aspecto en el cual la mayoría de los MC fueron clasificados como regulares.

Tabla 2. Valoración mediante rúbrica de los MC presentados y dialogados con 97 estudiantes en examen final.

Criterios	Clasificación de MC (%)		
	Óptimo	Regular	Insuficiente
Define el tema principal	71	6	23
Formato general	52	22	26
Presenta conceptos clave	64	18,5	17,5
Relaciona contenidos de biología	56	19,5	24,5
Relaciona disciplinas	6	72	22

Fuente: elaboración propia.

El primer criterio de la tabla 2, “Define el tema principal”, se valoró dialogando con cada estudiante sobre su MC, como se mencionó anteriormente. Ante la consulta sobre qué fue lo que le llevó a elegir el tema, la mayoría respondió que su elección fue motivada por un problema de salud que afectaba o preocupaba a algún miembro de su familia. En 70 casos (72 %) los estudiantes graficaron en el MC el tema de su elección como una situación problema, siendo los más habituales tabaquismo, estrés, siniestralidad vial y enfermedad cardiovascular, entre otros. En 27 casos (28 %) los estudiantes graficaron relaciones entre sistemas del cuerpo humano y componentes estructurales como vasos arteriales, venosos y linfáticos que rodean la célula.

En relación con el segundo criterio de la tabla 2, “Formato general”, 88 (90%) de los MC evaluados en el

examen final fueron diseñados en forma manual, y en nueve casos fueron diseñados utilizando algún programa de computadora. En 93 casos (90%) el MC se realizó siguiendo el modelo tipo “araña”.

Respecto a los últimos dos criterios de la tabla 2, en los cuales el desafío era establecer relaciones, puede observarse que la mayoría de los estudiantes pudo relacionar conceptos de la disciplina Biología. Sin embargo, el criterio más difícil de cumplir, logrado solo en una minoría de casos, fue el de relacionar conceptos de Biología con Química y con Física.

A continuación, en la tabla 3 se detalla la totalidad de relaciones de Biología con Química y Física presentadas por los estudiantes en cada sistema corporal elegido.

Tabla 3. Relaciones entre disciplinas según sistema corporal, presentadas en MC por 97 estudiantes del profesorado en Ciencias Biológicas en el examen final.

