



Investigación en Educación Médica

ISSN: 2007-865X

revistainvestedu@gmail.com

Universidad Nacional Autónoma de

México

México

Rillo, Arturo G.; Martínez-Carrillo, Beatriz Elina; de Hoyos Martínez, Luis Guillermo; Arceo Guzman, Mario E.; Elizalde Valdés, Víctor Manuel; Jaimes García, Javier  
Construcción de mallas por competencias para el curso de fisiología  
Investigación en Educación Médica, vol. 4, núm. 14, abril-junio, 2015, pp. 88-98  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=349738162007>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Investigación en  
Educación Médica

<http://riem facmed unam mx>



## ARTÍCULO ORIGINAL

# Construcción de mallas por competencias para el curso de fisiología

Arturo G. Rillo,<sup>1</sup> Beatriz Elina Martínez-Carrillo,<sup>2</sup>

Luis Guillermo de Hoyos Martínez,<sup>3</sup> Mario E. Arceo Guzman,<sup>1</sup>

Victor Manuel Elizalde Valdés,<sup>4</sup> Javier Jaimes García<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Cuerpo Académico de Humanidades Médicas, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, México

<sup>2</sup> Laboratorio de Investigación en Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, México

<sup>3</sup> Academia de Pediatría, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, México

<sup>4</sup> Academia de Ginecología y Obstetricia, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, México

<sup>5</sup> Laboratorio de Farmacología, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, México

Recepción 19 de agosto de 2014; aceptación 22 de octubre de 2014

### PALABRAS CLAVE

Educación basada en competencias; Educación médica de pregrado; Currículum; Enseñanza; Fisiología

### Resumen

**Introducción:** La formación médica basada en competencias requiere construir mallas por competencias para desarrollar los cursos de asignaturas preclínicas, como es el caso de la fisiología.

**Objetivo:** El estudio se realizó con el propósito de elaborar la malla por competencias para el curso de fisiología donde se indiquen las tareas así como los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que deberá apropiar el estudiante de medicina.

**Método:** Se realizó un estudio cualitativo desde el enfoque interpretativo utilizando la metodología de los proyectos de investigación de Lakatos en tres etapas: análisis de contexto, integración empírica, coherencia heurística.

**Resultados:** La malla por competencias permite anticipar los resultados del aprendizaje. Para elaborarla se identificó el sistema de categorías (saberes básicos de la fisiología, profesionalismo, transferencia de saberes a la práctica clínica, pensamiento analítico, habilidades comunicativas, gestión del conocimiento y aprendizaje permanente, desarrollo personal y profesional). Se identificaron 8 núcleos firmes (campos temáticos) que sintetizan saberes teóricos y prácticos de naturaleza científica y clínica sobre la función del cuerpo humano, dando sentido a las competencias específicas (cinturón protector) que desarrolla el estudiante durante el curso de fisiología. Los métodos que apropiá el estudiante son (coherencia heurística): método científico, método estadístico, método epidemiológico, método clínico y método deliberativo

**Correspondencia:** Arturo García Rillo. Paseo Tollocan esq. Jesús Carranza s/n, Col. Moderna de la Cruz, CP 50180, Toluca, Estado de México, México. Teléfono: +52 1 722 2173552, ext. 123. Correo electrónico: dr\_rillo@hotmail.com

de la bioética. La malla por competencias construida para el curso de fisiología engarza las competencias del perfil profesional en las siguientes áreas: homeostasis y líquidos corporales, aparato cardiovascular, digestivo, respiratorio, renal, sistema endocrino, aparato reproductor y sistema nervioso.

**Conclusión:** La construcción de mallas por competencias es metodológicamente compleja. La formación médica en fisiología posee “núcleos firmes” y “cinturones protectores” que vinculan saberes declarativos, habilidades (conceptuales, metodológicas y procedimentales), actitudes y valores. Las competencias de fisiología son de naturaleza inicial y se requiere incluir actividades de aprendizaje sustentadas en el laboratorio de habilidades clínicas y campos clínicos.

Derechos Reservados © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0

#### KEYWORDS

Competency-Based Education; Undergraduate Medical Education; Curriculum; Teaching; Physiology

#### Construction of competency meshes in a physiology course

##### Abstract

**Introduction:** Competency-based medical training requires building mesh competency courses to develop preclinical subjects, such as physiology.

**Objective:** The study was conducted with the purpose of developing the mesh competency for the physiology course that includes tasks and knowledge, skills, attitudes and values that the medical student should achieve.

**Method:** A qualitative study from the interpretive approach using the Lakatos research projects methodology in three stages: context analysis, empirical integration, heuristic consistency.

**Results:** The mesh allows anticipating competency learning outcomes. In preparing the system the following categories were identified; basic knowledge of physiology, professionalism, knowledge transfer into clinical practice, analytical thinking, communication skills, knowledge management and lifelong learning, personal and professional development. Eight firm cores (thematic areas) that synthesize theoretical and practical knowledge of a scientific nature and clinical function of the human body were identified, giving direction towards specific skills (protective belt) developed by the student during the physiology course. Methods that the student learns are (heuristic coherence): scientific method, statistical method, epidemiological method, clinical method, and deliberative method of bioethics. The mesh built competency for physiology course includes professional profile competencies in the following areas: homeostasis and body fluids, cardiovascular, digestive, respiratory, renal, endocrine system, reproductive system, and nervous system.

**Conclusion:** The construction of mesh competencies is methodologically complex. Medical training in physiology has “strong core” and “protective belt” linking descriptive knowledge, skills (conceptual, methodological and procedural), attitudes and values. The competencies of physiology are of an initial nature and need to include learning activities based on clinical laboratory skills and clinical fields.

All Rights Reserved © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina. This is an open access item distributed under the Creative Commons CC License BY-NC-ND 4.0

## Introducción

La educación médica en el siglo XXI está desarrollando modelos curriculares integrados de naturaleza cognoscitiva que ubican al estudiante en el centro del proceso de aprender lo que ha propiciado engarzar tareas con saberes declarativos, procedimentales, actitudinales y valores, dando sentido a la educación médica basada en competencias (EMBC).<sup>1-3</sup>

El enfoque que sustenta la EMBC propone modelos educativos que incorporan tradiciones educativas, culturales y sociales propias con el propósito de favorecer el proceso formativo del estudiante mediante estrategias de enseñanza y aprendizaje que garanticen la adquisición de las competencias profesionales.<sup>2,4,5</sup>

En este contexto, la Asociación Mexicana de Facultades y Escuelas de Medicina (AMFEM) inició el debate de la EMBC en el año 2003 dando como resultado en 2008 la publicación del “Perfil por competencias del médico general mexicano” enunciando siete competencias genéricas: atención médica general, bases científicas de la medicina, capacidad metodológica e instrumental en ciencias y humanidades, ética y profesionalismo, calidad de la atención médica y trabajo en equipo, atención comunitaria, capacidad de participación en el sistema de salud.<sup>6</sup>

El reto que enfrentan ahora las escuelas y facultades de medicina en México es encontrar los caminos teóricos y prácticos que permitan desagregar las competencias indicadas por la AMFEM en tareas, conocimientos, habi-

lidades, actitudes y valores, además de propiciar una evaluación que determine el nivel de apropiación y desarrollo de las competencias en los estudiantes en cada uno de los cursos que integran el plan de estudios de la licenciatura de médico cirujano.

