

Cambio conceptual sobre infarto agudo del miocardio en estudiantes de ciencias de la salud

Conceptual change on acute myocardial infarction among health sciences students

GIOVANNI GARCÍA-CASTRO, FRANCISCO JAVIER RUIZ-ORTEGA, ÁNGELA MARÍA GIRALDO-MONTOYA • PEREIRA (COLOMBIA)

Resumen

Objetivo: caracterizar de los modelos explicativos sobre infarto agudo del miocardio (IAM) en estudiantes de ciencias de la salud e identificar los cambios que ocurren en éstos al implementar el aprendizaje basado en problemas (ABP).

Marco de referencia: las nuevas tendencias de enseñanza- aprendizaje en ciencias privilegian la construcción de actividades participativas que propicien el razonamiento científico, la argumentación y la apropiación de los conceptos específicos, dirigidos a la comprensión de la racionalidad de la ciencia y su aplicación en el contexto cotidiano.

Diseño: estudio descriptivo con análisis comprensivo cualitativo en estudiantes de tercer semestre de pregrado de la Facultad de Salud de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Intervenciones: inicialmente se caracterizaron los modelos explicativos de los estudiantes acerca del concepto IAM, clasificándolos según cuatro categorías: sentido común (SC), anatómico/tisular (AT), celular/ funcional (CF), biológico/metabólico (BM). En el segundo momento se implementó el ABP como estrategia didáctica de intervención de los modelos explicativos. Luego se conformó un grupo focal con el cual se llevó a cabo un análisis comprensivo y en profundidad del cambio en los modelos explicativos.

Resultados: en la primera fase del análisis se encontró que la mayoría de estudiantes se encontraba en el modelo SC, posteriormente, se nota una progresión a los modelos superiores, siendo el AT el más frecuente; finalmente, se logra identificar que los estudiantes demuestran tener elementos de varios modelos.

Conclusiones: se logró evidenciar un cambio sustancial en los modelos explicativos iniciales; lo que permite vincular al ABP como estrategia didáctica para promover el cambio conceptual. (*Acta Med Colomb 2018; 43: 129-135*).

Palabras clave: *ciencias de la salud, aprendizaje basado en problemas, modelos explicativos, evolución conceptual.*

Abstract

Objective: to characterize the explanatory models of acute myocardial infarction (AMI) in health sciences students and to identify the changes that occur in them when implementing problem-based learning (PBL).

Frame of reference: the new teaching-learning trends in science benefit the construction of participatory activities that propitiate scientific reasoning, argumentation and the appropriation of specific concepts, aimed at understanding the rationality of science and its application in the everyday context.

Design: descriptive study with comprehensive qualitative analysis in undergraduate third-semester students of the Faculty of Health of the Technological University of Pereira.

Interventions: the students' explanatory models about the IAM concept were initially characterized, classifying them according to four categories: common sense (CS), anatomical / tissue (AT), cellular / functional (CF), biological / metabolic (BM). In the second time, the PBL was

Dr. Giovanni García Castro: Médico y Cirujano, Magister en Educación. Director Grupo de Investigación GIRUS. Docente de la Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Tecnológica de Pereira; Dr. Francisco Javier Ruiz Ortega: Licenciado en Biología y Química, Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad Autónoma de Barcelona. Docente del Departamento de Estudios Educativos, Universidad de Caldas. Docente de Doctorado en Didáctica Universidad Tecnológica de Pereira. Investigador Integrante del Programa Colombia Científica; Dra. Ángela María Giraldo Montoya: Internista, Neumóloga Universidad de La Sabana. Docente de Pre y Postgrado de la Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira (Colombia).

Correspondencia: Dr. Giovanni García Castro, Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira (Colombia).

E-mail: giovalinore@utp.edu.co

Recibido: 7/VI/2017 Aceptado: 25/VI/2018

implemented as a didactic strategy for the intervention of explanatory models. Then a focus group was formed with which a comprehensive and in-depth analysis of the change in the explanatory models was carried out.

Results: in the first phase of the analysis it was found that the majority of students were in the CS model; later, a progression to the higher models was observed, being the AT the most frequent. Finally, it is possible to identify that the students demonstrate having elements of several models.