Sistema corporal Biología	Física	Química

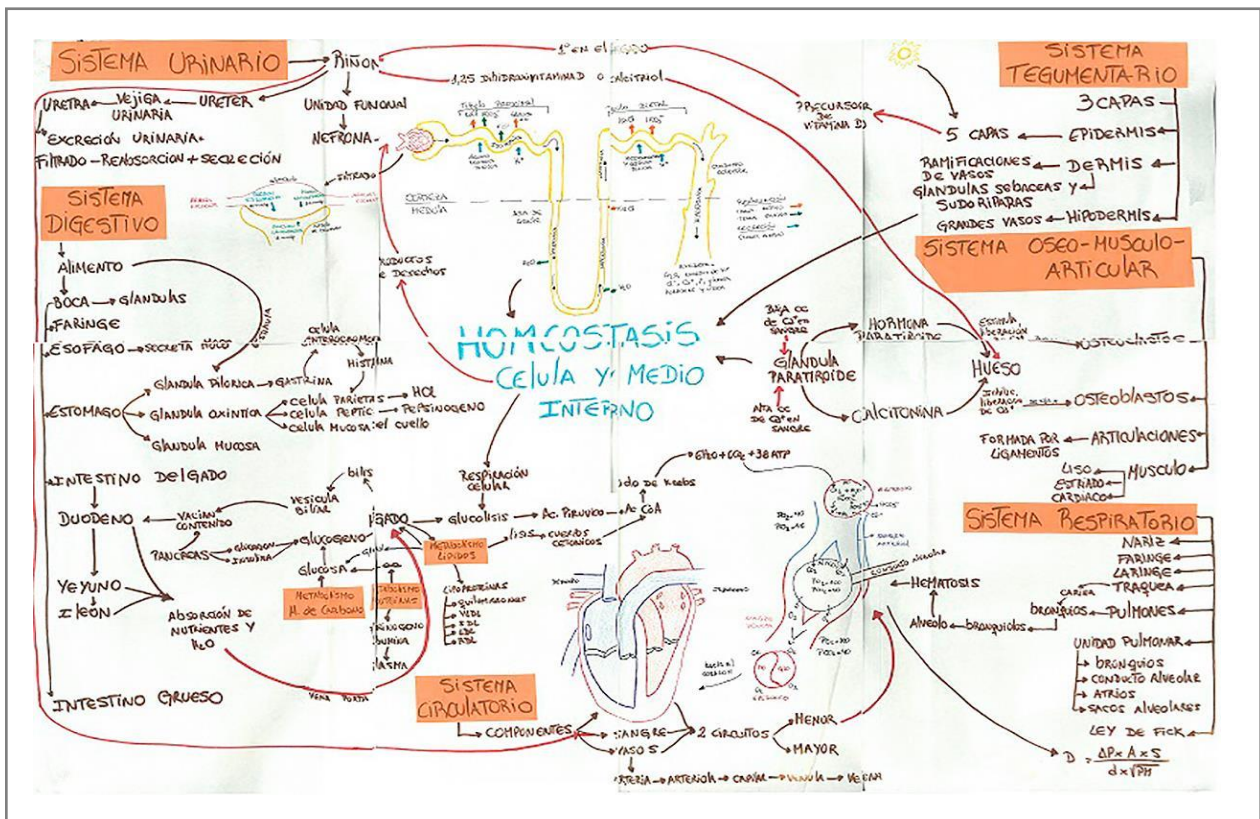
Respiratorio	Hematosis. Presiones parciales. Ley de Fick.	Diferencia de concentraciones de gases. Regulación del equilibrio ácido-base.
Cardiovascular y hematopoyético	Conducción eléctrica. Flujo sanguíneo. Presión arterial.	Quimiorreceptores. Concentración de electrolitos.
Urinario	Flujo sanguíneo renal. Presiones de intercambio capilar.	Composición de la orina. Eliminación de desechos metabólicos.
Digestivo	Regulación eléctrica del sistema nervioso.	Digestión. Degradación de alimentos. Metabolismos.
Célula y medio interno	Presiones osmótica e hidrostática.	Glucólisis, ciclo de Krebs, cadena respiratoria. ATP.

Fuente: elaboración propia.

Para ejemplificar, se presenta en la figura 1 un MC clasificado como “óptimo” en los cinco criterios evaluados mediante evaluación dialogada: 1) Define el tema principal: homeostasis: célula y medio interno; 2) Formato general: es atractivo visualmente, porque hace uso de diferentes colores y tamaños de letras y figuras. Se observan dibujos hechos a mano, lo cual demanda más esfuerzo y detalle que pegar una imagen. 3) Presenta conceptos claves: alcalosis y acidosis, glucólisis, ciclo de Krebs y difusión de gases, entre otros. 4) Relaciona contenidos de Biología: mediante las imágenes grafica conceptos y procesos

complejos, y los relaciona mediante flechas, colores y preposiciones. 5) Relaciona con otras disciplinas: en el sistema respiratorio relaciona el intercambio de gases (Química y Física) con la Ley de Fick (Física). La fórmula de esta ley de intercambio de gases está escrita, lo que evita su memorización y estimula su interpretación. En el sistema urinario ubica los sitios predominantes de la nefrona en que sucede la absorción, reabsorción o secreción de distintos iones (Química), y muestra el intercambio de agua, determinado por distintas presiones a los lados de la membrana celular (Física).

Figura 1. MC evaluado con óptimo en respuesta de aprendizaje.