El perfil del médico general de la AMFEM reitera la importancia de las ciencias biomédicas como fundamento científico de la práctica médica pero también se sitúa en el debate y los esfuerzos para determinar las competencias que debe poseer el médico general en relación con las ciencias biomédicas, incluyendo la fisiología.<sup>7,9</sup>

En este horizonte, la enseñanza de la fisiología en la formación del médico general enfrenta la necesidad de estar centrada en el alumno y transferir saberes propios de la disciplina a la práctica clínica, lo que propicia buscar espacios curriculares y de aprendizaje que posibiliten vincular teoría y práctica e integrar las ciencias biomédicas con la práctica clínica.<sup>10-12</sup>

Con este propósito, se han utilizado diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje en los cursos de fisiología durante la formación médica.<sup>10,12-14</sup> En este sentido, la *American Physiological Society* y la *Association of Chairs of Departments of Physiology* lograron en el año 2000 el consenso para establecer un conjunto de 685 objetivos de aprendizaje de fisiología para estudiantes de medicina, publicándose la última actualización en 2012.<sup>15,16</sup> Sin embargo, aún resta por establecer explícitamente las competencias específicas y los elementos de competencia que deben desarrollar los estudiantes al concluir el curso de fisiología.

En México, la tendencia de las escuelas y facultades de medicina es apropiar la EMBC, por lo que se requiere establecer un proceso que vincule el perfil por competencias del médico general mexicano, la tradición pedagógica de las instituciones de educación superior y las experiencias internacionales relacionadas con la enseñanza y aprendizaje de la fisiología, por lo que surgen las siguientes interrogantes: ¿cómo vincular las competencias expresadas en el perfil profesional del médico con los contenidos del programa del curso de fisiología?; ¿cómo posibilitar la transición de una educación tradicional hacia la EMBC para la enseñanza y el aprendizaje de la fisiología? Es decir, ¿cómo planear una clase del curso de fisiología en el ámbito de la EMBC?, ¿qué elementos debería incluir el programa del curso de fisiología?

En estas interrogantes subyace la necesidad de planificar el proceso de enseñanza y el de aprendizaje de la fisiología, lo que implica elaborar el programa desde una revisión crítica y analítica de la fisiología como disciplina biomédica vinculada a la atención médica; por lo que, para explorar estas respuestas, se recuperó el diseño de un curso a partir de mallas curriculares, la cual es ampliamente utilizada en el ámbito pedagógico para el diseño de planes de estudio; y es conceptualizada, por un lado, como un diagrama que muestra la secuencia de asignaturas contenidas en el plan de estudios de una carrera, además de mostrar relaciones, prioridad, secuencia y articulación de los cursos. Por otro lado, esquematiza la red de relaciones verticales y horizontales a partir de núcleos temáticos y problemáticos.<sup>17,18</sup>

Desde este sentido, la malla por competencias es una herramienta que puede ser utilizada para el diseño del

programa de fisiología al ofrecer la posibilidad de representar esquemáticamente la red conceptual y práctica de las relaciones entre diferentes saberes de las unidades de competencia.<sup>19</sup> Las relaciones entre saberes permite explorar diferentes respuestas a las siguientes interrogantes: ¿cuáles son los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que deben aprender los estudiantes durante el curso de fisiología?, ¿cómo facilitar el aprendizaje de estos saberes y cuándo deben ser aprendidos?, ¿cómo establecer un equilibrio entre el saber teórico, práctico y actitudinal durante el curso de fisiología?

El desarrollo de mallas por competencias permite revisar el estatismo de los saberes incluidos en el programa de la asignatura para ubicarlos en el dinamismo de la evolución y desarrollo de los avances científicos de la fisiología, además de ofrecer líneas de análisis para la construcción de códigos que traduzcan los avances científicos y tecnológicos de la fisiología en saberes de aplicación clínica.

En el marco de este proceso, se realizó el presente estudio con el objetivo de elaborar una malla por competencias para el curso de fisiología donde se indiquen las tareas así como los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que deberá apropiar el estudiante de medicina.

## Método

Al inicio del estudio, habiendo planteado el problema de investigación, el equipo de trabajo exploró diferentes estrategias de investigación para el desarrollo del estudio. De las reuniones se llegó al consenso de realizar un estudio de tipo cualitativo atendiendo al objeto de investigación como a los criterios de verdad y certidumbre de este tipo de investigación.<sup>20-22</sup> A continuación se procedió a realizar la construcción del método integrando un horizonte metodológico para ampliar la visibilidad temática de las categorías de análisis, de manera que la panorámica que se adquiere va más allá de los datos o relaciones inmediatas estableciendo relaciones que se integran en un todo más amplio, profundo y general.<sup>23</sup>

### Construcción del horizonte metodológico

El horizonte metodológico se delimitó por los siguientes baremos: punto de partida representado por la investigación de tipo cualitativa, la dirección de la mirada que se concreta en el paradigma interpretativo, y el horizonte de la mirada que se opera en el enfoque lakatosiano de la Metodología de los Programas de Investigación Científica (PIC) concretándose en el diseño del estudio.

La elaboración del horizonte metodológico permitió situar el estudio realizado en el paradigma interpretativo de la investigación cualitativa.<sup>24</sup> Las características del enfoque interpretativo permiten asumir que los documentos incluidos para la realización del estudio son productos humanos que responden a realidades educativas múltiples y complejas, que regulan el desarrollo de los programas de los cursos de fisiología en la formación del médico general, de manera que se requiere un proceso inductivo desde el cual se puedan interpretar las competencias genéricas del médico general para desarrollar aquellas competencias que correspondan al curso de fisiología.

Atendiendo a esta consideración, el quehacer del enfoque interpretativo consistió en realizar el análisis inductivo de los documentos incluidos en el estudio para develar e identificar las categorías que subyacen en dichos documentos.<sup>24</sup> Definido el enfoque del estudio, se procedió a elaborar el diseño del estudio.

