



## ORIGINAL

# Aprendizaje basado en retos: una experiencia de innovación para enfrentar problemas de salud pública<sup>☆</sup>



Silvia Lizett Olivares Olivares, Mildred Vanessa López Cabrera\*  
y Jorge Eugenio Valdez-García

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, Nuevo León, México

Recibido el 9 de julio de 2017; aceptado el 3 de octubre de 2017  
Disponible en Internet el 11 de enero de 2018

### PALABRAS CLAVE

Educación médica;  
Aprendizaje basado  
en retos;  
Pensamiento crítico;  
Pensamiento creativo

### KEYWORDS

Medical education;  
Challenge based  
learning;  
Critical thinking;  
Creative thinking

### Resumen

**Introducción:** El aprendizaje basado en retos es una experiencia donde los participantes desarrollan soluciones que requieren un abordaje interdisciplinario y creativo para el desarrollo de competencias transversales. Con este enfoque se realizó la *Semana i: Retos de innovación enfrentando problemas de salud*, programa de inmersión donde estudiantes de medicina acudieron al Parque de Investigación e Innovación Tecnológica para plantear soluciones a 10 problemas de salud pública (cáncer, diabetes y salud mental, entre otros) a partir de conocimiento no médico.

**Material y método:** El objetivo de este estudio fue evaluar las competencias de pensamiento crítico y creativo al finalizar el programa. Esta investigación incorporó un abordaje cuantitativo, mediante un estudio descriptivo y transeccional, en el que cada equipo fue evaluado por 3 personas, en las variables de explicación, inferencia e interpretación, para el pensamiento crítico, y propuesta, rediseño e invención, para el creativo.

**Resultados:** Se utilizó una escala Likert de 1 (regular) a 3 (excelente). Los mejores desempeños fueron explicación (2,65) y propuesta (2,53).

**Discusión:** Se requiere mejorar el desarrollo de la autorregulación en los estudiantes para superar la frustración de adentrarse en un campo disciplinar diferente.

© 2017 Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Challenge based learning: Innovation experience to solve healthcare problems

#### Abstract

**Introduction:** Challenge based learning is an experience where the participants develop solutions that require an interdisciplinary and creative approach for the development of general skills. This focus was developed in a health innovation week challenge, an immersive program

<sup>☆</sup> Este trabajo fue presentado en el V Congreso Internacional de Educación Médica, así como en el III Congreso Internacional de Innovación Educativa. Fue uno de los proyectos reconocidos como Shortlisted Project en Wharton-QS Stars Reimagine Education Awards 2016.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [mildredlopez@itesm.mx](mailto:mildredlopez@itesm.mx) (M.V. López Cabrera).

where medical students visited the Technology Research and Innovation Park to generate solutions to 10 public health problems (cancer, diabetes, and mental health, among others) based on non-medical knowledge.

*Material and method:* The aim of the study was to assess the skills of critical and creative thinking at the end of the program. The study included a quantitative analysis of a descriptive and cross-sectional study, in which each team was rated by 3 judges, in the variables of explanation, inference and interpretation, for critical thinking, and proposal, redesign, and invention for the creative.

*Results:* A Likert scale was used to assess each variable from 1 (regular) to 3 (excellent). The best performances were explanation (2.65) and proposal (2.53).

*Discussion:* It is concluded that the experience needs to improve in the development of self-regulation in students, in order to overcome the frustration of entering into a different disciplinary field.

© 2017 Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

Los estudiantes deben ser formados para desarrollar competencias que los preparen para enfrentar un ambiente incierto, complejo y de posibilidades ilimitadas<sup>1</sup>. Esto requiere, de las escuelas de medicina, educar a los estudiantes más allá de los conocimientos teóricos y formarlos, además, para desarrollar una serie de competencias genéricas que les permitan enfrentar su futura realidad profesional. Por esta razón se propone aplicar el aprendizaje basado en retos (ABR), el cual consiste en que los estudiantes desarrollan soluciones a problemas reales que requieren un abordaje interdisciplinario y creativo para el desarrollo de este tipo de competencias transversales en contextos fuera del aula.

