



USO DE MAPAS CONCEPTUALES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE MODELOS TEÓRICOS EN LA CLASE DE CIENCIAS. UNA EXPLORACIÓN INICIAL A PARTIR DE LA ENSEÑANZA DE LA HOMEOSTASIS EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA

MARIO QUINTANILLA GATICA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE, CHILE
mquintag@uc.cl

CAROL JOGLAR FAVARO

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE, CHILE
caroljoglar@gmail.com

ALMA ADRIANNA GÓMEZ GALINDO

UNIDAD MONTERREY, CINVESTAV, MÉXICO
agomez@cinvestav.mx

RESUMEN

Esta investigación se realiza en colegios de secundaria de la ciudad de Santiago de Chile durante el año 2013, en el marco del proyecto de colaboración internacional AKA-04 que lideró uno de nosotros. Se realizó un proceso continuo de formación, mediante talleres de reflexión docente (TRD) con profesores de biología en ejercicio durante 16 semanas. Los talleres estaban estructurados en cuatro etapas: diagnóstico, formación, producción y evaluación. Durante el proceso formativo, los docentes diseñan los materiales a partir de una profundización teórica sobre la enseñanza de la homeostasis, que luego enseñan a sus estudiantes mediante el uso 'intencionado teóricamente' de mapas conceptuales. Los análisis discutidos en este documento, emergen de las producciones estudiantiles. En esta comunicación compartimos algunos de los resultados identificados como valiosos e interesantes para el debate educativo





sobre la enseñanza de la biología y un modelo de formación continua de profesores de ciencia.

Palabras clave: Enseñanza de las Ciencias, Enseñanza de la biología, Mapas conceptuales.

INTRODUCCIÓN Y MARCO DE REFERENCIA: DIRECTRICES DE LA INTERVENCIÓN EDUCATIVA

La necesidad de comprender y dar significado a lo que aprendemos ha generado, de cierta manera, la necesidad de nuevas propuestas y estrategias para la enseñanza de las ciencias experimentales en las últimas décadas. Desde la Nueva enseñanza de las Ciencias (NEC), que emerge desde el enfoque constructivista cuyo énfasis es interpretar el mundo a partir del aprendizaje colaborativo, los mapas conceptuales se han constituido en una herramienta estartégica que posibilita identificar y caracterizar ideas espontáneas en el estudiantado (y en el profesorado) y la mejora del aprendizaje (González, 1992). La organización de los datos (ideas, modelos teóricos) que se presentan habitualmente de forma lineal en un relato estudiantil, nos permite articularlos en una estructura ramificada, jerárquica y estructurada del conocimiento por parte del aprendiz. De esta manera favorecemos que el profesor que enseña una noción científica específica colabore en el aprendizaje de los estudiantes entendiéndolo como un proceso de desarrollo (Quintanilla, et al., 2014). Siendo así, estudiantes y profesores dialogan sobre y acerca del conocimiento mediante la relación de ideas y lenguajes que se ponen en juego en la clase. Al respecto señala Costamagna (2001):

Si entendemos la estructura cognitiva de un individuo, en una cierta área del conocimiento, como el contenido y organización conceptual de sus ideas en esa área, los mapas conceptuales representan de alguna manera la estructura cognitiva del aprendiz y constituyen herramientas válidas para evaluar los niveles de complejidad de su aspecto cognitivo (Costamagna,2001, pág. 2).

De acuerdo con lo mencionado por Moreira y Buchweitz (1998, en Costamanga 2001:2) los mapas conceptuales son “diagramas bidimensionales que muestran relaciones jerárquicas entre conceptos de una disciplina y que derivan su existencia de la propia disciplina”. Los mapas están formados por conceptos, los cuales están ligados por palabras o frases, que dejan en evidencia las relaciones entre los mismos. En general los conceptos más generales están localizados en la





parte superior del mapa y los conceptos específicos en diferentes niveles de especificidad. Según Moreira (s.f.) estos mapas son diagramas de significados, de relaciones significativas, de jerarquías conceptuales.

Como lo mencionamos anteriormente, se debe tener en cuenta que la posición de los conceptos y sus niveles de jerarquización y las relaciones, pueden cambiar de acuerdo a la comprensión y profundización, que su diseñador vaya adquiriendo sobre la temática abordada en el mapa conceptual (Lourenco, Cavalcanti y Hernandez, 2010). Las relaciones entre dos conceptos, elaboradas por el diseñador del mapa, indican la relación de significados que su autor da a estos conceptos (Moreira, s.f.), lo cual, es de gran relieve para la enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias, particularmente de la biología.