Conclusions: a substantial change in the initial explanatory models was evidenced, thus allowing to link the PBL as a didactic strategy to promote conceptual change. (*Acta Med Colomb* 2018; 43: 129-165).

Keywords: *health sciences, problem-based learning, explanatory models, conceptual evolution.*

Introducción

La enseñanza de las ciencias de la salud se ha sustentado tradicionalmente en la transmisión de conocimientos, primero empíricos y luego científicos, de maestros a discípulos, es decir, desde expertos en un área disciplinar a legos, con el apoyo imprescindible del conocimiento experiencial, adquirido mediante el contacto e interrelación con el paciente y el experimental, logrado mediante la investigación científica del campo específico o sus referentes epidemiológicos (1). Las ciencias de la salud se han construido sobre la base de la ciencia positivista tratando de interpretar los fenómenos y explicar su origen, así como sus efectos y consecuencias por medio de teorías científicas (2); de la misma manera, la enseñanza tradicional de la medicina y áreas afines se ha enmarcado en esta visión técnico-científica, relegando a un segundo plano la formación holística del individuo y su relación con los contextos que rodean este proceso (3). Las nuevas tendencias educativas se enfocan en promover la apropiación de los conceptos específicos, buscando comprender la racionalidad de la ciencia, facilitando de este modo el pensamiento crítico (4) y el aprendizaje enfocado en la resolución de problemas como escenarios que permitan evidenciar cambios cognitivos y aplicabilidad de los conceptos enseñados (4-6).

Las nuevas propuestas didácticas privilegian la construcción del conocimiento y el cambio conceptual de los estudiantes, por encima del aprendizaje mecánico y memorístico, lo cual permite la comprensión de los fenómenos, la aplicación de los conocimientos en diferentes contextos y la progresión de su desarrollo formativo (7, 8). Teniendo en cuenta lo anterior, algunas instituciones de educación superior han propuesto interesantes innovaciones curriculares, tanto en los aspectos filosóficos y psicológicos que fundamentan el proceso educativo, como en la expresión práctica y metodológica del trabajo directo de docentes y estudiantes en el aula. Entre diversos modelos de enseñanza, ha resultado particularmente exitoso como estrategia didáctica el método desarrollado principalmente en la Universidad Canadiense de Mc Master, conocido como Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) (9). Este tipo de aprendizaje se ha constituido como una innovación significativa en la educación médica ya que promueve la argumentación en torno

a temas de interés y facilita la apropiación de conocimientos científicos relevantes para el estudiante (10, 11).

Los docentes son actores fundamentales en la creación de los conceptos científicos, adecuándolos y transformándolos para hacerlos enseñables, siendo válidos una vez son propuestos, discutidos y apropiados por los estudiantes (12, 13); en palabras de Chevallard (14) citado por Pinilla & Moreno (15) “el maestro hace la transposición didáctica para hacer el conocimiento comprensible con el fin de facilitar el aprendizaje y la apropiación de conceptos”.

En este contexto cobra relevancia el aprendizaje a través de modelos, entendidos como “conocimientos escolares construidos sobre la realidad que nos permiten comprenderla e interactuar con ella, tanto en las clases de ciencias como en la vida personal” (16).

La explicación científica de los fenómenos de la vida cotidiana ha sido necesaria para la construcción del conocimiento científico (17) y la consolidación de comunidades de estudio en diferentes campos disciplinares, lo cual ha propiciado el desarrollo de la modelización científica escolar (12). La explicación de un concepto, necesariamente requiere de su comprensión y de cierta manera de la apropiación de éste en la estructura cognitiva del individuo.