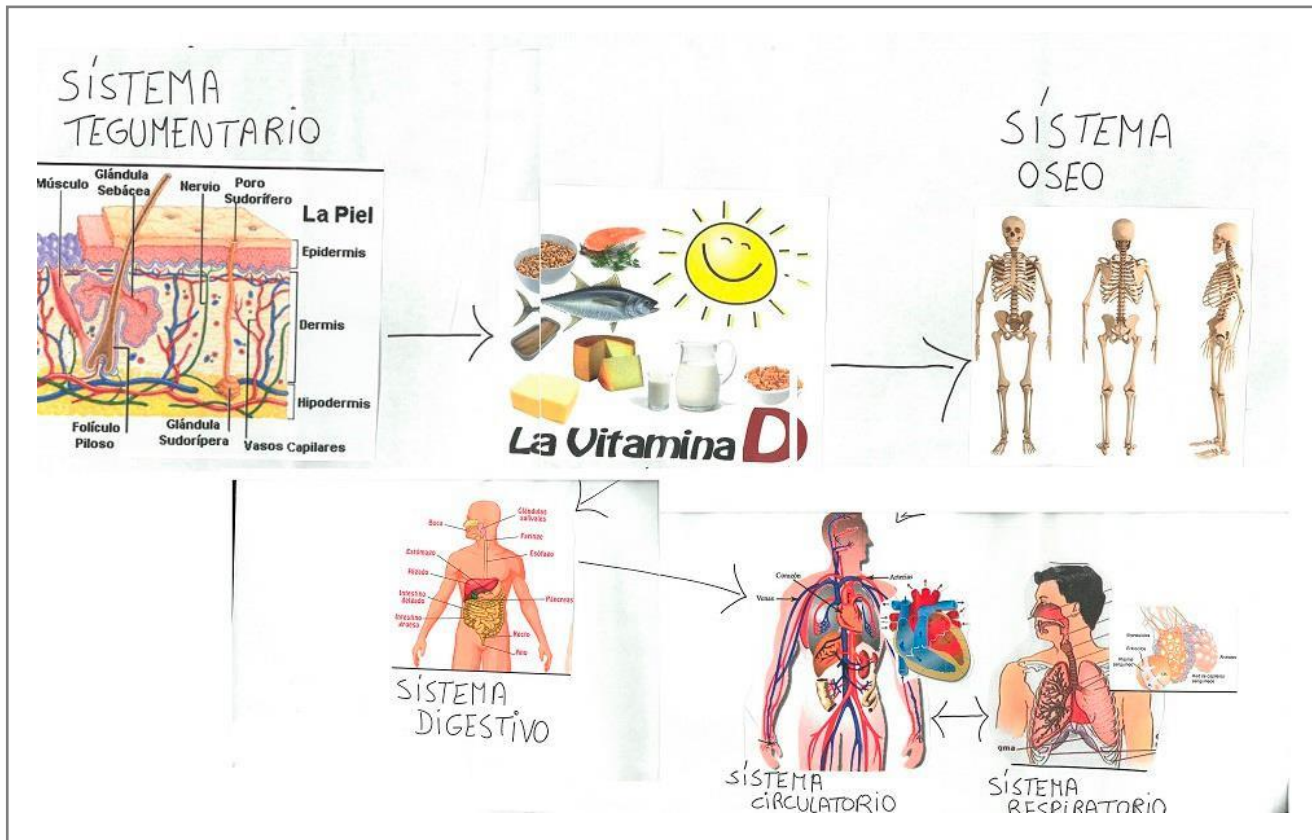


Praxis

Fuente: mapa conceptual elaborado por estudiante.

En la figura 2 se muestra un MC que fue evaluado como "insuficiente". El resultado del análisis de los criterios fue: 1) ¿Define el tema principal?: no lo define. 2) ¿Tiene un formato que permita seguir una línea de pensamiento?: No, muestra imágenes copiadas y pegadas, sin preposiciones. 3) ¿Presenta conceptos que brinden la clave de su aprendizaje?: No. 4) ¿Relaciona contenidos de Biología?: No, solo muestra en el gráfico contenidos de alimentos con vitamina D. 5) ¿Relaciona contenidos de otras disciplinas?: No lo hace.

de dudar, se adjudicaron una nota usualmente menor



Fuente: mapa conceptual elaborado por estudiante.

que la que los docentes consideraban apropiada.