### Diseño del estudio

El diseño del estudio se elaboró mediante la aplicación práctica de la Metodología de los PIC de Imre Lakatos.<sup>25,26</sup> El PIC es conceptualizado como la unidad fundamental que describe los avances científicos que se integran secuencial e históricamente a las teorías científicas en un esquema de continuidad espacio-temporal, de manera que el PIC se configura como la unidad de análisis epistemológico para comprender el desarrollo interno y externo de las ciencias.<sup>25</sup> La metodología lakatosina de los PIC posibilita identificar problemas de investigación que se van articulando progresivamente además de aquellos problemas que se han estancado en su desarrollo. Ambas tendencias en el desarrollo de problemas de investigación, se articulan para reconstruir la disciplina científica en la que están insertos los problemas de investigación considerados para el análisis. La articulación de los problemas de investigación en un eje de continuidad histórica, permite realizar un abordaje del objeto de estudio desde su complejidad a través de la dialéctica histórica de su construcción.

Para aplicar la metodología de los PIC al estudio, se ubicó a la fisiología como un PIC en el que los problemas de investigación presentan dos tendencias: se estancan en su desarrollo y avanzan progresivamente. El desarrollo histórico de la fisiología, expresado a través de los avances en el conocimiento científico y en su aplicación clínica, que posteriormente será traducido en el programa de un curso para la formación del médico general, requiere una reconstrucción dinámica, dialéctica y permanente. En este sentido, las competencias académicas integradas en fisiología son interpretadas asumiendo que en su estructura expresan la articulación de problemas de investigación fisiológica; por lo que la lógica del proceso de investigación desarrollado en el estudio, se sustenta en la postura de que la participación de la fisiología en la formación del estudiante de medicina se orienta hacia la apropiación de modelos conceptuales prácticos que posibilitan controlar procesos biopsicosociales y emocionales generadores de salud y enfermedad e interpretar resultados demostrables para conservar o restablecer el estado de salud en el que destaca el modelo de la historia natural y social del proceso salud-enfermedad.

La unidad estructural del PIC posee tres componentes: núcleo firme, cinturón protector y heurística. El núcleo firme es la estructura que caracteriza al PIC y se integra con hipótesis generales, teorías o enunciados universales que proporcionan estabilidad y sustentan la totalidad del PIC; debido a que los saberes científicos han sido convencionalmente aceptados por la comunidad científica y se consideran irrefutables. El cinturón protector se encuentra en la periferia del núcleo firme protegiéndolo pero además posibilita el dinamismo del PIC adecuándolo gradualmente por lo que se integra con hipótesis auxiliares explícitas, enunciados observacionales y supuestos que subyacen en el desarrollo de la disciplina.<sup>25</sup>

La heurística hace referencia a las reglas metodológicas que han posibilitado el desarrollo de los procesos de investigación organizando conceptual, metodológica y empíricamente el PIC.<sup>25,26</sup> Aquellos métodos que deben evitarse configuran la heurística negativa e implica la imposibilidad de modificar el núcleo firme. Las sugerencias que posibilitan realizar cambios al núcleo firme constituyen la heurística positiva, de manera que define métodos, problemas para dar sentido al cinturón protector a partir de la construcción de hipótesis auxiliares.<sup>25</sup>

### Desarrollo del estudio

La construcción del horizonte metodológico posibilitó concretar de manera práctica el desarrollo del estudio en tres etapas: analítica contextual, integración empírica y coherencia heurística; correspondiendo cada una al núcleo firme, cinturón protector y heurística, respectivamente. A continuación se expone qué se hizo, cómo se realizó y el con qué se recuperaron los datos utilizados para el estudio en cada etapa.

Se estableció la analogía entre la etapa analítica contextual y el núcleo firme de los PIC; por lo que se integró con los saberes fisiológicos convencionalmente aceptados por la comunidad científica y se consideran irrefutables al estar contenidos en hipótesis, teorías o enunciados universales que proporcionan estabilidad a la fisiología.

Para identificar estos saberes, en esta etapa se elaboró un horizonte de comprensión, es decir, un marco teórico-conceptual, para dar sentido y delimitar el campo temático y problemático diacrónica y sincrónicamente a partir del documento elaborado por la AMFEM y que expresa las competencias genéricas del médico general.<sup>6</sup> Además, se develaron las categorías que dieron sentido a la tradición educativa en la que opera el curso de fisiología desde la cual se identificaron los elementos del núcleo firme para enunciar las competencias genéricas a partir de los saberes que configuran los contenidos mínimos en el aprendizaje de la fisiología, de manera que se determinan las competencias específicas indicando la tarea y su desagregación en conocimientos, habilidades, actitudes y valores. Durante esta etapa se elaboraron ficheros, esquemas, matrices de recuperación empleando el método inductivo de análisis de contenido y matrices de correlación.

Se estableció la analogía entre la etapa de integración empírica y el cinturón protector de los PIC; por lo que se integró con los saberes fisiológicos más recientes que subyacen en hipótesis auxiliares y enunciados derivados de estudios empíricos traduciéndose en competencias específicas. Las competencias específicas funcionan como el cinturón protector del PIC al trasladar el dinamismo de la investigación en fisiología y su aplicación a la clínica cumpliendo una doble función: proteger la coherencia y consistencia de la competencia genérica del médico general y proporcionar la flexibilidad de contenidos para que el estudiante se apropie de competencias que están en constante transformación. En este sentido, posibilita incorporar al proceso educativo los avances científicos en fisiología a la práctica clínica del estudiante de medicina; de manera que se realiza la apertura de las tareas enunciadas por las competencias específicas. Estas competencias fueron enunciadas siguiendo el esquema de competencias profesionales integradas,<sup>27,28</sup> motivo por el

cual se construyeron mallas en las que se expresan los elementos de competencia (conocimientos, habilidades, actitudes y valores).

La etapa de coherencia heurística se estableció en analogía con la heurística positiva de los PIC; por lo que se identificaron los métodos de los que hará uso el estudiante de medicina y se analizó la coherencia entre las mallas por competencias de fisiología y el perfil por competencias del médico general elaborado por la AMFEM.