De acuerdo con la modelización científica, para hacer explícito un concepto se debe elaborar una representación mental del fenómeno, para así poder comprender y, luego, explicar algún aspecto determinado de la realidad y cómo éste se puede ver influido por otros procesos subyacentes (18). Este proceso de modelización, en sí mismo, se convierte en fuente de conocimiento y en objeto de estudio, ya que al estar incluido en la reflexión permanente del docente y en su planificación didáctica, se convierte en un aspecto fundamental que permite entender el tránsito gradual de los conceptos científicos desde las ideas previas de los estudiantes, pasando por su transformación, hasta la reconstrucción mental basada en lo aprendido (19). Por su parte, los estudiantes al construir sus modelos explicativos, seleccionan los elementos que considera relevantes y desechan otros, creando relaciones que les permiten incorporar los nuevos conceptos a su lenguaje cotidiano, es decir, hacerlo explícito y manifiesto; o en palabras de Galagovsky & Adúriz-Bravo, “crear herramientas de representación teórica del mundo para explicarlo, predecirlo

y transformarlo, desde de la ciencia erudita hasta la ciencia escolar” creando un lenguaje propio y validado en el contexto (20); siendo así un modelo explicativo de tipo científico es una representación de la realidad en algún medio simbólico que permite pensar, hablar y actuar entorno de un concepto abstracto, al cual se llega por medio de la interacción entre el saber, el estudiante y el profesor (21).

¿Por qué explorar los modelos sobre el concepto de IAM?

En Colombia la enfermedad coronaria asociada a la aterosclerosis fue la primera causa de mortalidad en mayores de 55 años en la última década, superando a las neoplasias y las lesiones traumáticas (22). En las estadísticas del Ministerio de Salud de Colombia de la década del 2000 se reporta a las enfermedades circulatorias, incluida la cardiopatía isquémica, como la principal causa de muerte de hombre y mujeres, así como la primera causa de pérdida prematura de vidas y de discapacidad (23).

Está demostrado que la intervención adecuada, con respecto a la modificación de los factores de riesgo y específicamente en el tratamiento del evento agudo de la enfermedad coronaria, permite modificar la progresión de la enfermedad y minimizar el daño que se produce en el corazón, con la consecuente disminución en la mortalidad y la mejoría en la calidad de los afectados. La atención de las personas con enfermedad cardiovascular comienza con la intervención de los factores de riesgo, lo cual es bastante efectivo a la hora de modificar el curso de la enfermedad. La asistencia médica, al paciente y su familia de forma temprana, el diagnóstico precoz y el inicio del tratamiento adecuado permitirán cambiar el impacto en la morbimortalidad causada por el síndrome coronario agudo (22).

La importancia de este tipo de enfoques pedagógicos radica en que están encaminados a que el estudiante consiga apropiarse de las teorías científicas relacionadas con el proceso fisiopatológico, de manera que logre relacionar los conceptos científicos de tipo biológico, metabólico y funcional, con las manifestaciones clínicas y los demás estudios que apoyan el quehacer de los profesionales de la salud (24). Para ello los docentes deben implementar metodologías centradas en el estudiante, entendiendo sus motivaciones e intereses, teniendo en cuenta el contexto en el cual se desarrolla su proceso de aprendizaje y su radio de acción. De esta manera el estudiante logra integrar los conocimientos de diferentes áreas de interés para aplicarlos de manera responsable y ética en la resolución de problemas reales (25). El presente estudio buscó caracterizar de los modelos explicativos sobre IAM de los estudiantes de ciencias de la salud e identificar los cambios que ocurren en éstos al implementar el aprendizaje basado en problemas (ABP).

Material y métodos

Se realizó un estudio de tipo descriptivo con análisis comprensivo en estudiantes de tecnología en atención pre-

hospitalaria de tercer semestre de pregrado de la Facultad Ciencias de la Salud de la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Se eligió este semestre en vista de que es un punto del proceso formativo en donde se hace correlación básico-clínica y ocurre una transición entre los contenidos biomédicos y los de razonamiento clínico.

La investigación se orientó hacia la identificación de los modelos explicativos sobre el IAM presentes en los estudiantes; posteriormente, se buscó reconocer los cambios que ocurren en éstos al implementar el ABP. El análisis de la información se realizó bajo los criterios del “análisis de contenido”, en el cual interesa identificar palabras o frases nucleares que permitan la codificación y posterior ubicación en los modelos descritos a continuación (27- 29). El estudio se desarrolló en dos momentos.

