



Investigación en  
Educación Médica

<http://riem.facmed.unam.mx>



## ARTÍCULO ORIGINAL

# El uso de escenarios clínicos y el aprendizaje de la Bioquímica en alumnos de primer año de la Carrera de Medicina

María Alicia del Sagrado Corazón Cea-Bonilla,<sup>1</sup> Diego Rolando Hernández-Espinosa,<sup>2</sup> Miguel Fernando Salazar-Morales,<sup>3</sup> Irvin Alejandro Soto-Briseño,<sup>4</sup> Deyamira Matuz-Mares<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Maestría en Ciencias Químicas, Profesor Asociado C, Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., México

<sup>2</sup> Profesor de Asignatura A, Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina. Estudiante de Doctorado de Ciencias Biomédicas, Instituto de Fisiología Celular, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., México

<sup>3</sup> Especialidad en Patología Clínica, Hospital General "Dr. Manuel Gea González". Ayudante de Profesor A, Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., México

<sup>4</sup> Ayudante de Profesor A, Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., México

<sup>5</sup> Maestría en Ciencias Biológicas, Coordinación de Enseñanza y Técnico Académico, Asociado A, Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., México

Recepción 17 de febrero de 2014; aceptación 13 de junio de 2014

### PALABRAS CLAVE

Escenarios clínicos; Bioquímica; aprendizaje; Medicina; México.

### Resumen

La Bioquímica es una asignatura que resulta difícil para los estudiantes de Medicina, y su aplicación en la práctica clínica no les parece evidente. El ejercicio que realizamos en el presente trabajo está relacionado con el "equilibrio hidroelectrolítico y ácido-base". Para lograr un aprendizaje a largo plazo de la Bioquímica, se utilizó la discusión guiada de tres escenarios clínicos, basada en cuestionarios, la elaboración de mapas conceptuales y de un juego en que se analizó la regulación del pH, el equilibrio hidroelectrolítico, las moléculas implicadas y las alteraciones en estos parámetros en diferentes situaciones clínicas. El ejercicio se aplicó en tres grupos de intervención y tres grupos controles de la generación 2011-0, primera generación en que se utilizó un nuevo Plan de Estudios, donde se incorporaron competencias. Se observó un aprendizaje a largo plazo de los contenidos manejados en los escenarios clínicos (agua, equilibrio hidroelectrolítico y ácido-base, y su aplicación en situaciones clínicas), medido en exámenes posteriores a la aplicación del ejercicio, así como el desarrollo de dos competencias de las presentadas en dicho Plan de Estudios 2010, en los estudiantes de los grupos de intervención.

**Correspondencia:** María Alicia del Sagrado Corazón Cea-Bonilla. Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad N° 3000, Edificio D, primer piso, Ciudad Universitaria, Copilco Universidad, Delegación Coyoacán, C.P. 04360, México D.F., México. Teléfono: 5623 2178. Fax: 5624 1619. Correo electrónico: [alcedve@gmail.com](mailto:alcedve@gmail.com)

**KEYWORDS**

Clinical scenarios; biochemistry; learning; Medicine; Mexico.

**The use of clinical scenarios and learning of biochemistry in first year students of Medicine****Abstract**

*Biochemistry is a subject that is difficult for medical students, and its application in clinical practice is not clear. The exercise we did for this paper is related to the "Electrolyte and acid-base balance". In order to obtain long term learning of biochemistry, we used guided discussion of three clinical scenarios by questionnaires, the elaboration of concept maps and of a game where pH regulation, electrolyte balance, the molecules involved and the alterations in these parameters in different clinical situations were analyzed. The exercise was applied in three intervention groups and three control groups from our Medical School 2011-0 generation, the first one that used a curriculum that incorporates competencies. Long term learning of the contents managed in clinical scenarios (water, acid-base and electrolyte balance and its application in clinical situations), measured in tests applied after the exercise and the development of two competences from the curriculum 2010 were observed in the intervention groups.*