Los documentos analizados fueron: *Perfil por competencias del médico general mexicano*, *Medical physiology learning objectives* y *List of professional skills for physiologists and trainees*.<sup>6,16,29</sup>

### Análisis de resultados

El proceso que se utilizó para el análisis inductivo del contenido de los documentos incluidos en el estudio fue el siguiente: reducción de datos identificando contenidos temáticos (identificación de códigos); identificación y clasificación de los contenidos temáticos en unidades temáticas (integración de supercódigos); agrupamiento de las unidades temáticas en campos temáticos (integración de familias de códigos); transformación y disposición de los datos en categorías analíticas; obtención y verificación de conclusiones mediante la integración de matrices de correlación.<sup>30</sup>

La categorización se realizó mediante el procedimiento de codificación abierta, proceso mediante el cual se buscaron conceptos que posibilitaran agrupar los elementos en los que fueron fraccionados los documentos analizados. En este sentido, el criterio utilizado para construir las categorías analíticas fue de naturaleza temática atendiendo a la congruencia y vinculación disciplinaria del contenido temático, es decir, los contenidos temáticos se agruparon en unidades temáticas, estos en campos temáticos, y finalmente en categorías analíticas para lo cual se utilizaron esquemas y matrices de correlación.<sup>31</sup>

### Criterios de verdad

La calidad del proceso de investigación realizado se garantizó al atender los siguientes criterios de verdad del paradigma interpretativo: credibilidad, mediante la confrontación persistente de los elementos fraccionados obtenidos en cada documento lo cual fue realizado permanentemente en cada etapa del estudio; transferencia, al establecer la coherencia y su correlación teórica entre diferentes documentos que provienen de contextos culturales, ideológicos y educativos diferentes; dependencia, mediante el establecimiento de pistas metodológicas para la reconstrucción del estudio por otros grupos de investigación interesados en el campo de investigación; confirmabilidad, mediante la utilización de descriptores de bajo nivel de inferencia además del ejercicio de reflexión que implica la exposición de los supuestos epistemológicos en los que se fundamenta el estudio.<sup>20,30,31</sup>

### Resultados

El horizonte de comprensión elaborado durante la etapa analítica contextual delimitó el concepto de malla por competencias como un instrumento utilizado en el proceso

educativo para anticipar estructuralmente los resultados del aprendizaje. La malla por competencias se construye a partir del perfil profesional, de manera que guía la enseñanza al definir lo que puede ser enseñado y regula el aprendizaje al especificar el nivel de desarrollo de las competencias específicas que debe adquirir el estudiante.<sup>17</sup>

El paso inicial para elaborar la malla de competencias para el curso de fisiología fue la identificación del sistema categorial obtenido a partir de la fragmentación de los documentos analizados. A través de un proceso ascendente en el que se aplicó el criterio de coherencia y vinculación temática, se identificaron códigos (contenidos temáticos), supercódigos (unidades temáticas) y familias de códigos (campos temáticos) que se agruparon en las siguientes categorías analíticas: saberes básicos de la fisiología, profesionalismo, transferencia de saberes a la práctica clínica, pensamiento analítico, habilidades comunicativas, gestión del conocimiento y aprendizaje permanente, desarrollo personal y profesional. Mediante el uso de representaciones esquemáticas se identificaron las relaciones conceptuales entre los contenidos temáticos para, posteriormente, integrar matrices de correlación en donde se mostrara el agrupamiento y su relación entre el sistema categorial y las competencias genéricas y específicas.

Posteriormente, se identificaron las competencias genéricas y unidades de competencia estrechamente vinculadas con el curso de fisiología enunciadas en el perfil elaborado por la AMFEM (**Tabla 1**), para realizar la correlación entre el sistema categorial elaborado durante la etapa analítica contextual del estudio y las unidades de competencia indicadas por la AMFEM (**Tabla 2**).

La existencia de correlación o la ausencia de esta entre categorías y unidades de competencia se presenta en la **Tabla 2** y muestra que el curso de fisiología deberá proporcionar al estudiante, el sustrato indispensable para el estudio y articulación de la función del cuerpo humano con la estructura micro y macroscópica, para lo cual se sustenta en las bases moleculares de la herencia, la respuesta inmune, la acción hormonal y vías metabólicas, que permiten conservar la homeostasis y evitar la enfermedad. También fue posible identificar que durante el curso de fisiología es posible proporcionar las bases para entender la respuesta orgánica a los factores del entorno biológico, ambiental, psicológico y social examinando la forma en que dichos factores pueden alterar la normalidad de las estructuras funcionales del ser humano durante su ciclo vital.

La correlación entre categorías y unidades de competencia facilitó agrupar los contenidos temáticos en 8 campos temáticos identificados como núcleos firmes de los saberes de la fisiología (**Tabla 3**), atendiendo el criterio de coherencia y vinculación temática, así como a la clasificación del campo científico de la fisiología, además de la tradición científica que agrupa saberes derivados de la investigación científica por aparatos y sistemas. La identificación de estos campos temáticos es esencial para enunciar las competencias específicas que debe apropiar el estudiante de medicina durante el curso de fisiología; quien deberá tomar decisiones médicas a partir de la síntesis de saberes teóricos y prácticos de naturaleza científica y clínica sobre la función del cuerpo humano en

**Tabla 1.** Competencias genéricas y Unidades de competencia del Perfil por Competencias del Médico General Mexicano vinculadas al curso de fisiología.

Competencia Genérica	Unidad de Competencia
Dominio de las bases científicas de la medicina	Dimensión biológica
	Pensamiento complejo y sistemático
Capacidad metodológica e instrumental en ciencias y humanidades	Método bioestadístico
	Método de las humanidades
	Manejo de la tecnología de la información y comunicación
	Gestión del conocimiento
	Desarrollo humano

Fuente: Abreu Hernández et al.<sup>6</sup>**Tabla 2.** Matriz de correlación de las unidades de competencia del perfil de competencias del médico general mexicano con el sistema de categorías analíticas utilizadas en el estudio.

Categorías de Análisis	Dominio de las bases científicas de la medicina		Capacidad metodológica e instrumental en ciencias y humanidades					
	Dimensión biológica	Pensamiento complejo y sistemático	Método bioestadístico	Método Científico	Método de las humanidades	Manejo de la tecnología de la información y comunicación	Gestión del conocimiento	Desarrollo humano
Saberes básicos de la fisiología	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No
Profesionalismo	No	No	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Transferencia de saberes a la práctica clínica	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No
Pensamiento analítico	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Habilidades comunicativas	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Gestión del conocimiento y aprendizaje permanente	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Desarrollo personal y profesional	No	No	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí

condiciones de normalidad y enfermedad, para incidir en la red multicausal de la evolución histórica de la enfermedad a partir de sistemas dinámicos, no lineales e inciertos que se expresan en la complejidad del contexto del paciente.<sup>6,32</sup>

El cinturón protector de los núcleos firmes, garantiza la dinámica que subyace en el desarrollo científico de la fisiología y su incorporación oportunamente a los saberes que debe aprender el estudiante de medicina, por lo que se correlaciona en este estudio con las competencias específicas. Así, se enunció una competencia por cada núcleo firme indicado previamente. En la Tabla 3 se presentan las competencias profesionales integradas para desarrollar durante el curso de fisiología.