En el primero, y con el grupo completo (18 estudiantes), se buscó caracterizar los modelos explicativos de los estudiantes acerca del concepto infarto del miocardio, mediante un cuestionario sustentado en problemas y clasificándolos según las siguientes categorías:

- **Sentido común (SC):** considera una enfermedad que se asocia a algunos factores de riesgo y que pone en peligro la vida y la integridad de quien la padece, la explicación no se refiere a procesos biológicos, circulatorios o metabólicos.
- **Anatómico/tisular (AT):** considera una enfermedad causada por la obstrucción del flujo de sangre en una región del miocardio con el consecuente daño del mismo. Contempla que el daño causado por el evento es una lesión del tejido cardiaco, entendiendo la organización celular y la dinámica tisular, así como los conceptos relacionados con el sistema circulatorio desde el punto de vista anatómico y estructural.
- **Celular/funcional (CF):** considera una situación clínica en la cual existe un compromiso de la función del corazón como órgano fundamental en la homeostasis general. La explicación se refiere no sólo al daño del tejido por déficit del flujo, sino que incluye conceptos que relacionan la función de la célula y su dinámica particular, como el papel de la membrana celular y el intercambio iónico a través de ésta. Todo ello relacionado con la explicación del fenómeno, las manifestaciones clínicas y los métodos diagnósticos más relevantes (Bases del ECG y marcadores de daño cardiaco).
- **Biológico/metabólico (BM):** considera una condición que resulta de la interacción de múltiples factores biológicos, bioquímicos y metabólicos que conllevan a lesión miocárdica. La explicación incluye una relación entre el evento coronario agudo y procesos inflamatorios endoteliales, inmunitarios y degenerativos que conducen a un estado patológico crónico, pero susceptible de ser intervenido.

Las categorías descritas son el resultado de la caracterización del grupo de estudio en una fase previa a su implementación avaladas por expertos disciplinares y metodológicos (26).

- El segundo momento tuvo varias acciones estructurales.
- **La primera**, la implementación del ABP como estrategia didáctica de intervención de los modelos explicativos.
 - **La segunda**, la conformación de un grupo focal de cinco estudiantes con el cual se llevaron a cabo sesiones de discusión de los casos en torno al concepto IAM; dichas sesiones fueron grabadas en audio y transcritas para la realización de análisis de contenido.
 - **La tercera**, la elección de dos estudiantes con los que se llevó a cabo un análisis comprensivo y en profundidad del cambio en sus modelos explicativos sobre el concepto en cuestión. Esta elección se realizó bajo criterios como la participación en las discusiones y su relevancia para la promoción de la discusión entre los participantes.

El estudio contó con aval del Comité de Bioética de la Universidad Tecnológica de Pereira y fue categorizado con riesgo mínimo según la clasificación establecida en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud, cumpliendo con lo establecido en la Declaración de Helsinki. Todos los participantes en la investigación firmaron un consentimiento informado.

Resultados

Análisis del grupo completo (momento 1)

En la Tabla 1 se muestran los cambios en los modelos explicativos de los estudiantes. En ella se puede notar que tras el análisis del primer momento los modelos explicativos identificados en ellos se ubican en su mayoría en el sentido común y el anatómico/tisular.

En la Tabla 2 se muestran algunas evidencias de estos modelos durante la resolución de los casos propuestos en la primera fase del estudio.

Para ello se expone el análisis de contenido que se llevó a cabo, donde en la primera columna se muestra la respuesta del estudiante, la segunda los códigos de análisis por categorías y la tercera el modelo predominante en cada participante.

En este caso se puede apreciar que si bien existen ideas que se refieren a la fatalidad del cuadro clínico, ello se relaciona con la causalidad expresada por el estudiante E12, donde tiene en cuenta el fenómeno obstructivo de los vasos sanguíneos y su relación con la lesión del músculo, además, finaliza nombrando la función cardiaca como un factor que se podría ver afectado por la condición propuesta en el caso.

Tras la aplicación de la estrategia del ABP, los modelos transitaron hacia otros más complejos como el celular funcional. En la Tabla 3 se evidencia el cambio, no sólo en el concepto sino también en la manera cómo se construye dicho concepto y se sustenta.