Existen diversos modelos de competencias que consideran estas incertidumbres, como el de Epstein y Hundert<sup>2</sup>, el de Olivares<sup>1</sup>, y el de Villa y Poblete<sup>3</sup>. De acuerdo con el contexto de las habilidades que se requiere desarrollar, las competencias se catalogan en disciplinares y transversales o genéricas. Las disciplinares son aquellas específicas de los contenidos temáticos, las cuales tienen un bajo grado de relación con los retos del contexto<sup>4</sup>. Por otra parte, Villa y Poblete describen las competencias transversales como aquellas que ayudan a las personas a satisfacer sus necesidades personales, las cuales atraviesan todos los sectores del ser humano, siendo no solo relevantes en el ámbito educativo o profesional, sino también dentro de las relaciones interpersonales y el bienestar personal. Estas competencias incluyen, por ejemplo, el éxito para la vida y la relación con otras personas en un entorno físico y social.

El razonamiento que hace un médico al integrar la historia médica, la exploración física y los estudios de laboratorio para identificar patrones de enfermedad y definir un curso de tratamiento efectivo es un proceso complejo que forma parte de la competencia que se desarrolla en el estudiante<sup>5</sup>. De acuerdo con autores como Sullivan y Chumbley<sup>6</sup>, los médicos se benefician de incrementar su práctica en pensamiento crítico y creativo, solución de problemas y toma de decisiones. Por su parte, Epstein y Hundert<sup>2</sup> enfatizan el desarrollo en habilidades cognitivas, que incluyen conocimiento

central, habilidades de comunicación básica, manejo de la información, aplicación de conocimiento en situaciones del mundo real, solución de problemas abstractos y autodirección en el aprendizaje, entre otros.

## Pensamiento crítico

De acuerdo con Facione<sup>7</sup>, el pensamiento crítico es «la formación de un juicio autorregulado para un propósito específico, cuyo resultado en términos de interpretación, análisis, evaluación e inferencia pueden explicarse según la evidencia, conceptos, métodos, criterios y contexto que se tomaron en consideración para establecerlo» (p. 2). Olivares y López<sup>8</sup> describen el pensamiento crítico como la habilidad de pensamiento que prepara al estudiante para entender una situación específica, evaluarla y actuar aplicando estrategias autorreguladas, teniendo repercusiones importantes en sus procesos de toma de decisiones profesionales, como en el diagnóstico y el tratamiento de pacientes, y personales, como la educación médica continua. El pensamiento crítico involucra los componentes: explicación, inferencia, interpretación y análisis.

La explicación consiste en la presentación de argumentos y la justificación del proceso, requiere de decisión y coraje intelectual para enfrentar al grupo con argumentos sólidos. La inferencia tiene que ver con la búsqueda de evidencias y la determinación de conclusiones, en la cual el estudiante necesita flexibilidad y apertura para considerar todos los puntos de vista de forma honesta y justa, aunque sean divergentes con su postura. La interpretación integra la categorización, la determinación de significados y la clarificación de ideas. Esto habla de la autorregulación de su propio aprendizaje. Por otro lado, el análisis requiere además de la identificación de argumentos y el análisis de los mismos.

## Pensamiento creativo

Proctor<sup>9</sup> concibe el pensamiento creativo como la habilidad de crear nuevos y diferentes puntos de vista de un

mismo sujeto, involucrando el descomponer y reestructurar el conocimiento para comprenderlo a mayor profundidad. Esta competencia se define como la creación de soluciones diferentes e innovadoras, las cuales son sostenibles para la comunidad y el medio ambiente, y que provienen de un análisis que asegura su viabilidad.

El pensamiento creativo involucra los componentes de propuesta, rediseño e invención. La propuesta es la actitud proactiva que considera el entendimiento de una situación real para diseñar un cambio; requiere razonamiento abductivo para establecer una nueva perspectiva que contrasta o evoluciona de la realidad<sup>10</sup>. El rediseño considera la capacidad de la persona para transformar una iniciativa en un prototipo o una versión simulada. Considera el diseño y la mejora de la versión borrador o prototipo de la idea conceptual, que ayuda a verificar y corregir las posibles fallas en la propuesta original. De manera más abstracta, las ideas pueden ser ejemplificadas al detalle en un plan de negocios o un presupuesto, a fin de tener un resultado exitoso en el mundo real. La invención se alcanza cuando una idea es transportada a la realidad. Esto significa inventar un producto, servicio o proceso.