En cada competencia específica, se identificaron los elementos de competencia que incluyeron conocimientos, habilidades, actitudes y valores, así como los criterios de desempeño. En cada una de las competencias específicas enunciadas, las actitudes y valores considerados para integrarse como un elemento de competencia para el curso de fisiología fueron: actitud analítica, disposición para la resolución de problemas, prudencia en la toma de decisiones, disposición para utilizar el razonamiento crítico y el aprendizaje autónomo, y tolerancia a la diversidad de opiniones. En la Tabla 4 se presenta, a manera de ejemplo, la disagregación de la competencia “analizar los mecanismos de las variables reguladas homeostáticamente y los elementos que participan en la regulación

**Tabla 3.** Núcleos firmes de los saberes de la fisiología agrupados en unidades temáticas vinculados a competencias profesionales integradas.

Núcleo firme	Competencia
Homeostasis, excitabilidad celular y contracción muscular	Analizar los mecanismos de las variables reguladas homeostáticamente y los elementos que participan en la regulación de mecanismos de excitabilidad celular para explicar la contracción muscular
Función cardíaca y vascular en la homeostasis del medio interno	Analizar los mecanismos fisiológicos de regulación de la función cardíaca y vascular para comprender la participación del aparato cardiovascular en la homeostasis
Intercambio y transporte de gases en la regulación y la ventilación pulmonar	Comprender los mecanismos fisiológicos involucrados en el intercambio y transporte de gases, para explicar la regulación y la ventilación pulmonar
Motilidad, absorción, secreción y regulación nerviosa gastrointestinal	Analizar la motilidad y secreción gastrointestinal y el control nervioso involucrado para comprender la fisiología del aparato gastrointestinal
Aparato renal en la regulación de líquidos y electrolitos	Analizar los mecanismos fisiológicos del aparato renal para comprender la regulación de líquidos y electrolitos
Sistema endocrino y reproducción sexual humana en la regulación del medio interno	Analizar los mecanismos fisiológicos en los que participa el sistema endocrino y de la reproducción para comprender su influencia en la regulación del medio interno
Estructura funcional del sistema nervioso y mecanismos básicos de sensaciones somáticas generales y particulares que intervienen en el procesamiento de la información	Analizar la estructura funcional del sistema nervioso para comprender los mecanismos básicos de las sensaciones somáticas generales y particulares que intervienen en el procesamiento de la información
Regulación y control de la función motora e integradora de funciones superiores del cerebro y de la conducta humana	Analizar la participación del sistema nervioso en la regulación y control de la función motora e integradora de las funciones superiores del cerebro para comprender los mecanismos neurofisiológicos de la conducta humana

de mecanismos de excitabilidad celular para explicar la contracción muscular”.

Las condiciones para el cumplimiento de las competencias del curso de fisiología se presentan en la **Tabla 5**, y fueron relacionadas con cada uno de los elementos de competencia de las 8 competencias de fisiología que debe poseer el médico general. A partir del análisis de la malla por competencias, se concretó el desempeño para cada competencia, el producto esperado para evaluar la competencia y los criterios de desempeño, mediante los cuales se establecen los parámetros para determinar si el estudiante apropió la competencia. En la **Tabla 6**, a modo de ejemplo, se presentan el desempeño, producto y criterios de desempeño para la competencia vinculada al campo temático de homeostasis, excitabilidad celular y contracción muscular.

Durante la etapa de coherencia heurística, se identificaron los siguientes métodos de uso en el curso de fisiología: método científico, método estadístico, método epidemiológico, método clínico y método deliberativo de la bioética.

## Discusión

El propósito de la educación médica se orienta hacia la formación de médicos generales que restituyan, conserven y fomenten la salud proporcionando una atención médica de calidad y garantizando la seguridad del paciente. Esta formación se sustenta en saberes científicos proporcionados por las disciplinas preclínicas donde la fisiología posee un lugar relevante en el currículum médico; lo que ha propiciado que se busquen alternativas a la enseñanza tradicional de la asignatura y al aprendizaje activo del estudiante, de manera que se han incorporado estrategias didácticas como el aprendizaje basado en pro-

blemas, prácticas basadas en la evidencia, utilización de modelos experimentales de simulación de fenómenos biomédicos básicos, e introducción temprana a la medicina clínica a través de modelos de simulación clínica<sup>33</sup>; lo que ha conducido al empleo del enfoque de la EMBC.

Actualmente la EMBC es objeto de análisis teórico, sin embargo, el problema concreto de su introducción como modelo educativo es de carácter práctico.<sup>2,3,28,32</sup> Es decir, independientemente del resultado del debate teórico, siempre estará presente la manera en la que las competencias profesionales son llevadas a los escenarios de aprendizaje para la formación del médico general así como la forma de evaluar dichas competencias; de manera que se invierte la lógica de análisis.<sup>10,12-14,33</sup> En lugar de establecer una relación teoría-práctica educativa, es preciso partir de la triada práctica-teoría-práctica reflexiva.

Esto implica situar la enseñanza de la fisiología en un contexto y una tradición histórica, donde ya se han consensuado a nivel internacional los contenidos temáticos que debe aprender el estudiante de medicina. Independientemente de las tendencias pedagógicas en educación médica, el estudiante debe aprender los contenidos de fisiología de cada uno de los aparatos y sistemas del cuerpo humano. Sin embargo, esta situación práctica está limitada por las teorías pedagógicas hegemónicas en la educación médica, como es el caso de la EMBC. Al establecer la relación entre contenidos de fisiología y EMBC se desencadena una práctica educativa reflexiva en el que las mallas por competencias son un instrumento que facilita el desarrollo del proceso educativo.

En el contexto del diseño curricular de la educación superior, las mallas curriculares son ampliamente conocidas para propiciar la integración de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que requiere la realización de una tarea específica, alineándose transversal y

**Tabla 4.** Elementos de competencia para el campo temático de homeostasis, excitabilidad celular y contracción muscular.