En este texto se puede evidenciar la presencia de conceptos que hacen parte de una explicación mucho más elaborada, donde aparecen elementos del modelo celular/funcional, y denotan la comprensión de fenómenos celulares como las propiedades eléctricas de la membrana, el intercambio iónico a través de ésta, así como el metabolismo celular dependiente de oxígeno. Por otro lado se encuentra explícito el compo-

Tabla 1. Resultado de los modelos explicativos en el análisis textual de los estudiantes participantes.

Modelo explicativo	Porcentaje de estudiantes	
	Fase inicial (%)	Fase final (%)
Sentido común	68.75	0
Anatómico/tisular	31.25	56.25
Celular/funcional	0	43.75
Biológico/metabólico	0	0

Tabla 2. Fragmento y análisis de producción textual del estudiante 12.

Datos de E12	Código	Categoría
La complicación radica en que puede ser potencialmente mortal, porque el IAM es causado por obstrucción de los vasos sanguíneos y esto ocasiona que el músculo donde se presentó el infarto muera y el corazón no funcione eficientemente.	Mt	Anatómico/tisular (AT)
	Ob	
	Vs	
	Ms	
Códigos: Mt (mortal), Ob (obstrucción), Vs (vasos sanguíneos)		

Tabla 3. Fragmento y análisis de producción textual del estudiante .

Datos de E1	Código	Categoría
El infarto agudo de miocardio (IAM) forma parte de lo que conocemos como síndrome coronario agudo (SCA). La aterosclerosis puede evolucionar de forma lenta y crónica, dando lugar a la obstrucción progresiva de una arteria coronaria por evolución acelerada cuando una placa ateroma se rompe o se ulcera y genera un trombo intraluminal que puede ser más o menos estable dependiendo de ello, tendremos una angina inestable (trombo lábil o un infarto de miocardio) (trombo estable), hipoxia, hipertensión. El tiempo produce necrosis. Una buena consecuencia de la necrosis es la inestabilidad eléctrica que provoca, dando lugar a arritmias como fibrilación ventricular. El IAM es un cuadro clínico producido por la muerte de una porción del músculo cardíaco que se produce cuando se destruye completamente una arteria coronaria. Cuando se produce la obstrucción se suprime el aporte sanguíneo. Si el músculo cardíaco carece de oxígeno durante demasiado tiempo, el tejido de esa zona muere y no se regenera.	At	Celular/funcional (CF)
	Ob	
	Vs	
	At	
	Tr	
	Nc	
	El	
	Nc	
	Ms	
	Vs	
Hx		
Códigos: At (ateroma), Ob (obstrucción), Vs (vasos sanguíneos), Tr (Trombo), Nc (necrosis), El (eléctrico), Ms (Músculo), Hx (hipoxia).		

nente funcional cardíaco y su rol en la homeostasis general. Se observa además, la aparición de elementos conceptuales del modelo AT que son relevantes y necesarios para la explicación dentro de un modelo más complejo.

Es de notar además que el estudiante E1 aporta conceptos propios del modelo biológico metabólico (BM) sin ser contundente con éstos como para su ubicación en esta categoría, como cuando expresa: “dando lugar a la obstrucción progresiva de una arteria coronaria por evolución acelerada cuando una placa ateroma se rompe o se ulcera y genera un trombo intraluminal que puede ser más o menos estable”. Nótese como este estudiante utiliza conceptos como “ateroma” o “trombo” que hacen parte de una explicación desde lo metabólico y lo bioquímico, lo cual denota, además de una mejor comprensión del tema y una mayor profundidad de los conceptos científicos relacionados.

Análisis de uno de los estudiantes elegidos – estudiante 7 (momento 2)

Como se mencionó en el apartado metodológico fueron dos los estudiantes elegidos bajo criterios de orden conceptual que permitieran obtener información significativa para soportar los análisis y, posterior, ubicación en los modelos explicativos. A continuación se expone el seguimiento y análisis de la información obtenida para uno de los dos estudiantes (E7).

La actividad realizada con los estudiantes del grupo focal se basó en la metodología del ABP, planteando para las sesiones grupales una serie de preguntas con las que se promueve el debate y la participación de los estudiantes, por ejemplo:

Con respecto a su diagnóstico ¿Por qué creería que es potencialmente mortal? Y ¿Qué explicación daría al paciente y a su familia sobre esta enfermedad?