Los mapas conceptuales no son organigramas o diagramas de flujo, pues como lo menciona Moreira (s.f.) “no implican secuencia, temporalidad o direccionalidad, ni tampoco jerarquías organizacionales” diferenciándose de también de las redes semánticas (ya que estas no incluyen solo conceptos) o de los mapas mentales (no se ocupan de relaciones i tampoco poseen relaciones jerárquicas). De acuerdo con Moreira (s.f.) no hay reglas fijas para el diseño de los mapas conceptuales, lo importante es que este sea capaz de evidenciar los significados dados a los conceptos y sus relaciones, dentro de un determinado contexto (cuerpo de conocimiento, disciplina u otro), o sea, lo que importa es que el autor del diseño del mapa sea capaz de explicar el significado de las relaciones que ha realizado.

La homeostasis en la enseñanza de la biología

Dentro de una ciencia escolar se ha hablado reiteradamente de un principio de economía. Éste refiere a la necesidad de priorizar los contenidos que se aprenden para evitar una enseñanza enciclopedista en la que se pretende que el alumno ‘repase’ todos los aportes de la producción científica sin darles sentido (Izquierdo, 2005). Este principio de economía considera varios aspectos, entre ellos la significatividad de los conocimientos científicos. Algunos autores consideran que en la escuela, y en relación a los seres vivos, se han de construir tres modelos básicos: reproducción, nutrición y relación (García, 2005; Gómez, Sanmartí y Pujol, 2007). El modelo de relación incluye la comprensión de la capacidad de los seres vivos de regular su medio interno y responder a cambios del ambiente. La homeostasis, considerarla ‘piedra angular de la





fisiología actual' (Arechiga, 2000) se encuentra en el centro de la comprensión de la relación en los seres vivos y, por tanto, de la construcción del pensamiento biológico.

La comprensión de la homeostasis requiere la integración de los sistemas endocrino, nervioso e inmunitario. Existen pocas investigaciones sobre las dificultades de los alumnos en la comprensión del tema; Westbrook y Marek (1992) realizan un estudio transversal con estudiantes de licenciatura identificando concepciones alternativas persistentes relacionadas con control de temperatura, tasa de respiración y ritmo cardíaco. Al momento no hemos identificado estudios sobre las ideas alternativas sobre homeostasis en el grupo de edad que aquí se estudia.

METODOLOGÍA E INSTRUMENTOS

Esta investigación se realiza a partir de los resultados de la implementación de una Unidad Didáctica, diseñada por un grupo de cinco docentes de biología, en el marco del proyecto AKA-04. Este análisis responde al objetivo específico dos del proyecto: estudiar los procesos de entendimiento y aprendizaje estudiantiles de ideas acerca de la homeostasis.

La noción teórico-epistemológica de homeostasis que deciden enseñar los profesores después de su trabajo colectivo en el taller es: *fenómeno propio de los seres vivos que permite mantener el equilibrio natural entre el medio interno y externo de un sistema, mediante el balance de materia y energía que circula entre ellos en condiciones específicas dependiendo de la naturaleza de los seres.*

La implementación en el aula ocurre en la segunda semana de grabación de las sesiones de clases trabajados mediante el uso de crucigramas, a partir de los cuales se elaboran finalmente los mapas conceptuales. El profesor explica a los estudiantes que tendrán un tiempo máximo de 45 minutos para el desarrollo de la actividad y les avisa que al fin de la misma, deben presentar los mapas elaborados. Señala que una vez culminada la entrega evaluará cada mapa conceptual con una rúbrica.

Es importante destacar que la propuesta del profesor de biología implicó que los mapas conceptuales se trabajaran en parejas. Sin embargo, transcurridas las 2 sesiones de clases, la propuesta inicial fue paulatinamente ajustada al proceso de decisiones del propio estudiantado y falta de tiempo, como lo comentó el docente al finalizar la actividad de implementación. Los mapas conceptuales son dibujados en cartulinas de diferentes colores y luego socializados en el





curso. Todas estas actividades del curso son filmadas y posteriormente se realizan un análisis de discurso y de contenido, sin embargo, en esta comunicación solo exploramos los mapas conceptuales.