Competencia	Analizar los mecanismos básicos de las variables reguladas homeostáticamente, así como los elementos fundamentales que participan en la regulación de los mecanismos de excitabilidad celular para explicar los mecanismos de contracción muscular
Elementos de Competencia	Comprender el concepto de medio interno y el significado de la constancia del mismo (homeostasis)
	Explicar las características de los sistemas de regulación y control del medio interno
	Describir las características de los compartimientos líquidos del organismo
	Identificar los componentes de los líquidos corporales
	Describir el comportamiento de la sangre en su función hemodinámica (sangre como líquido)
	Describir la estructura de los canales iónicos de la membrana y sus mecanismos de funcionamiento
	Explicar el papel de los iones y la ATPasa en el potencial de membrana en reposo
	Describir las características de permeabilidad de la membrana y los cambios eléctricos y de excitabilidad que sufre durante el potencial de acción
	Describir los procesos de transmisión neuromuscular y el mecanismo de acoplamiento excitación-contracción en el músculo estriado y liso
	Describirá los aspectos mecánicos de la contracción del músculo liso y estriado
Habilidades	Explicar, mediante casos clínicos, las variables reguladas homeostáticamente en diferentes sistemas de regulación
	Analizar las semejanzas y diferencias entre músculo liso y estriado
	Representar en ejes de coordenadas los fenómenos eléctricos y mecánicos de la contracción muscular
	Identificar en situaciones clínicas simuladas, las propiedades mecánicas del músculo estriado
	Identificar en situaciones clínicas simuladas, las consecuencias de alteraciones neurohumorales sobre la actividad del músculo estriado y liso
Actitudes y valores	Actitud analítica
	Disposición para la resolución de problemas
	Prudencia en la toma de decisiones
	Disposición para utilizar un razonamiento crítico
	Disposición para el aprendizaje autónomo
	Tolerancia a la diversidad de opiniones

longitudinalmente para la formación del estudiante.<sup>34</sup> En el ámbito de la educación médica son utilizadas exclusivamente para organizar y representar esquemáticamente las asignaturas, módulos o unidades de competencia en la estructura curricular; lo que ha propiciado que a nivel de la literatura científica no existan reportes en el que se utilicen las mallas para dar sentido a la práctica docente y llevar la EMBC desde el discurso curricular hasta el desarrollo del proceso educativo en el escenario de aprendizaje del alumno.<sup>35</sup>

Las mallas por competencias describen niveles de formación, créditos, prácticas disciplinarias, procesos de investigación y extensión de la disciplina, así como las características necesarias para certificar las competencias adquiridas.<sup>36</sup> Además, apuntan a garantizar la formación de las competencias descritas en el perfil profesional y facilita desarrollar el proceso educativo a través de módulos relacionados entre sí, conformando una red que se relacionará con los niveles educativos de posgrado.

En este sentido, la investigación educativa se orienta a la construcción de tablas de especificaciones en las que

se expone la descripción de las competencias y sus resultados de aprendizaje indicando además las estrategias de enseñanza y aprendizaje, la metodología educativa empleada, las características de la evaluación y los recursos requeridos.<sup>37</sup> Por otra parte, destacan los estudios en los que se introducen métodos innovadores de enseñanza centrados en el alumno atendiendo a su percepción.<sup>38</sup> Frente a este escenario, la malla por competencias en fisiología ofrece alternativas para instrumentar cursos basados en competencias posibilitando dar respuesta a las siguientes interrogantes: ¿qué deben aprender los estudiantes?, ¿cómo adquieren los conocimientos, habilidades, actitudes y valores?, y ¿cómo evaluar el logro de las competencias y asegurar el dominio de ellas?<sup>35</sup>

Responder estas interrogantes en el contexto de la EMBC en el ámbito de la asignatura de fisiología se facilitó mediante el empleo del enfoque interpretativo y de la metodología de los PIC, pues la información se analizó con rigor siguiendo un proceso inductivo para develar las relaciones internas en la interacción de las categorías que condujeron a la identificación de tareas y elementos de competencia en fisiología.

**Tabla 5.** Ejemplo parcial de la malla para identificar la condición para el cumplimiento de los elementos de competencia.

	Conocimiento	Habilidad	Actitud/Valor
<b>Condiciones para el cumplimiento de la competencia</b>	<b>Comprender el concepto de medio interno y el significado de la constancia del mismo (homeostasis)</b>	Explicar, mediante casos clínicos, las variables reguladas homeostáticamente en diferentes sistemas de regulación	Disposición para utilizar el razonamiento crítico
Aplicar modelos multicausales para comprender la dinámica de la historia natural y social del proceso salud-enfermedad	Sí	Sí	Sí
Abrir horizontes de comprensión a la complejidad del proceso salud-enfermedad situándolo en el contexto biopsicosocial y espiritual del paciente tanto en su situación de vida particular como colectiva	Sí	Sí	Sí
Desarrollar el juicio crítico al analizar las condiciones bio-psico-sociales y espirituales del paciente para tomar decisiones reflexiva y críticamente	No	No	Sí
Valorar el proceso salud-enfermedad como resultado de la articulación de procesos biológicos, psicológicos, sociales y espirituales que se condicionan mutuamente mediante modelos multicausales complejos que promueven la regulación de la homeostasis del paciente	Sí	Sí	No
Desarrollar la capacidad para organizar, analizar, sistematizar y evaluar el conocimiento que se genera en el ámbito de la fisiología para su aplicación al estado de salud	Sí	Sí	Sí
A partir de los niveles de organización biológica, comprender las variantes fisiológicas de procesos normales en las etapas de la vida	Sí	Sí	No
Obtener y analizar datos de importancia biológica de manera sistemática para tomar decisiones médicas	Sí	Sí	Sí
Identificar problemas profesionales y de investigación que derivan de la práctica de la medicina general ofreciendo alternativas de solución empleando estrategias metodológicas que han probado su utilidad en la generación y aplicación del conocimiento médico			
Identificar problemas éticos y tomar decisiones sustentadas en los principios y valores que guían a la profesión médica	No	No	Sí
Instrumentar actividades de formación que atiendan necesidades de conocimientos personales o grupales	No	No	No
Utilizar las tecnologías de la información y comunicación para solucionar los problemas en la práctica profesional	Sí	Sí	Sí
Desarrollar aptitudes y actitudes para generar condiciones de bienestar que promuevan su formación	No	No	Sí

Diferentes estudios se han centrado en explorar la utilidad de estrategias educativas para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes durante el curso de fisiología, haciendo referencia a temas o módulos específicos del curso o insertándose en estructuras curriculares tradicionales.<sup>39,40</sup> Ante estas situaciones, la malla por competencias para el curso de fisiología ofrece al docente la posibilidad de incorporar sistemáticamente experiencias pedagógicas optimizando con ello los resultados del aprendizaje del estudiante.

La construcción de mallas por competencias para el desarrollo del curso de fisiología posibilita, por otra parte, mantener el desarrollo de competencias del estudiante en congruencia con las tendencias nacionales e

internacionales, como es el caso del perfil por competencias del médico general mexicano y los contenidos señalados por las asociaciones internacionales del área de fisiología.