Luego de clasificar a cada MC con la rúbrica, el proceso de evaluación dialogada entre docentes y estudiantes finalizó y se le solicitó a cada estudiante que evaluara su desempeño en el examen final, que analizara sus errores y que se autocalificara (la calificación es obligatoria por reglamento de la Facultad). La mayoría de los estudiantes respondieron que no estaban habituados a que se les consultara su calificación. Generalmente fueron muy precisos al describir sus errores. Sin embargo, la mayoría solicitaron que la calificación la hicieran los docentes. Finalmente, luego

Un total de 90 (88%) estudiantes cuyos registros fueron analizados, aprobaron el examen final en su primera presentación.

DISCUSIÓN

Partimos de la idea de analizar la evaluación formativa y compartida, con activa participación de cada estudiante, implementada en los exámenes finales del profesorado en Ciencias Biológicas, pues consideramos que este modelo es beneficioso tanto para los estudiantes como para los docentes, como sugieren Furman et al. (2012) y Daura (2017). La convicción pedagógica de la asignatura es que la evaluación tenga coherencia con el proceso de enseñanza y aprendizaje desplegado en la cursada.

Este proceso incluyó que los estudiantes conocieran los criterios de evaluación desde el comienzo de la cursada, durante la cual elaboraron, dialogaron y corrigieron distintos MC con la guía de los docentes. De manera que el examen final, requerido por el reglamento institucional, no fue una instancia aislada e inconexa. Por el contrario, fue la continuidad de un proceso en el que se estimuló la participación, la opinión y la argumentación, y se fomentó la adquisición de habilidades de aprendizaje de nivel superior. Así lo proponen autores como Zohar (2006), Carless (2007) y Daura (2017).

La mayoría de los estudiantes alcanzó una valoración óptima en cuatro de los cinco criterios de la rúbrica evaluados. Sin embargo, la mayor dificultad se presentó al tener que relacionar conceptos de diferentes disciplinas. Durante la cursada se había practicado establecer dichas relaciones al contar con el acompañamiento de docentes de Química y de Física en algunas clases. Sin embargo, les resultó dificultoso relacionar conceptos de Biología con Química y Física (mayormente esta última). Posiblemente estos resultados se deban o reflejen la continuidad de un modelo histórico académico/universitario que se mantiene basado en aprendizajes memorísticos y disciplinares específicos aislados de cada asignatura. Este aspecto es pasible de ser modificado con la práctica, como han observado Olivares y Morales (2013).

Proponer análisis de situaciones problemas reales también estimula la capacidad de relacionar diferentes disciplinas, un desafío sugerido por García-Prieto et al. (2019). La mayoría de los estudiantes eligió abordar una situación problema como línea conductora en sus

MC, posiblemente debido al empleo continuo en la asignatura como enfoque para la enseñanza y aprendizaje de saberes. Esto les brindó autonomía para desarrollar sus capacidades cognoscitivas y deductivas, como describen Vidal Ledo et al. (2007). Es de destacar que los estudiantes relacionaron la situación problema planteada con un problema de salud en su familia, lo cual lo transformó en un aprendizaje experiencial y aplicado para la vida, con el que expresaron sus emociones y preocupaciones cotidianas, tan importantes para lograr un aprendizaje significativo, según Olivares et al. (2019).

El examen final fue considerado otra oportunidad de aprendizaje y retroalimentación. Por ello, además del diálogo permanente durante cada examen, se aclararon conceptos y se proveyó información cuando fue necesario. Por ejemplo, cuando los estudiantes no pudieron responder o relacionar, se trataron “intervenciones para volver a enseñar”, como sugieren Furman et al. (2012).