### Aprendizaje basado en retos

El ABR es una oportunidad de aprendizaje en la que los estudiantes colaboran, bajo la guía del profesor, para aprender sobre problemas relevantes mediante la propuesta de soluciones reales<sup>11</sup>. De acuerdo con el Observatorio de Innovación Educativa<sup>12</sup>, es un enfoque pedagógico que integra al estudiante a trabajar en un problema real y relevante, que debe solucionar.

Más allá, el ABR es una experiencia de aprendizaje que se desarrolla en un contexto definido y ajeno al aula, donde los participantes deben enfrentar una serie de actividades que en conjunto representan un reto extraordinario que no puede ser resuelto de forma individual y requiere un abordaje interdisciplinario y creativo, con la participación coordinada de diferentes actores: alumnos, profesores y expertos externos. Esta técnica se diferencia de las actividades en el aula mediante la aplicación de conocimiento demostrado a través de concurso y garantizado por una evaluación externa.

Según Fletcher<sup>13</sup>, esta técnica didáctica revisa los métodos de enseñanza existentes a fin de determinar las mejores prácticas para producir ambientes de aprendizaje que desarrollen y fomenten la creatividad. Los resultados observables en los estudiantes son el pensamiento crítico y divergente, las soluciones innovadoras a problemas, así como las ideas nuevas. El presente estudio propone un modelo para explicar la implementación de un modelo de ABR integrado por 6 elementos clave que determinan el éxito de la experiencia: 1) contexto, 2) reto extraordinario, 3) asesor, 4) pensamiento lateral, 5) evaluación externa, y 6) concurso. Este modelo se presenta en la [tabla 1](#).

### Objetivo del trabajo

Aunque está consensuada la necesidad de desarrollar las habilidades de pensamiento crítico y creativo en estudiantes de medicina, diversos autores coinciden en sus

dificultades para desarrollarlo de manera sistemática y medirlo de manera integral, por lo que se han desarrollado diferentes métodos que se reportan en la literatura para medirlos e incorporarlos. Algunos de estos métodos para desarrollarlo son el aprendizaje basado en problemas o el ABR. El presente modelo educativo busca identificar el desarrollo del pensamiento crítico y creativo a partir de una solución creativa a un reto presentada en un póster.

Con la finalidad de identificar el desarrollo de las competencias que los alumnos adquirieron durante la experiencia, se diseñó un instrumento para la medición de los estudiantes en cuanto a pensamiento crítico, mediante 3 variables: explicación, inferencia e interpretación, y creatividad, a través de otras 3 variables: propuesta, rediseño e invención. El propósito de este documento es identificar las tendencias en los niveles de competencias de los estudiantes que participaron en la iniciativa.

Para obtener una evaluación completa se requiere definir las habilidades y la disposición hacia la competencia, además de identificar fortalezas y áreas de oportunidad de desarrollo; por lo tanto, surgen las preguntas: ¿qué criterios habrían de considerarse para evaluar la competencia de pensamiento crítico y creativo de estudiantes de medicina?, ¿qué impacto tuvo la técnica de ABR a través de la experiencia de *Semana i: Retos de innovación enfrentando problemas de salud* en las competencias de pensamiento crítico y creatividad?

### Implementación de la estrategia didáctica

Se conformaron un total de 85 equipos en los que participaron de 6 a 8 alumnos de diferentes semestres durante la última semana de septiembre del 2015. Las clases se suspendieron durante esa semana para lograr una total inmersión de los alumnos en los proyectos. Cada equipo fue asignado a algún centro de investigación y durante los primeros 3 días recibieron pláticas del personal del mismo y visitaron las instalaciones, donde les explicaron, por ejemplo: proceso de elaboración de jamón y productos cárnicos, impresión 3D y modelado, interacción del empaque con los medicamentos, sistemas ópticos o síntesis de diamantes con base en tequila, entre otros. Los alumnos solo recibieron la capacitación de los temas del centro donde fueron asignados. El reto consistió en utilizar este tipo de tecnología o proceso para atender un problema de salud pública (hipertensión sistémica, diabetes mellitus, obesidad, envejecimiento, desnutrición infantil, discapacidad física, salud mental, cáncer, enfermedades infectocontagiosas o enfermedades por causas ambientales). Este proceso implica desarrollar el pensamiento lateral<sup>14</sup> para combinar teorías que pertenecen a otras disciplinas diferentes.