En este sentido, el núcleo firme está integrado por las unidades de competencia integradas por una tarea y los elementos de la competencia, el cinturón protector por los avances científicos en el área de fisiología de los últimos 5 años con aplicación en el campo de la medicina clínica y que se representan en los elementos de competencia, posibilitando mantener actualizado el curso; y la heurística positiva es representada sustantivamente por el método científico en su articulación con el clínico, epidemiológico, estadístico y deliberativo; como se ha

**Tabla 6.** Elementos para valorar el desempeño de la competencia: Analizar los mecanismos básicos de las variables reguladas homeostáticamente, así como los elementos fundamentales que participan en la regulación de los mecanismos de excitabilidad celular para explicar los mecanismos de contracción muscular.

Desempeño	Comprender los procesos de regulación de los compartimientos líquidos del organismo en diferentes situaciones de normalidad y anormalidad
Producto	Reporte de caso clínico
Criterios de desempeño	El reporte de caso clínico deberá incluir: Presentación (5%); Discusión (35%); Uso de cuadros de recuperación y figuras (20%); Mapas conceptuales de cada uno de los capítulos del Guyton (20%); Soporte bibliográfico (10%), Ortografía y redacción (5%), Presentación del documento (5%)

procurado establecer en el caso específico de la enseñanza de la ética durante los cursos de fisiología.<sup>41</sup>

Debido al enfoque metodológico utilizado para el desarrollo del estudio que se sustentó en un análisis detallado de las competencias mediante, la limitación más importante del estudio es el proceso de evaluación de la apropiación de la competencia que desarrolla el estudiante. La metodología utilizada es inapropiada para profundizar en este aspecto de la investigación, pues representa la etapa donde se integran los elementos de las competencias que fueron desagregadas para la construcción de las mallas evitando la atomización del conocimiento.<sup>42</sup>

Como actualmente destaca el empleo de sistemas de simulación médica durante la formación del médico general así como la introducción de exámenes objetivos estructurados ya sean clínicos o prácticos, se requiere otra estrategia de investigación para analizar los mecanismos de evaluación de competencias, además de considerar que el desarrollo de las actividades prácticas requiere de la inclusión de estancias en laboratorios de habilidades clínicas así como la introducción temprana a la clínica.<sup>43,44</sup>

Por otra parte, el estudio explora un enfoque metodológico que puede utilizarse para mejorar las prácticas pedagógicas de los docentes que imparten los cursos de fisiología, que al construir una malla por competencias les facilitará realizar la programación del curso atendiendo al contexto histórico, social y cultural de la institución en la que imparten el curso.

## Conclusiones

La educación médica se orienta a la formación de médicos con disposición a la actualización permanente, sobre todo en los avances del conocimiento de la fisiología como modelo explicativo del proceso salud-enfermedad que permita actuaciones efectivas para conservar o restituir la salud, así como limitar el daño, contribuyendo a obtener una formación sólida en ciencias biomédicas que dan sentido a la aplicación clínica en un contexto de profesionalismo y ética donde se respeta la dignidad humana.

La formación médica se debe realizar en el campo profesional, de manera que la enseñanza por competencias en el curso de fisiología se enganche con la formación clínica, proporcionando saberes declarativos, procedimentales y actitudinales que fortalezcan el ejercicio profesional del médico egresado. Además, se hace manifiesta la necesidad de integrar equipos curriculares en el que participen médicos con práctica profesional clínica y académicos para estar permanentemente evaluando la formación de los estudiantes.

Por otra parte, se constató que la construcción de mallas de competencias es un proceso metodológicamente complejo que, además de requerir del empleo de diversos métodos, necesita que los profesores se sitúen en una perspectiva epistémica para rebasar el sentido utilitarista que se atribuye a las competencias profesionales en su aplicación en la educación superior.

Los resultados obtenidos en el estudio muestran que la formación médica en fisiología posee "núcleos firmes" que vinculan saberes declarativos, habilidades conceptuales, metodológicas y procedimentales, actitudes y valores, asociados a las siguientes áreas: homeostasis y líquidos corporales, aparato cardiovascular, digestivo, respiratorio, renal, sistema endocrino, aparato reproductor y sistema nervioso. En este sentido, se requiere incluir en planes y programas actividades de aprendizaje que se realicen en laboratorios de habilidades clínicas y campos clínicos, lo que propiciará, además del acercamiento a los dilemas éticos de la práctica profesional durante la atención médica, la formación y capacitación en el uso de instrumentos médicos para diagnóstico y tratamiento, así como promover la interpretación de resultados de laboratorio y gabinete.

La investigación educativa que permite la instrumentación y desarrollo del currículo médico orientado a competencias es un proceso permanente, en el que cotidianamente se valoran los resultados obtenidos por los estudiantes. Así, la evaluación curricular se transforma en un proceso investigativo que realimenta permanentemente la apropiación de competencias por parte del alumno.

## Contribuciones de los autores

AGR y BEMC realizaron el diseño del estudio y las actividades de la etapa analítica contextual.

LGHM y JJG realizaron las actividades de la etapa de integración empírica.

MEAG y VMEV realizaron las actividades de la etapa de coherencia heurística.

Todos los autores participaron en la redacción y revisión del manuscrito.

## Financiamiento

Ninguno.

## Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Presentaciones previas

Presentado en el IV Congreso Internacional de Educación Médica, organizado por la Asociación Mexicana de Facultades y Escuelas de Medicina en Puerto Vallarta, Jalisco, México, del 10 al 14 de junio de 2014, obteniendo BEMC el 3<sup>er</sup> lugar en la presentación oral de trabajos libres.