**Introducción**

El aprendizaje significativo implica la construcción de significados a partir de conocimientos previos; es una actividad interna que se produce a través de procesos sociales e individuales, a lo largo de toda la vida y que no se puede medir de manera directa, sino a través de algunas de sus manifestaciones, como la aplicación de los conocimientos adquiridos en situaciones diferentes y a largos plazos. En el ámbito de la Medicina, requiere integrar el trabajo individual con el grupal, promoviendo reflexión, asertividad, tolerancia, empatía, comunicación efectiva y organización, que son algunas de las competencias que se plantean a nivel mundial para un médico general.<sup>1</sup>

La Bioquímica es una asignatura que corresponde al Área Biomédica; se imparte en el primer año de la Carrera de Medicina y proporciona las bases para entender la Fisiología, la Farmacología, la Patología, entre otras materias; sin embargo, es considerada por los médicos como algo complejo y sin relevancia para su quehacer cotidiano, además de que los métodos de enseñanza empleados en la mayoría de las Escuelas y Facultades de Medicina en México son muy teóricos y están prácticamente alejados del ámbito médico. Por este motivo, la Bioquímica "necesita ser enseñada y aprendida efectivamente en el contexto de la enfermedad o de un problema médico para facilitar la transferencia del conocimiento en términos de diagnóstico y tratamiento de los pacientes, una vez que los alumnos se hayan graduado y ejerzan en la comunidad".<sup>2,3</sup> Esto ha llevado a buscar estrategias alternativas que permitan su aprendizaje de manera autorregulada,<sup>4,6</sup> así como la organización e integración de la información, a fin de relacionar los aspectos básicos de la Bioquímica Clínica con los problemas médicos.<sup>7,8</sup> Una manera de lograrlo es por el uso de escenarios clínicos, que ha mostrado ser una estrategia adecuada para la enseñanza de otras ciencias básicas, pero que en nuestro país y en nuestra Facultad no se ha empleado específicamente en el caso de la Bioquímica, además de la resistencia de los profesores para cambiar los métodos tradicionales de enseñanza. De ahí, que el objetivo de nuestro trabajo sea comparar el aprendizaje de algunos temas del programa de Bioquímica y Biología Molecular, adquirido a través

del uso de escenarios clínicos tipo aprendizaje basado en problemas (ABP),<sup>8,9</sup> mapas conceptuales<sup>10</sup> y la elaboración de juegos, contra el aprendizaje adquirido por un método tradicional (conferencia de parte del profesor sin participación activa del estudiante).

**Método**

En el Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) se buscan estrategias que faciliten la adquisición de conocimientos de la asignatura de Bioquímica y Biología Molecular, y muestren su aplicación en la solución de problemas médicos prevalentes en nuestra sociedad. Con este fin nuestro grupo ha diseñado y puesto en práctica una serie de ejercicios basados en escenarios clínicos tipo ABP,<sup>10</sup> que les permitan a los estudiantes alcanzar esta meta.

El trabajo que reportamos corresponde a los resultados obtenidos en el primer ejercicio que se realizó en la Facultad buscando aplicar el nuevo Plan de Estudios, que incorporaba competencias. Es un estudio piloto (de investigación educativa) de tipo cuasiexperimental, cuyo diseño fue de grupos estáticos, con grupo control no equivalente.<sup>11</sup>

**Individuos**

Se trabajó con seis grupos estáticos de estudiantes de primer ingreso de la generación 2011-0, la primera en la que se aplicó el Plan de Estudios 2010<sup>12</sup>: tres grupos de intervención y tres grupos controles. Los grupos de intervención se parearon con grupos con los mismos horarios (los alumnos escogen el horario de acuerdo con las calificaciones obtenidas en el examen diagnóstico que aplica la Secretaría General de la Facultad al ingreso a la Carrera y, por lo tanto, podría considerarse que serían homogéneos tanto al interior como entre los del grupos pareados). Asimismo, se escogieron a los dos grupos del Programa de Alta Exigencia Académica (PAEA), ya que eran seleccionados por obtener los mejores promedios en el examen diagnóstico y en los que, desde su implantación en la Facultad, se han efectuado varios de los cambios que se planea

aplicar después a toda la generación de estudiantes. El tamaño de los grupos osciló entre 38 y 42 estudiantes, con una distribución de 42% de hombres y 58% mujeres. Otros datos demográficos como el promedio de ingreso y la edad de la población, no pudieron obtenerse dado que el estudio es retrospectivo.