En un fragmento de la respuesta de E7 se observa lo siguiente: “Le diría a la familia que el infarto es una enfermedad en la que se obstruye (Ob) una arteria coronaria, impidiendo así que haya un adecuado flujo sanguíneo (Fs) y por lo tanto de oxígeno al miocardio (Mc), y que se es más propenso a sufrirlo cuando se presentan factores de riesgo (Fr) como sedentarismo, estrés, sobrepeso, mala alimentación, hipertensión, diabetes, consumo de tabaco y licor, ser hombre y ser mayor de 50 años. Esa falta de oxigenación en últimas, causa necrosis (Nc) del músculo”.

Utilizando las categorías construidas para los modelos explicativos de IAM, se logra identificar que E7 tiene un modelo explicativo inicial con un gran contenido de elementos del A/T, donde encontramos referencia al fenómeno circulatorio, siendo la obstrucción de los vasos sanguíneos, la idea central del texto.

En este caso se describen elementos que, aunque estén codificados dentro de la categoría SC, se hacen necesarios en la construcción conceptual que E7 hace en su explicación, como cuando escribe “impidiendo así que haya un adecuado flujo sanguíneo” u “oxígeno al miocardio”.

En la Figura 1 se presenta el modelo explicativo de E7 en el primer momento de análisis, evidenciando algunos elementos aislados del modelo SC y del C/F que no son determinantes para generar una relación con éstos.

Para el momento final se observa que E7 expresa algunos elementos del modelo BM, haciendo manifiesta una transición entre los diferentes modelos explicativos, conservando algunos conceptos del AT y ubicándose preferencialmente en el CF; pero, en este caso mostrando elementos de un discreto cambio hacia el modelo BM; llama la atención que esto ocurre durante las sesiones del grupo de discusión y no en su producción textual individual, lo cual da a entender que la interacción con los demás participantes motiva algunos cambios en la manera de entender el fenómeno en estudio, así como la manera de argumentar en torno a un concepto específico (30).

En esta fase E7 expresa “Un infarto se refiere a muerte de tejido (Tj) por hipoxia (Hx), entonces acoplándolo todo, se refiere a la muerte de tejido cardíaco por hipoxia. El O2 que mantiene vivo a nuestro corazón, y viaja en su mayor porcentaje unido a la hemoglobina en la sangre y hay diferentes eventos que hacen que ésta no llegue al corazón, por ejemplo: eventos isquémicos(Is) cardíacos, malos hábitos alimenticios y eventos que hacen que nuestro corazón se fatigue fácilmente como la inactividad física. Puede ser mortal porque corta de manera súbita la función (Fn) principal del corazón que es bombear sangre a nuestro cuerpo(B), acabando así con la indispensable irrigación (Fs) constante que requieren todos nuestros tejidos. En un evento isquémico coronario se impide que la sangre llegue correctamente al corazón y por ende el oxígeno, lo que causa contracciones arrítmicas de los ventrículos a lo que denominamos fibrilación ventricular y posteriormente la muerte súbita del tejido cardíaco. Es un proceso inflamatorio(In) que empieza con inflamación del endotelio después, debido a esa inflamación, se producen ateromas (At) que luego forman trombos(Tr)

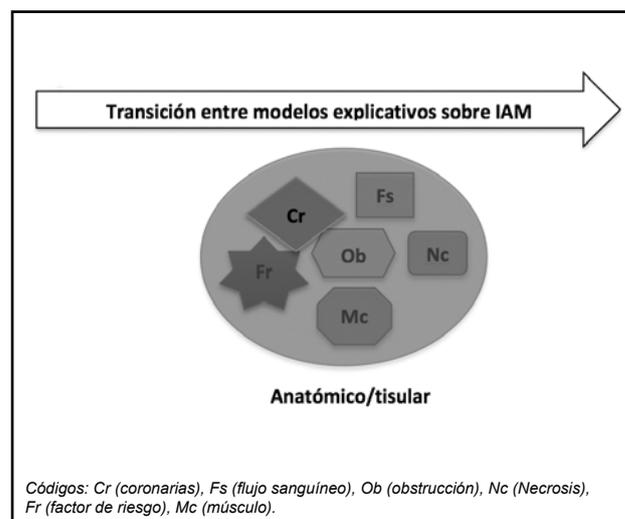


Figura 1. Modelo explicativo sobre IAM de E7, fase inicial.