### Material y métodos

Este estudio proporciona un acercamiento cuantitativo y de forma transeccional, obteniendo un corte, en un momento específico, de las competencias de la población estudiada. El presente estudio se realizó enfocado a la población total (512) de estudiantes del segundo al octavo semestre de la carrera Médico Cirujano de una universidad privada, la cual tiene un alto interés en desarrollar las competencias de

**Tabla 1** Modelo de aprendizaje basado en retos

Elementos	Descripción
Contexto	Determinado y generalmente fuera del aula. Lozano y Herrera <sup>15</sup> establecen que este permite que el estudiante contextualice y establezca una relación directa con el clima laboral, las reglas de un ámbito determinado y lo que se establece como normas para interactuar adecuadamente con un colectivo social Atributo clave para que el trabajo realizado por los estudiantes logre una diferencia en su comunidad <sup>16</sup>
Reto extraordinario	Tolerancia a ambientes de incertidumbre, ambigüedad y capacidad de desenvolverse <sup>17</sup> Invitación abierta a la reflexión y el análisis, y promoción de la responsabilidad de su propio aprendizaje mediante la aplicación de conceptos como la autodirección y la iniciativa para la toma de decisiones <sup>18</sup> Generación de ansiedad o incertidumbre debido a que deben entrar a un ambiente de toma de riesgos. Esto inicialmente puede causar algún grado de incomodidad o miedo al fracaso <sup>12</sup> Desarrollo de habilidades para el manejo de situaciones, en donde se requiere enfrentar el riesgo y la incertidumbre, plantear y emplear procedimientos, ocasionar cambios en un contexto, tomar decisiones en equipo, enfrentar la frustración y el fracaso, y contar con autonomía para el desarrollo de proyectos <sup>3,18</sup>
Asesor	Grupo enfocado y con un liderazgo no intrusivo que contribuye al número y la calidad de productos creativos <sup>19</sup> Guía que cumple con el rol de un consultor sobre temas técnicos Asesor que lleva a cabo un acompañamiento de tipo personal y académico para mejorar el rendimiento, solucionar problemas escolares, hábitos de estudio, trabajo y reflexión <sup>15</sup> . No otorga soluciones, sino una oportunidad para el diálogo y el razonamiento Experiencia en las dimensiones de interpretación de las áreas clave de desempeño del alumno, retroalimentación efectiva y la propuesta de áreas de crecimiento, y empatía Diseñador de experiencias, orquestando información y colaboración con los diferentes actores para motivar cambios en los modelos mentales de los estudiantes <sup>12</sup>
Pensamiento lateral	Exploración creativa que se convierte en verdaderamente centrada en el estudiante <sup>14</sup> Actividades y herramientas ajenas a la disciplina, aquellas cosas para las que quizás inicialmente no pueden identificar una aplicación A diferencia de los conceptos de creatividad, ingenio y perspicacia, el pensamiento lateral requiere la puesta en práctica de la voluntad consciente para innovar
Evaluación externa	Oportunidades de retroalimentación y revisiones con sus pares, instructores y personal de la organización vinculada <sup>20</sup> Exhibición de productos de investigación, ya sea en una biblioteca o en un centro de investigación, lo importante es demostrar que la escuela no tiene paredes
Concurso	La motivación para desempeñarse de manera creativa debe ser interna, no puede originarse de productos externos Trabajo bajo la presión del tiempo, la cual ha sido relacionada con un alto nivel de productividad Significativa y retadora <sup>21</sup>

pensamiento crítico y pensamiento creativo de sus estudiantes como parte de su declaratoria de las competencias de egreso. Los alumnos de primer año participaron en un reto diferente, organizado por la universidad, y los alumnos de quinto y sexto año tampoco fueron convocados por estar participando en sus rotaciones clínicas.