El empleo de MC permitió a los docentes observar los “movimientos mentales” que realiza el estudiante, como describen Ritchhart et al. (2013). No hubo un único mapa correcto, ni una presentación exclusivamente memorística, sino una valoración de los argumentos, conceptos y relaciones plasmados en el MC y “defendidos” durante la evaluación dialogada. Fue importante que el alumno aprendiera significativamente el contenido, como sugieren Novak y Gowin (1988).

La confección de la mayoría de los MC fue artesanal, por lo que fue posible ver la secuencia de borradores en simultáneo con facilidad. Si bien no se les instruyó en el uso de computadoras para confeccionarlos, se les planteó la posibilidad de realizarlo mediante programas específicos. Mendonça (2013) presentó los MC que realizaron sus estudiantes del profesorado en Biología en Brasil con sus MC sobre el tema “elefantes”, utilizando computadoras. Sería importante planear la formación futura en software para elaboración de MC en nuestra asignatura o cuando cursan la asignatura Informática, no solo para que grafiquen con mayor claridad, sino para hacer uso de nuevas modalidades de corrección en línea, que

surge como otra estrategia de evaluación formativa, según Ho et al. (2018). Al respecto, Martínez-Gonzalez et al. (2018) han descrito que el uso de Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC) fomenta la autorregulación del estudiante, estimula su pensamiento crítico y mejora la interacción con sus docentes, tanto en la enseñanza como en los procesos evaluativos.

Además de la presentación de su MC, la evaluación fue compartida, dialogada entre docentes y estudiantes, y se solicitó la autocalificación a cada estudiante, como sugieren Lopez-Pastor y Perez-Pueyo (2017). Este pedido se planeó como un estímulo más para el desarrollo de sus destrezas evaluativas, un elemento central de la enseñanza orientada al aprendizaje, como afirma Carless (2007). Tobar-Gálvez (2009) destaca que en sí mismo el proceso de elaboración de MC estimula la autoevaluación a nivel conceptual, pero el pedido de hacerlo compartiendo su opinión con los docentes en el examen final generó dudas y asombro en estos futuros profesores. Al respecto, Bretones (2008) detalla que en la autoevaluación es usual que los estudiantes se supra o infravaloren. En los casos presentados, al autocalificarse, los estudiantes se autoatribuyeron menores calificaciones que las acordadas por los docentes, y fueron muy críticos y precisos.

El cambio de modelo pedagógico evaluativo favoreció que la amplia mayoría de los estudiantes aprobaran el examen final en su primera presentación, a diferencia de años anteriores en los que reprobaban con la metodología de enseñanza memorística, enfocada en el docente que medía los aprendizajes con unos criterios de evaluación en los que no participaba el estudiante. Estos mejores resultados probablemente se asocian con el hecho de haber planificado el examen final como una instancia en sintonía con la estrategia general de evaluación formativa y compartida implementada durante la cursada. Lamentablemente no se cuenta con registros detallados de las evaluaciones realizadas en años anteriores, excepto el porcentaje de aprobación. Hubiese sido interesante comparar los resultados obtenidos de estos estudiantes que dialogan sobre sus

MC y que reflejan un rendimiento superior, como afirman Mendonça (2013), Cañas Urrutia et al. (2014) y Furman et al. (2018), con los de los estudiantes que solo empleaban aprendizaje memorístico.

Retomando el punto de que en la instancia de examen final se exige una calificación reglamentaria, García-Prieto et al. (2019) afirman que no es fácil llevar a la práctica una evaluación que trasciende a la lógica disciplinar si se utilizan los procedimientos tradicionales. Como refieren estos autores, transformar la perspectiva ante la evaluación significa principalmente un cambio de mentalidad y, sin dudas, requiere de apoyo institucional.

La institución acompaña esta propuesta de enseñanza y aprendizaje y evaluación, cuyo resultado final presentamos en este artículo. Sin embargo, la tendencia al cambio aún no es una característica marcada en nuestra Facultad. El camino a seguir, como sugiere Carless (2007), es mantener el trabajo en grupos o equipos y no como experiencias aisladas, pues es una obligación de la Universidad impulsar cambios para mejorar la calidad del aprendizaje, como afirman Jimenez et al. (2019). Al respecto, Sierra et al. (2019) señalan que cuando la gestión institucional promueve acciones enfocadas en la adquisición de nuevas prácticas, puede facilitar la construcción de un ambiente colaborativo que conduzca hacia la innovación.