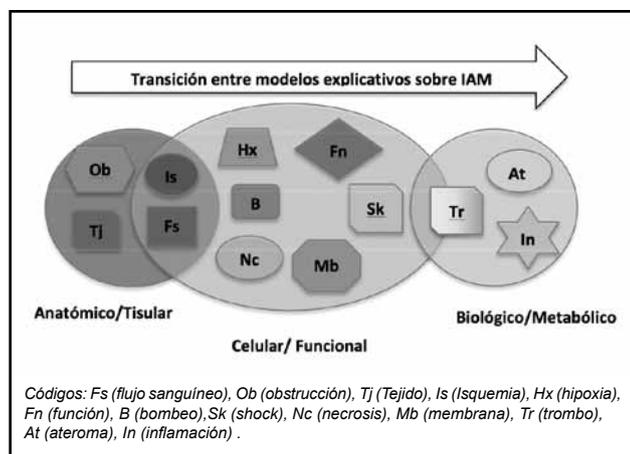


Figura 2. Modelo explicativo sobre IAM fase final.

que lo que hacen es obstruir(Ob) la arteria y posteriormente causar lo que es el infarto”.

La Figura 2 muestra el cambio en el modelo explicativo en E7 en el ejercicio final.

Conclusiones

Luego del análisis de los resultados, se evidencia un notable cambio en los modelos explicativos de los estudiantes participantes, donde todos dejan ver cambios hacia modelos más complejos. Si bien ninguno logró llegar al modelo BM, algunos evidenciaron una transición hasta éste.

Se observa además que los cambios entre un modelo y otro son graduales y dinámicos, y que es necesario transitar cada uno, de manera lineal, para lograr un nivel superior en la explicación.

La Figura 3 muestra la transición de los modelos explicativos en ambos estudiantes.

En vista de los resultados, se puede relacionar la estrategia de ABP con un cambio sustancial en los modelos explicativos de los estudiantes en torno al tema IAM, con lo cual se podría afirmar, que este tipo de ejercicios de aula promueven un cambio de tipo conceptual en los estudiantes.

Con los resultados encontrados en el presente estudio cabría la posibilidad de indagar y profundizar ¿Por qué la evolución conceptual y de los modelos explicativos es gradual pero lineal en los estudiantes? De modo que se logre una mejor comprensión del fenómeno educativo en este campo y la promoción de estrategias didácticas enfocadas en propiciar la argumentación en busca de un cambio conceptual.

Referencias

- Díaz DP. Una visión sucinta de la enseñanza de la medicina a través de la historia. *IATREIA*. 2011; **2**: 207-214.
- Torres MI. La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónica Educare*. 2010; **14**(1): 131-142.
- Harden R, Sowden S, Dunn W. Educational Strategies in Curriculum Development. *Medical Education*, 1984; **1**: 284-97.
- Sardá J, Sanmartí N. Enseñar a argumentar científicamente, un reto en clase de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 2000; **18**(3): 405- 422.

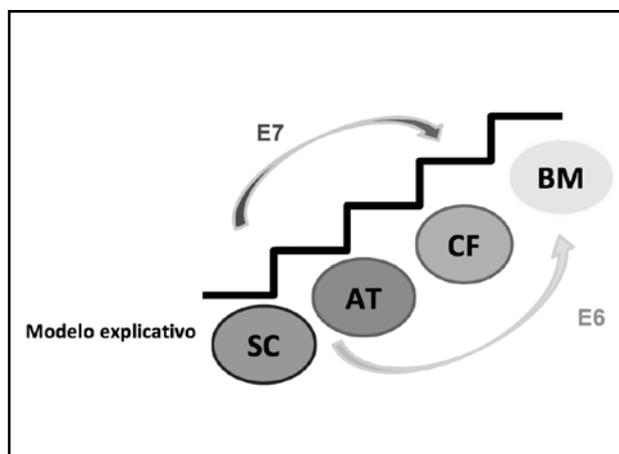


Figura 3. Evolución conceptual de E6 y E7.