El estudio se realizó durante el mes de septiembre de 2015. Se invitó a un grupo de 62 evaluadores, entre los que se contaba con personal de los centros de investigación, profesores y directivos de la universidad, quienes aceptaron participar voluntariamente como jueces en el estudio. Ellos evaluaron la exposición de un póster científico, donde indicaron en una escala Likert de 3 niveles el grado en el que consideraban el desarrollo de la competencia. El 1 significaba regular, el 2, adecuado y el 3, excelente. Esta información fue codificada y analizada utilizando el software Minitab 17.

El programa se diseñó con el modelo presentado en la [tabla 1](#) y la explicación de sus elementos se presenta en la [tabla 2](#).

Cada propuesta era evaluada utilizando la misma rúbrica, que comprende 6 variables para evaluar el pensamiento crítico y creativo; para cada variable se definieron conductas observables, que se presentan en la [tabla 3](#).

## Resultados

Algunos títulos de pósters fueron: a) Osteoporosis en un mundo senescente: buscando soluciones mediante la ingeniería de materiales; b) Detector de errores en la cadena de frío, en vacunas; c) Nanodiamantes de tequila: un brillante tratamiento para el cáncer; d) Detección temprana del cáncer de pulmón a través de tamizaje basado en el aliento.

**Tabla 2** Aplicación del modelo de *Semana i: Retos de innovación enfrentando problemas de salud*

Elementos	Descripción
Contexto	<p>El escenario fue un modelo de triple hélice entre gobierno, academia y el sector público, en el que el Parque de Investigación e Innovación Tecnológica (PIIT) se transformó en un escenario de aprendizaje</p> <p>El programa integró 13 centros de investigación, empresas y universidades: Schneider Electric, ARRIS, Sigma Alimentos, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI), Asociación Nacional de Normalización y Certificación del Sector Eléctrico (ANCE), Instituto Tecnológico de Nuevo León (ITNL), Centro de Estudios Avanzados (CINVESTAV), Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), University of Texas (UT), Centro de Innovación en Diseño de Empaque de la Universidad de Monterrey (ABRE), Polo Universitario de Tecnología Avanzada de la Universidad Nacional Autónoma de México (PUNTA), y el Centro de Innovación y Diseño Estratégico de Productos (CIDEP)</p>
Retos extraordinarios	<p>El reto consistió en elaborar propuestas originales y creativas empleando conceptos o herramientas para resolver un problema de salud pública a partir de los aprendizajes de los centros del PIIT. Los alumnos por equipo seleccionaron alguna de las siguientes temáticas: hipertensión sistémica, diabetes mellitus, obesidad, envejecimiento, desnutrición infantil, discapacidad física, salud mental, cáncer, enfermedades infectocontagiosas o enfermedades por causas ambientales</p> <p>La idea fue desafiar a estudiantes de medicina a utilizar el pensamiento lateral en soluciones creativas a los principales problemas de salud, a partir de disciplinas no médicas</p> <p>Cada alumno fue integrado a un equipo aleatoriamente; de la misma forma, cada equipo fue asignado a un centro de investigación. Los equipos estuvieron integrados por 6 a 8 participantes de acuerdo con las solicitudes realizadas por las organizaciones involucradas</p> <p>Los estudiantes realizaron visitas a instalaciones de empresas, talleres de técnicas o metodologías específicas y demostraciones de procesos de producción o análisis. Además, efectuaron en el laboratorio pruebas mecánicas destructivas, fatiga, láseres, empaquetado y vibraciones, entre otras. También recibieron conferencias magistrales sobre temas muy particulares de la industria metal-mecánica, producción de alimentos, manejo de crisis epidemiológicas y diseño de empaques, por mencionar algunos</p>
Asesoría	<p>Cada equipo contó con la asesoría de un profesor de la escuela de medicina, quien se aseguraba de que hubiera sustento teórico del tema de salud pública. En total participaron 28 profesores</p> <p>Cada equipo contó con un asesor del centro de investigación, quien aportaba retroalimentación y seguimiento constante para que sus propuestas fueran de calidad. En total participaron 30 asesores</p>
Pensamiento lateral	Se solicitó utilizar una mirada creativa e imaginativa para la solución de problemas de salud a partir de conocimiento de una institución en particular
Evaluación externa	<p>Se desarrolló el último día de la semana en la que se llevó a cabo la experiencia</p> <p>Cada equipo tuvo la oportunidad de presentar a 3 evaluadores su propuesta, en un periodo máximo de 10 min</p> <p>Los evaluadores fueron miembros del personal de los centros de investigación, profesores y directivos de la escuela de medicina. En total participaron 62 evaluadores en proyectos que no habían asesorado durante la semana</p> <p>Los alumnos decidieron quién de los integrantes presentaba la propuesta</p>
Concurso	Se ofreció un premio a las 10 mejores iniciativas seleccionadas de acuerdo con la calificación promedio obtenida por los evaluadores