Analizamos dos cursos de enseñanza media donde fue implementada la Unidad Didáctica. El curso 3°A (34 estudiantes) y el 3°B (43 estudiantes). Del total de 77 estudiantes, presentamos la caracterización y análisis de 15 mapas conceptuales, elaborados por los grupos de ambos cursos.

La complejidad intrínseca de los mapas conceptuales nos exige un análisis que intente rescatar de cierta manera todos los posibles enfoques teóricos de los mismos. Dentro de este contexto se propuso un análisis desde una mirada externa y otro desde un enfoque emergente de los propios mapas conceptuales (a partir de ahora MC), el primero proviene de la propuesta teórica a priori según el modelo teórico de Costamagna (MTC01) y el segundo de una propuesta emergente e interna en el programa del modelo de investigación AKA04. A continuación nos referimos brevemente a cada uno de ellos.

Análisis MTC01

Este análisis utiliza criterios propuestos por Costamagna (2001) para el análisis de mapas conceptuales en la enseñanza superior, estos criterios fueron adaptados para niveles de enseñanza media, además de identificar niveles para una mejor visualización de los resultados a partir de los datos obtenidos en cada uno de los mapas (Ver Tabla 1).





Tabla 1: Características y niveles de los criterios utilizados para el análisis de los mapas conceptuales adaptado de Costamagna (2001) MTC01

Criteria	Characterization	Levels	
A: Jerarquización de los conceptos	Ordenación jerárquica de los conceptos desde los más generales y sus subordinados.	1: no hay ordenación jerárquica	2: los conceptos se presentan organizados jerárquicamente.
B: Interrelaciona conceptos	Relaciones cruzadas que conectan el concepto central (homeostasis) con partes diferentes del mapa conceptual	1: presenta entre 1 a 3 conexiones con el concepto central.	2: Presenta más de 3 conexiones con el concepto central
C: Explicita nexos	Presentan oraciones nodales esclareciendo las ideas propuestas	1: no presenta nexos de ningún tipo.	2: presenta palabras enlace 3: presenta oraciones nodales para explicar las proposiciones.
D: Presencia de ideas erróneas	Se puede identificar en los nexos, en las relaciones, o en la jerarquización, la presencia de ideas erróneas.	1: presenta ideas erróneas	2: no presenta ideas erróneas
E: Grado de profundización del contenido	Inclusión de detalles no tomados en cuenta por la mayoría	1: no presenta mayor grado de profundización	2: presenta grado de profundización





RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis detallado de cada uno de los mapas elaborados, utilizando el análisis MTC01, arrojó los siguientes resultados (ver Tabla 2).

Tabla 2. Niveles identificados.

Nº MC	A	B	C	D	E	TC
MC1	1	1	1	1	1	5
MC2	1	1	3	2	1	8
MC3	1	1	1	1	2	6
MC4	1	1	1	1	1	5
MC5	2	1	3	1	1	8
MC6	1	1	1	1	1	5
MC7	2	2	3	2	1	10
MC8	1	1	3	1	2	8
MC9	2	1	2	2	2**	9
MC10	1	1	2	1	2*	7
MC11	1	1	2	1	1	6
MC12	1	1	3	1	1	7
MC13	1	1	2	1	1	6





MC14	1	1	2	2	1	7
MC15	1	1	3	1	1	7

** MC con menor nivel de detalle

** MC con mayor nivel de detalle

A partir de la Tabla 1, donde se presentan los *criterios* y los *niveles obtenidos* e identificados en cada uno de los MC diseñados en el aula durante la fase de implementación, se construyó la tabla 2 caracterizando los niveles que presentan los MC construidos por los grupos de estudiantes. Acerca de este análisis podemos señalar:

- Jerarquización de los conceptos:** La evidencia nos indica que predomina el nivel no jerárquico, es decir, los estudiantes tienden a identificar (escriben, relatan) los conceptos o modelos teóricos en niveles que se inician en 'lo general' y concluyen en lo 'subordinado'
- Interrelación de conceptos:** En la casi totalidad de los MCs no se identifican mayores complejidades en las interrelaciones con el concepto principal (homeostasis).
- Explicita nexos:** Se advierte que al menos un 33% de los MCs no presentan nexos, y la mayoría presenta oraciones para intentar explicar las proposiciones.
- Ideas erróneas:** Más del 66% de los MCs diseñados presentaron ideas erróneas relativas a la noción de homeostasis. Para una mejor observación de la problemática, detallamos las que, desde nuestro punto de vista, son más significativas para el objetivo de esta comunicación.