## Referencias

1. Harden RM, Sowden S, Dun WR. Some educational strategies in curriculum development: the SPICES model. *Med Educ.* 1984;18:284-9.
2. Frank JR, Snell LS, Cate OT, Holmboe ES, Carraccio C, Swing SR, et al. Competency-based medical education: theory to practice. *Med Teach.* 2010;32(8):638-45.
3. Englander R, Cameron T, Ballard AJ, Dodge J, Bull J, Aschenbrenner CA. Toward a common taxonomy of competency domains for the health professions and competencies for physicians. *Acad Med.* 2013;88:1088-94.
4. Díaz-Barriga A. Competencias en educación. Corrientes de pensamiento e implicaciones para el currículo y el trabajo en el aula. *Territorios.* 2011;2(5):3-24.
5. Díaz-Barriga A. Construcción de programas de estudio en la perspectiva del enfoque de desarrollo de competencias. *Perfiles Educativos.* 2014;26:142-62.
6. Abreu Hernández LF, Cid García AN, Herrera Correa G, Lara Vélez JVM, Laviada Delgadillo R, Rodríguez Arroyo C, et al. Perfil por competencias del médico general mexicano. México: Asociación Mexicana de Facultades y Escuelas de Medicina; 2008.
7. Woods NN, Neville AJ, Levinson AJ, Howey EH, Oczkowski WJ, Norman GR. The value of basic science in clinical diagnosis. *Acad Med.* 2006;81:S124-7.
8. Finnerty EP, Chauvin S, Bonaminio G, Andrews M, Carroll RG, Pangaro LN. Flexner revisited: the role and value of the basic sciences in medical education. *Acad Med.* 2010;85:349-55.
9. Kuper A, D'Eon M. Rethinking the basis of medical knowledge. *Med Educ.* 2011;45:36-43.
10. Anyaezie USB, Nwobodo E, Oze G, Nwaga UI, Orizu I, Okeke T, et al. Medical students' evaluation of physiology learning environments in two Nigerian medical schools. *Adv Physiol Educ.* 2011;35:146-8.
11. Norman G. Teaching basic science to optimise transfer. *Med Teach.* 2009;31(9):807-11.
12. Hasan Z, Sequeira R. Challenges of teaching physiology following the transition from traditional curriculum to an integrated system-based curriculum. *CMEJ.* 2012;31(1):e73-6.
13. Abraham RR, Vinod P, Kamath MG, Asha K, Ramnarayan K. Learning approaches of undergraduate medical students to physiology in a non-PBL- and partially PBL-oriented curriculum. *Adv Physiol Educ.* 2008;32:35-7.
14. Kaddam L, Elnimeiri MKM. Students' perceived value of physiology course activities in a Sudanese medical faculty. *Advan in Physiol Edu.* 2012;36:298-301.
15. Carroll RG. Design and evaluation of a national set of learning objectives: the medical physiology learning objectives project. *Advan in Physiol Edu.* 2001;25:2-7.
16. Carroll RG, Navar LG, Blaustein MP. Medical physiology learning objectives. Bethesda, MD: The American Physiological Society/Association of Chairs of Departments of Physiology; 2012.
17. Goulart IB. El significado social de la malla curricular. Relectura del tema. *Revista PRELAC.* 2006;3:134-43.
18. Panqueva Tarazona J. *Curriculo.* Bogotá: CINDE; 1992.
19. Martínez Alfonzo GF, Báez Villareal E, Garza Garza JA, Treviño Cubero A, Estrada Salazar F. Implementación de un modelo de diseño curricular basado en competencias, en carreras de ingeniería. *Innovación Educativa.* 2012;12:87-103.
20. Moral Santaella C. Criterios de validez en la investigación cualitativa actual. *RIE.* 2006;24(1):147-64.
21. Shenton AK. Strategies for ensuring trustworthiness in qualitative research projects. *Educ Inform.* 2004;22:63-75.
22. Loreña AL, Alcaráz-Moreno N, Rojas JG, Rebollo-Malpica D. Aplicabilidad de los criterios de rigor y éticos en la investigación cualitativa. *Aquichan.* 2012;12(3):263-74.
23. Gadamer HG. *Verdad y método.* Vol. 1. Salamanca: Sígueme; 2002.
24. González Monteagado J. El paradigma interpretativo en la investigación social y educativa. *Cuestiones Pedagógicas.* 2001;15:227-46.
25. Lakatos I. La metodología de los programas de investigación científica. Madrid: Alianza Editorial; 1989.
26. Lakatos I. Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales. 2<sup>a</sup> ed. Madrid: Tecnos; 1987.
27. Huerta Amezola J, Pérez García I, Castellanos Castellanos AR. Desarrollo curricular por competencias profesionales integrales. *Revista Educar.* 2000;13:87-96.
28. Albanese MA, Mejicano G, Mullan P, Kokotailo P, Gruppen L. Defining characteristics of educational competencies. *Med Educ.* 2008;42:248-55.
29. APS/ACDP. List of professional skills for physiologists and trainees. Bethesda, MD: The American Physiological Society/Association of Chairs of Departments of Physiology; 2003.
30. Elo S, Kyngäs H. The qualitative content analysis process. *J Adv Nurs.* 2008;62(1):107-15.
31. Rodríguez Sabiote C, Lorenzo Quiles O, Herrera Torres L. Teoría y práctica del análisis de datos cualitativos. Proceso general y criterios de calidad. *SOCIOTAM.* 2005;15(2):133-54.
32. Fernández N, Dory V, Ste-Marie SL, Chaput M, Charlin B, Boucher A. Varying conceptions of competence: an analysis of how health sciences educators define competence. *Med Educ.* 2012;46: 357-65.
33. Sefton AJ. Charting a global future education in physiology. *Adv Physiol Educ.* 2005;29:189-93.
34. Maldonado García MA. *Curriculum con enfoque de competencias.* Bogotá: Ecoe Ediciones; 2010.
35. LaFuente JV, Escanero JF, Manso JM, Mora S, Miranda T, Castillo M, et al. El diseño curricular por competencias en educación médica: impacto en la formación profesional. *Educ Med.* 2007;10(2):86-92.
36. Tobon S. Formación basada en competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica. Bogotá: ECOE Ediciones; 2005.
37. Gual A. El mapa de competencias a adquirir. *Edu Med.* 2010;13(supl. 1):S37-44.
38. Tufts MA, Higgins-Opitz SB. What makes the learning of physiology in a PBL medical curriculum challenging? Student perceptions. *Advan in Physiol Educ.* 2009;33:187-95.
39. Ghosh S, Pandya H. Implementation of integrated learning program in neurosciences during first year of traditional medical course: perception of student and faculty. *BMC Med Educ.* 2008;8:44-52.
40. Latif R. Impact of case-based lectures on students' performance in vascular physiology module. *Advan in Physiol Edu.* 2014;38(3):268-72.
41. Goswami N, Batzel JJ, Hinghofer-Szalkay H. Assessing formal teaching of ethics in physiology: an empirical survey, patterns, and recommendations. *Advan in Physiol Educ.* 2012;36(3):188-91.
42. McKinley DW, Norcini JJ. How to set standards on performance-based examinations: AMEE Guide No. 85. *Med Teach.* 2014;35(2):97-110.
43. Gormley G. Summative OSCEs in undergraduate medical education. *Ulster Med J.* 2011;80(3):127-32.
44. Wani P, Dalvi V. Objective structured practical examination vs traditional clinical examination in human physiology: student's perception. *Int J Med Sci Public Health.* 2013;2(3):543-7.