El comportamiento de los estudiantes es superior en la competencia de creatividad, con una media de 2,42, mientras que la de pensamiento crítico fue de 2,34, como se muestra en la [tabla 4](#); sin embargo, esta no es estadísticamente significativa ( $p=0,189$ ), lo cual quiere decir que en relación con el pensamiento crítico, los estudiantes son capaces de expresarse de forma clara, haciendo contacto visual y demostrando confianza al interactuar con el evaluador, de igual forma, argumentan sus ideas con sustento,

pero no son capaces de defender totalmente su postura ante cuestionamientos.

En relación con el pensamiento creativo, los estudiantes realizan propuestas donde se presenta una clara descripción del problema que están solucionado, los hitos del proyecto y la definición de las poblaciones que serán beneficiadas. Además, su diseño posee un análisis de factibilidad técnica y económica dentro de los ambientes establecidos para su implementación. De igual forma, la solución es única y

**Tabla 3** Rúbrica para evaluar el pensamiento crítico y creativo

Componente	1) Regular	2) Adecuado	3) Excelente
Explicación	Es una lectura, más que una presentación Falta interacción visual y oral con el evaluador	Tiene algunas deficiencias para expresar ideas, hacer contacto visual o interactuar con el evaluador	Se expresa de forma clara, hace contacto visual y muestra confianza al interactuar con el evaluador
Inferencia	Poca argumentación propia. Copia las ideas de alguna referencia aislada y no es capaz de defender su postura	Argumenta sus ideas, pero cambia su postura fácilmente	Argumenta sus ideas con sustento. Sabe defender su postura ante cuestionamientos
Interpretación y análisis	Se presenta información con poco sustento teórico, conocimiento o investigación	Se realiza una descripción sustentada tanto de la problemática como de la solución del problema, apoyada solo con una referencia	Hay una clara asociación de contenidos teóricos de varios autores y realiza un análisis exhaustivo de la solución al problema planteado. Además, realiza una interpretación de la información con sus propias palabras
Propuesta	No es una solución nueva	Solución planteada a partir de los conocimientos aprendidos y vistos en el centro de investigación, pero es una variación de una ya existente	Solución única y original planteada a partir de los conocimientos aprendidos y vistos en el centro de investigación
Rediseño	Es una propuesta sin viabilidad económica, casi imposible	Requiere la adecuación de pocos elementos para lograr su desarrollo	Es totalmente posible su implementación con el rediseño propuesto
Invencción	Se presenta una propuesta que no parte de los conocimientos, técnicas o metodologías aprendidas en el centro de investigación Además no tiene ningún impacto social	La propuesta parte de algunos de los conocimientos, técnicas o metodologías aprendidas en el centro de investigación Tiene impacto en al menos un aspecto social	La propuesta parte de los conocimientos, técnicas o metodologías aprendidas en el centro de investigación Tiene impacto en un 100% de la población por su uso práctico o avance tecnológico, contribuyendo a la mejora de su comunidad

**Tabla 4** Desempeño de los estudiantes por competencia

Competencia	Componente	Media	Desviación estándar
Pensamiento crítico	Explicación	2,65	0,553
	Inferencia	2,50	0,636
	Interpretación y análisis	1,87	0,998
	Total	2,34	0,823
Pensamiento creativo	Propuesta	2,53	0,700
	Rediseño	2,45	0,571
	Invencción	2,30	0,572
	Total	2,42	0,623

original, y es planteada a partir de los conocimientos aprendidos en la organización o centro de investigación; sin embargo, todavía falta que tenga un impacto social profundo en la comunidad.