CONCLUSIONES

En la investigación presentada se mantuvo la unidad de criterio entre la estrategia de evaluación formativa y compartida implementada en la asignatura y la evaluación realizada en instancia de examen final. La estrategia implementada incorpora la construcción y análisis de mapas conceptuales en el desarrollo de la cursada, una rúbrica consensuada con el estudiante y el pedido de autocalificación. La mayoría de los estudiantes obtuvieron una evaluación óptima en cuatro de cinco criterios de la rúbrica, dialogados con los docentes. Graficaron situaciones problema en sus MC, elaborados y corregidos a lo largo de la cursada, aplicados a situaciones familiares propias. El criterio más difícil de cumplimentar fue el de relacionar las

tres disciplinas: Biología con Química y Física. Esto indica que la metodología utilizada facilita el aprendizaje de las ideas biológicas. Sin embargo, el 80% de los estudiantes explicitan relaciones entre la biología y al menos una disciplina más. Este dialogo entre disciplinas indicaría un dominio de ciertos conceptos y habilidades de dos o más disciplinas que podrían dar lugar a un aprendizaje interdisciplinario. Establecer buenas conexiones entre campos de conocimiento dan lugar a una comprensión más profunda de los sistemas del cuerpo humano.

Por otro lado, la rúbrica fue de gran utilidad tanto en la orientación y el seguimiento de los estudiantes, como en la evaluación final en el ámbito de la educación superior. A estos estudiantes, futuros profesores de nivel medio, les resultó difícil autocalificarse, pero fueron muy detallistas al reconocer sus errores. Se debe continuar trabajando y perfeccionando el binomio profesor-estudiante y estudiante-estudiante, particularmente al tratar la integración de disciplinas en ciencias, porque en el mundo actual es de fundamental importancia para la formación profesional universitaria.

La fortaleza de esta investigación de seis años de seguimiento es que muestra que el cambio curricular en la formación universitaria fue positiva. Es posible que los resultados estén favorecidos por el hecho de que la carrera de profesores en Ciencias Biológicas cuenta con un número de estudiantes inferior a 20 por año de cursada. Sin embargo, esto ha permitido el desarrollo del conocimiento de forma personalizada, lo cual facilita la valoración de los cambios que cada estudiante va teniendo antes del examen final.

DECLARACIONES DE CONFLICTOS DE INTERESES

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación PB25 de la Secretaría de Postgrado de Investigación y Extensión de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam, denominada "Investigación acción acerca de una propuesta de articulación Universidad-Nivel Secundario para la formación interdisciplinaria de Profesores en Ciencias Biológicas".

AGRADECIMIENTOS

A la licenciada y profesora en Química Gisela N. Vincet, por sus aportes disciplinares en la selección final y la lectura de los mapas conceptuales presentados, y a los estudiantes por su participación.