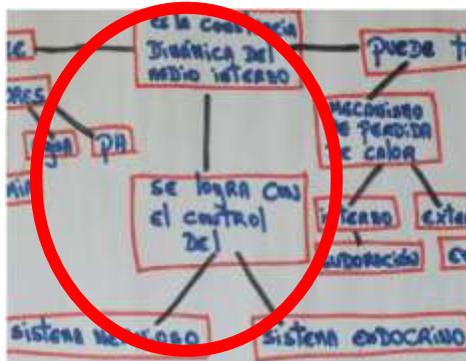


ILUSTRACIÓN 1: IDEAS ERRÓNEAS MC 1





En el MC 1, presentado en la ilustración 1, podemos identificar la idea de que *la homeostasis controla el sistema nervioso y endócrino*.

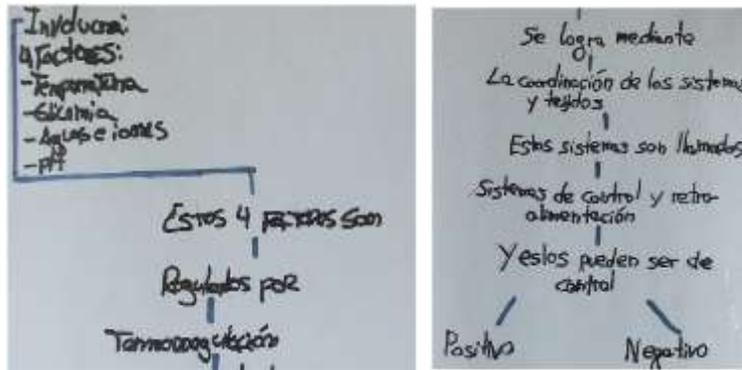


ILUSTRACIÓN 2: IDEA ERRÓNEA MC 8

En el MC 2, presentado en la ilustración 2, podemos notar la presencia de dos ideas erróneas, la primera se refiere a que *factores como la temperatura, la glicemia, pH, sales e iones son regulados por la termorregulación*. La segunda asocia la idea de que *los sistemas y tejidos controlan la homeostasis*.



ILUSTRACIÓN 3: IDEA ERRÓNEA MC 6





El MC 6 presentado en la ilustración 3, podemos notar que se *asocia la noción de retroalimentación* como siendo un sistema que controla el funcionamiento del organismo, además, se propone que *la retroalimentación es exclusiva de hormonas*.



ILUSTRACIÓN 4: IDEAS ERRÓNEAS MC 10, 12

Estos dos MCs 10 y 12, representados en la ilustración 4, presentan una idea errónea donde se *relaciona la termorregulación con la retroalimentación*, como si estos fueran sistemas del organismo humano (de manera semejante podemos notar esta idea en el MC 6).

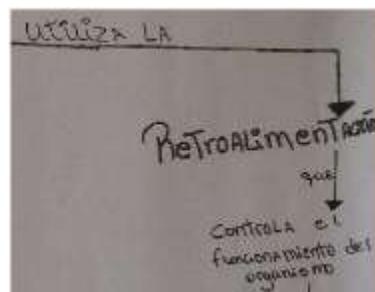


ILUSTRACIÓN 5: IDEAS ERRÓNEAS MC15

e. *Grado de profundización del contenido:* más del 66% de los MCs no presentaron grados de profundización en el tema. Aun así, hubo algunos estudiantes que identificaron los modelos explicativos existentes para la noción científica enseñada (homeostasis).