En el análisis por componentes, cabe destacar que en interpretación y análisis, se contó con un desempeño inferior con respecto al resto de los componentes; se encuentra una diferencia significativa ( $p = 0,00$ ). Esta variable requiere que el alumno pueda exponer una clara asociación de

contenidos teóricos de varios autores y que realice un análisis exhaustivo de la solución al problema planteado.

Los resultados reflejan la incorporación de procesos formales y metodologías para la solución de problemas, para el aumento de las posibilidades de éxito<sup>14</sup>. Paul y Elder<sup>22</sup> consideran que un individuo con un nivel de desempeño superior en pensamiento crítico demuestra evidencia en el uso de mecanismos para la toma de decisiones, además de la regulación de la mentalidad, el comportamiento y las actitudes.

## Discusión

La obtención de una media baja en el componente de interpretación y análisis refleja los conceptos abordados por Facione<sup>7</sup> y Paul y Elder<sup>22</sup>, además de ser un fiel reflejo de lo observado directamente en el campo. Al ser la primera vez que se les sometía a esta metodología, los estudiantes fueron presa del pánico al lidiar con algo muy complejo; preferían implementar las técnicas y métodos que les eran familiares antes que arriesgarse a utilizar uno nuevo. Sin embargo, sus mentores y profesores jugaron un rol crucial en el liderazgo para trasladarlos de la queja a la propuesta. Schein<sup>23</sup> expone la teoría del cambio de Lewin, donde toda experiencia dispone de 2 tipos de fuerzas: las impulsoras y las restrictivas. Las primeras son las que promueven el cambio, y las segundas se niegan a este. Cuando estas fuerzas están a la par, nada cambia; existe un equilibrio casi estacionario. Para que exista un aprendizaje en estos contextos y sea una experiencia significativa, debe existir cierto grado de incomodidad inicial para ocasionar que el estudiante deje la seguridad psicológica y avance hacia un nuevo comportamiento.

Sternberg<sup>24</sup> brinda un alto nivel de importancia a la motivación del proceso creativo, y plantea que rara vez las personas producen algún resultado de importancia en un área que no les apasione, y puedan enfocarse en los resultados y no en las recompensas. En la experiencia reportada, aparecieron reacciones negativas cuando los estudiantes empezaron a obtener información relacionada con energía, empaques y proceso de alimentos, al ser el contenido que distaba en mayor medida de aquel de sus clases tradicionales de medicina. Al final, aprendieron que las prácticas y los métodos de otras disciplinas pueden ser útiles al tomarlas de contextos totalmente diferentes para el que fueron diseñadas y aplicarlas a solucionar problemas de salud.

Este reto presentado a los estudiantes los ha llevado a reflexionar sobre soluciones a gran escala que pueden impactar en el sector salud de manera masiva, con el apoyo de tecnología, ciencia, normativas o modelos de negocios. Resolver problemas reales en salud aumenta la motivación interna de los estudiantes. Es importante recalcar que 4 de los centros que participaron en la experiencia pertenecen a universidades que son competidoras directas del Tecnológico de Monterrey. Este esfuerzo demostró a los estudiantes el principio de cooperación institucional sin importar la filiación o el logo institucional.

Esta experiencia también demostró a los académicos que la fuerza de la colaboración entre el conocimiento médico y la ingeniería, los negocios y las perspectivas artísticas puede impulsar un proceso de transformación. Los estudiantes fueron motivados a innovar bajo la presión de la restricción del tiempo y el contenido.

A pesar de contar con un amplio equipo de respaldo, la implementación de este proyecto fue un desafío para la administración, los profesores y los estudiantes. Diversos factores deben considerarse, como la formalización legal de las relaciones institucionales, y el tiempo y el costo implicados en trasladados y espacios de comida. Todos estos deben considerarse a fin de repetir la experiencia y poder incrementar el nivel de desarrollo de la competencia y la satisfacción de los estudiantes.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

A los directores, expertos y personal de Schneider Electric, ARRIS, Sigma Alimentos, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIA-TEJ), Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI), Asociación Nacional de Normalización y Certificación del Sector Eléctrico (ANCE), Instituto Tecnológico de Nuevo León (ITNL), Centro de Estudios Avanzados (CINVESTAV), Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), University of Texas (UT), Centro de Innovación en Diseño de Empaque de la Universidad de Monterrey (ABRE), Polo Universitario de Tecnología Avanzada de la Universidad Nacional Autónoma de México (PUNTA), Centro de Innovación y Diseño Estratégico de Productos (CIDEP) y Parque de Investigación e Innovación Tecnológica (PIIT), quienes han marcado la vida de nuestros alumnos.