REFERENCIAS

- Alarcón, A., Alcas, N., Alarcón, H., Natividad, J. y Rodríguez, A. (2019). Empleo de las estrategias de aprendizaje en la universidad. Un estudio de caso. *Propósitos y Representaciones*, 7(1), 10-32. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n1.265>
- Anijovich, R. y Cappelletti, G. (2017). *La evaluación como oportunidad*. Editorial Paidós.
- Anijovich, R. y González, C. (2011). *Evaluar para aprender. Conceptos e instrumentos*. Editorial AIQUE Educación.
- Arrese, F. G., Olivares, J. L., Villarreal, M., Vincet, G. N. y Alfageme, V. (2020) Modelo didáctico analógico como mediador de enseñanza y aprendizaje universitario del Sistema Cardiovascular. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 17(3), 3601-3615. https://doi:10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cie nc.2020.v17.i3.3601
- Bretones Román, A. (2008). Participación del alumnado de Educación Superior en su evaluación. *Revista de Educación*, 347, 181-202. 1988-592X
- Campanario, J. M. (2001). Algunas propuestas para el uso alternativo de los mapas conceptuales y los esquemas como instrumentos metacognitivos. *Alambique*, 28, 31-38. ISSN 1133-9837
- Cañas Urrutia, F. J., Cárcamo Díaz, C. M. y Lazo Santibáñez, L. del C. (2014). Mapas conceptuales como herramienta pedagógica en la enseñanza de la química orgánica. *Química Nova*, 37(2), 355-360. <http://dx.doi.org/10.5935/0100-4042.20140059>
- Carless, D. (2015). Exploring learning-oriented assessment processes. *High Education*, 69, 963-976. <https://doi.org/10.1007/s10734-014-9816-z>
- Carless, D. (2007). Learning-oriented assessment: Conceptual basis and practical implications.

Innovations in Education and Teaching International, 44(1), 57-66. <https://doi.org/10.1080/14703290601081332>

Casela, P. (2013). Mapas conceptuales. Una estrategia gráfica para fijar conocimientos. Reflexión Académica en Diseño y Comunicación. XXI Jornadas de Reflexión Académica en Diseño y Comunicación Facultad de Diseño y Comunicación (21), 117-118. <http://cdi.mecon.gov.ar/bases/docelec/va1056.pdf>

Daura, F. T. (2017). Aprendizaje autorregulado e intervenciones docentes en la universidad. Revista Educación, 41(2), 1-19. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15517/revedu.v41i2.21396>

Furman, M. G., Luzuriaga, M., Taylor, I., Anauati, M. V. y Podestá, M. E. (2018). Abriendo la «caja negra» del aula de ciencias: un estudio sobre la relación entre las prácticas de enseñanza sobre el cuerpo humano y las capacidades de pensamiento que se promueven en los alumnos de séptimo grado. Enseñanza de las ciencias, 36(2), 81-103. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2519>

Furman, M. G., Poenitz, M. V., Podestá, M. E. (2012). La evaluación en la formación de los profesores de ciencias. Praxis & Saber. 3(6), 165-189. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062019000200003>

García-Prieto, F. J., Pozuelos-Estrada, F. J., y Álvarez-Álvarez, C. (2019). La evaluación de aprendizajes del alumnado por parte del profesorado universitario novel. Formación universitaria, 12(2), 3-16. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062019000200003>

Gentiletti, M. G. (2012). Construcción colaborativa de conocimientos integrados. Aportes de la psicología cultural en las prácticas de la enseñanza. Contenidos y competencias. Editorial Novedades Educativas.

Gil Flores, J. (2007). La evaluación de competencias laborales. Revista Educación XXI, 10, 83-106. <https://doi.org/10.5944/educxx1.1.10.298>

Hamodi, C, López Pastor, V. M. y López Pastor, A. T. (2015). Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje en educación superior. Perfiles educativos, 37(147), 146-161. ISSN: 1139-613X

Ho, V. W., Harris, P. G., Kumar, R. K., & Velan, G. M. (2018). Knowledge maps: a tool for online assessment with automated feedback. Medical education online, 23(1), 1-9. <https://doi.org/10.1080/10872981.2018.1457394>

Hortigüela D, Pérez-Pueyo, Á, González-Calvo, G (2019). Pero... ¿A qué nos referimos realmente con la evaluación formativa y compartida?: Confusiones habituales y reflexiones prácticas. Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, 12(1), 13-27. <https://doi.org/10.15366/riee2019.12.1.001>.

Jiménez, D., Jiménez, A. y Redondo, P. (2019). Gestión del conocimiento organizacional en instituciones de educación superior: un estudio de casos. Praxis, 15(2), 153-162. <http://dx.doi.org/10.21676/23897856.3309>

López-Pastor, V. M. y Pérez-Pueyo, A. (coords). (2017) Evaluación formativa y compartida en educación: experiencias de éxito en todas las etapas educativas. Universidad de León, Secretariado de Publicaciones.