- Salinas J. Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista Universidad y sociedad del conocimiento*, 2004; **1**(1):1-16.
- Pozo JI. Más allá del cambio conceptual: El aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las ciencias* 1999; **17**(3): 513-520.
- Ruiz FJ, Tamayo OE, Marquez C. Cambio en las concepciones de los docentes sobre la argumentación y su desarrollo en clase de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 2014; **32** (3): 53-70.
- Jiménez A, Díaz de Bustamante J. Discurso de aula y argumentación en clase de ciencias: Cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias*, 2003; **21**(3): 359-370.
- Rodríguez J, Higuera F, Anda E. Aprendizaje basado en problemas en la enseñanza de la medicina y ciencias de la salud. México: editorial médica panamericana. 2004.
- Barrows H. *Problem-Based Learning Applied to Medical Education*. Southern, Illinois: Southern Illinois University. 2000.
- Lermada C. Aprendizaje basado en problemas: Una experiencia pedagógica en medicina. *Revista de estudios y experiencias en Educación* . 2007; **1**(11): 127-143.
- Izquierdo M, Adúriz-Bravo A. Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 2003; **12**(1): 27-43.
- Izquierdo M. Enseñar ciencias, una nueva ciencia. *Enseñanza de las ciencias sociales*. 2003; **6**:125-138.
- Chevallard Y. *La transposición didáctica: Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos aires: Aique.1998.
- Pinilla AE, Moreno T. El papel del conocimiento escolar universitario. *Acta Médica Colombiana*, 2015; **40**(3): 241-245.
- Aragón MD, Oliva JM, Navarrete A. Evolución de los modelos explicativos de los alumnos en torno al cambio químico a través de una propuesta didáctica con analogías. *Enseñanza de las Ciencias*, 2012; **31**(2): 9-30.
- Giere R. *Understanding Scientific Reasoning*. Chicago: Holt Rinehart, Winston. 1992.
- Camacho JP, Jara N, Morales C, Rubio N, Muñoz T, Rodríguez G. Los modelos explicativos del estudiantado acerca de la célula eucarionte animal. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2012; **9**(2):196-212.
- Ruiz FJ, Tamayo OE, Marquez C. La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educacao e pesquisa*, 2015; **41**(3): 629-245.
- Galagovsky L, Adúriz-Bravo A. Modelos y analogías de enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las ciencias*, 2001; **19**(2):231-242.
- Adúriz-Bravo A, Izquierdo M. A model of scientific model for science teaching. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 2009; **1**(3): 1-10.
- Instituto Nacional de salud. . Obtenido de Indicadores basicos. situación de salud en Colombia: www.minsalud.gov.co/salud/paginas/indicadoresbasicos.aspx. 2013
- Universidad de Antioquia, Alianza CINETS, Asociación Colombiana de Medicina Interna y la Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Guía de práctica clínica para pacientes con diagnóstico de síndrome coronario agudo: atención inicial y revascularización. *Revista Colombiana de Cardiología*. 2013; **20**(2): 45-85.

- 24. Pinilla AE.** Modelos pedagógicos y formación de profesionales en el área de la salud. *Acta Medica Colombiana* 2011; **36**: 204-218.
- 25. García MR.** Las competencias de los alumnos universitarios. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. 2006;**20(3)**: 253-269.
- 26. García G, Ruiz FJ.** Modelos explicativos sobre el concepto infarto al miocardio. Madrid: *Santillana*. 2016; **1**: 329-337.
- 27. Bardin L.** *Análisis de contenido*. Ediciones Akal. Madrid. 1996.
- 28. Lopez F.** El análisis de contenido como método de investigación. *Revista de educación*, 2002; **4**:167-179.
- 29. Goetz J, LeCompte M.** Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa. Ediciones Morata. Madrid. 1988.
- 30. Ruiz FJ.** Caracterización y evolución de los modelos de enseñanza de la argumentación en clase de ciencias en la educación primaria. Bellaterra, Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. 2012.