Al dedicado equipo de profesores y staff que hicieron posible la implementación y logística del programa.

## Bibliografía

- Olivares SL. Business graduate skills: Competency-based model in diverse contemporary issues facing business management education. Pennsylvania: IGI Global; 2015. p. 25–45.
- Epstein R, Hundert EM. Defining and assessing professional competence. *JAMA*. 2002;287:226–35.
- Villa A, Poblete M. Aprendizaje basado en competencias. Bilbao: Universidad de Deusto; 2007.
- Tobón S, Pimienta JH, García JA. Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias. México: Prentice Hall; 2010.
- Aggarwal R, Mytoon OT, Derbrew M, Hananel D, Heydenburg M, Issenberg B, et al. Training and simulation for patient safety. *Qual Saf Health Care*. 2010;19:34–43.
- Sullivan DL, Chumbley C. Critical thinking a new approach to patient care. *JEMS*. 2010;35:48–53.
- Facione PA. Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction. California: The California Academic Press; 1990.
- Olivares SL, López MV. Validación de un instrumento para evaluar la autopercepción del pensamiento crítico en estudiantes de medicina. *REDIE*. 2017;19:67–77.
- Proctor T. Creative problem solving for managers: Developing skills for decision making and innovation. 3rd ed. New York, NY: Routledge; 2010.
- Ungaretti T, Chomowicz P, Canniffe BJ, Johnson B, Weiss E, Dunn K, et al. Business+ design: Exploring a competitive edge for business thinking. California, Society for Advancement of Management *Advanced Management Journal Advanced Management Journal*. 2009;74:4–43.
- Apple. Challenge based learning: A classroom guide. California: Apple; 2011. [consultado 25 Sep 2015]. Disponible en: [https://images.apple.com/education/docs/CBL\\_Classroom\\_Guide\\_Jan\\_2011.pdf](https://images.apple.com/education/docs/CBL_Classroom_Guide_Jan_2011.pdf)
- Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. Aprendizaje basado en retos. Monterrey: 2015. [consultado Oct 2015]. Disponible en: <http://observatorio.itesm.mx/edutrendsabr/>

13. Fletcher TS. Creative thinking in schools: Finding the “just right” challenge for students. *GCT*. 2011;34:37–42.
14. De Bono E. *Lateral thinking: A textbook of creativity*. London: Penguin; 2010.
15. Lozano A, Herrera J. *Diseño de programas educativos basados en competencias*. Editorial Digital, Tecnológico de Monterrey. 2013.
16. Johnson LF, Smith RS, Smythe JT, Varon RK. *Challenge-Based Learning: An Approach for Our Time*. Austin Texas: The New Media Consortium. 2009.
17. Simonton D. Creativity: Cognitive, personal, development, social aspects. *American Psychologist*. 2000;55:151–8.
18. Olivares SL, López MV. Medición de la autopercepción de la auto-dirección en estudiantes de medicina de pregrado. *Investigación en Educación Médica*. 2015;4:75–80.
19. Hemlin S, Allwood C, Martin B. Creative knowledge environments. *Creativity Research Journal*. 2008;20:196–210.
20. Csikszentmihalyi M. *Creativity: Flow, the psychology of discovery invention*. New York: Harper Collins; 1996.
21. Amabile T, Conti R, Coon H, Lazenby J, Herron M. Assessing the work environment for creativity. *The Academy Management Journal*. 1996;39:1154–84.
22. Paul R, Elder L. *Critical thinking competency standards*. Dillon Beach, CA: Foundation for Critical Thinking; 2006.
23. Schein EH. Kurt Lewin’s change theory in the field and in the classroom: Notes toward a model of managed learning. *SPAR*. 1996;9:27–47.
24. Sternberg RJ. *Handbook of creativity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 2004.