Markham, K. M., Mintzes, J. J. & Jones, M. G. (1994). The concept map as a research and evaluation tool: Further evidence of validity. Journal of Research in Science Teaching, 31(1), 91-101. <https://doi.org/10.1002/tea.3660310109>

Martínez-Gonzalez, A., Cabrera-Zambrano, H., Borjas, M., Torres-Saldaña, E. y Judex-Orcasita, J. (2018). Evaluando la disposición y la motivación del pensamiento crítico con la mediación de las TIC. Praxis, 14(2), 1-20. DOI: <http://dx.doi.org/10.21676/23897856.2762>

Mendonça, C. (2013). El uso de mapas conceptuales progresivos como estrategia de enseñanza y aprendizaje en la formación de profesores de Biología. Journal for Educators, Teachers and

- Trainers, 4(1), 107-121. <https://doi.org/10.31381/paideia.v10i1.2979>
- Novak, J. D. y Gowin, D. B. (1988). Aprendiendo a aprender. Martínez Roca.
- Olivares, J. L., Arrese, F., Villarreal, M., Di Franco, M. G., Lozano, A., Alfageme, V., Vincet, G. N., Damm, N., Carassay, M. L. (2019). Análisis de emociones referidas por estudiantes universitarios ante distintas estrategias didácticas utilizadas durante su formación profesional. *Diálogos Pedagógicos*, 4(34), 83-97. [https://doi.org/10.22529/dp.2019.17\(34\)05](https://doi.org/10.22529/dp.2019.17(34)05)
- Olivares, J. L. y Morales, T. C. (2013). Partir de historias académicas para comunicar, resignificar y planificar aprendizajes relevantes. *Praxis Educativa*, 17(2), 64-71. ISSN 2313-934X
- Raposo, M. y Martínez, E. (2011). La rúbrica en la enseñanza universitaria: un recurso para la tutoría de grupos de estudiantes. *Formación universitaria*, 4(4), 19-28. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062011000400004>
- Ritchhart, R., Church, M., Morrison, K. (2013). Hacer visible el pensamiento. Como promover el compromiso, la comprensión y la autonomía de los estudiantes. Editorial Paidós.
- Sánchez-Quevedo, M. del C., Cubero, M. A., Alaminos, M., Vicente Crespo, P. y Campos, A. (2006). El mapa conceptual. Un instrumento educativo polivalente para las ciencias de la salud: su aplicación en histología. *Educación Médica*, 9(2), 51-58. <https://doi.org/10.4321/S1575-18132006000200003>
- Sierra, D. J., Sierra, Á. J. y Cala, P. R. (2019). Gestión del conocimiento organizacional en instituciones de educación superior: un estudio de caso. *Praxis*, 15(2), 153-162. <https://doi.org/10.21676/23897856.3309>
- Tobar-Gálvez, J. C. (2009). El mapa conceptual como instrumento para la auto-evaluación conceptual en química. *Revista Iberoamericana De Educación*, 49(7), 1-7. <https://doi.org/10.35362/rie4972050>
- Manassero, M. A. y Vázquez, A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (II): evidencias empíricas derivadas de la investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 417-441. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2007.v4.i3.03
- Vidal Ledo, M., Vialart Vidal, N., Rios Vialart, D. (2007). Mapas conceptuales. Una estrategia para el aprendizaje. *Educación Médica Superior*, 21(3), 1-6. <https://doi.org/10.15359/ree.26-2.7>
- Weiss, L. y Levison, S. (2000). Tools for integrating women's health into medical education: Clinical cases and concept mapping. *Academic Medicine*; 75(11), 1081-1086. <https://doi.org/10.1097/00001888-200011000-00012>
- Zohar, A. (2006). El pensamiento de orden superior en las clases de ciencias: objetivos, medios y resultados de investigación. *Enseñanza de las ciencias*, 24(2), 157-172. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3797>