Categorías de análisis emergentes (AKA04)

La propuesta de esta segunda análisis es intentar *comprender* la estructura semántica de los mapas conceptuales. Este análisis se realizó a partir del intento de comprensión de los MCs, buscando identificar las unidades que se generaron de forma repetitiva en los MCs, y también aquellas que fueron únicas. De este análisis pudimos proponer cinco unidades explicativas (UEs):

- a. Modelo teórico utilizado (MTU): El modelo propuesto de forma emergente por tres grupos, supone dos enfoques para la noción de homeostasis, la primera la noción de constancia del medio interno del organismo, propuesta por el médico y fisiólogo francés Claude Bernard en el año de 1860 y la noción de homeostasis de Walter Cannon, fisiólogo estadounidense, en el año de 1923 el cual le da el nombre de homeostasis relacionando la constancia del medio interno con el medio externo. Según los resultados a partir de las explicaciones estudiantiles (Tabla 3) podemos notar que del total de 15 grupos solamente 1 de ellos menciona los autores de los modelos, y el otro grupo, además, menciona el modelo propuesto por cada uno de los científicos.
- b. Modelo del Entendimiento Teórico (MTE) ¿Qué entienden por Homeostasis?: de forma interesante, la mayoría de los grupos se refiere al modelo de Bernard para organizar sus ideas y comprender el concepto de homeostasis, incluso el grupo que mencionó la diferencia de los modelos explicativos.
- c. Modelo de la Regulación (MR) ¿Cómo se regula la homeostasis? Según la mayoría de los MCs analizados, el sistema nervioso es responsable por el control de la homeostasis y en algunos casos se menciona el sistema endocrino.
- d. Modelo Factorial (MF) Factores que son regulados por la homeostasis. La mayoría de las explicaciones estudiantiles (MCs) dejaban en evidencia los factores que son regulados por la homeostasis, no demostrando así mayores dificultades.
- e. Modelo del fenómeno (MF) para regular la homeostasis. El mecanismo utilizado por la homeostasis que es principalmente mencionado para regular es *la retroalimentación*; sin embargo notamos que los estudiantes la ‘comprenden’ como un sistema del cuerpo humano, colocándola jerárquicamente *en el mismo nivel* del sistema nervioso o endocrino.





CONCLUSIONES

El análisis estructural de los mapas conceptuales desarrollados por los estudiantes nos muestra que ellos no siguen una jerarquización de conceptos, presentan muy poca interrelación con el objeto principal y poco uso de nexos; en su lugar se utilizan explicaciones, demuestran ideas previas con errores conceptuales, mostrando una noción científica restricta sobre la homeostasis. El análisis con las categorías emergentes permitió identificar que el perfil que presentan los estudiantes en cuanto a la noción científica de homeostasis se propone desde el modelo de Barnard, o sea, entienden la homeostasis como relacionada solamente a la constancia del medio interno. Lo anterior es interesante ya que en la noción propuesta por el profesorado para esta Unidad Didáctica se hace mención al modelo de Cannon, donde se toma en cuenta el medio interno y externo del ser vivo. En cuanto a los factores regulados por la homeostasis, la mayoría los asocia de manera correcta, sin embargo, cuando se intenta identificar quién y cómo se controla la homeostasis, no queda claro que los estudiantes lo comprendan. Los resultados aquí señalados podrían ser confrontados con la transcripción de la clase, cuando el modelo fue enseñado, ya que esto podría permitir entender algunas nociones manejadas por los estudiantes.





BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- Arechiga, H. (2000). Conceptos. Homeostásis. México:UNAM.
- Costamagna, A. (2001). Mapas conceptuales como expresión de interrelación para evaluar la evolución del conocimiento de alumnos universitarios. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2): 309.
- Gracia, P. (2005). Los modelos como organizadores del currículo en biología. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra. pp. 1-5.
- Gómez, A., Sanmartí, N. y Pujol, R. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para construir el modelo de ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3): 325-340.
- González, F.M. (1992). Los mapas conceptuales de J.D. Novak como instrumentos de investigación en la didáctica de las ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2): 148-158.
- Izquierdo, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1):111-122.
- Lourenco, A., Cavalcanti, R., Hernandez, A. C. (2010). Análisis de mapas conceptuales elaborados por estudiantes de la octava serie (14-15 años) de la educación básica: iniciación y consolidación. 4º Congreso Internacional sobre mapas conceptuales, Viña del Mar, Chile.
- Moreira, M. A. (s.f.). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo. Porto Alegre, Brasil.
- Sanmartí, N. (2002). Enseñar y aprender Ciencias: algunas reflexiones. Madrid: Síntesis.
- Westbrook, S. y Marek, E. (1992). A cross-age study of student understanding of the concept of homeostasis. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(1):51-61.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto AKA04 y Fondecyt 1150505, a los estudiantes y docentes participantes en este proyecto.