Los estudiantes que formaron parte de los grupos experimentales firmaron una carta de consentimiento informado sobre su participación en el estudio, informándoles que los resultados no influirían en su calificación final y su participación era libre.

### Profesores

Se escogieron profesores dispuestos a utilizar nuevas estrategias para la enseñanza de la asignatura diferentes al método tradicional de conferencia. Tres de los profesores eran biólogos, uno químico-farmacéutico biólogo; otro licenciado en investigación biomédica básica y un médico. Tres tenían el grado de Doctor, dos el grado de Maestría y uno era Candidato a Doctor. La experiencia docente osciló entre 2 y 28 años.

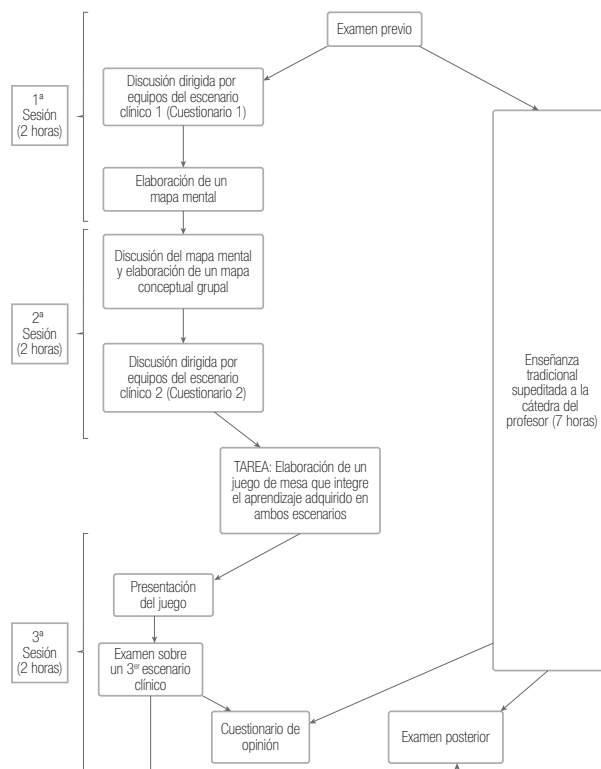
### Intervención

El tema que se revisó en este trabajo fue “Equilibrio hidroelectrolítico y ácido-base”, que forma parte del temario de la asignatura. La intervención consistió, como se ve en la **Figura 1**, en un ejercicio con tres viñetas de escenarios clínicos, que se revisaron en 7 horas, mismo tiempo que se asigna para la revisión del tema en las clases tradicionales. El ejercicio que consistió en una pequeña introducción, en la cual se exponen los conceptos fundamentales sobre el tema a revisar, los objetivos del ejercicio, y las competencias a desarrollar con dicha actividad aparece en la sección de Bioquímica del libro “Enseñanza de competencias en ciencias básicas. Medicina y áreas de la salud”.<sup>1</sup>

Las viñetas fueron diseñadas por un estudiante de Servicio Social y revisadas por un profesor de nuestra planta docente, con una especialidad de médico internista y oncólogo médico. Las viñetas presentaron las siguientes características: las patologías en las que se basan los escenarios están directamente relacionadas con el tema revisado, se tomaron de casos reales y se modificaron para la total comprensión de un alumno de nuevo ingreso; contienen datos de estudios paraclínicos para promover una aproximación integral al problema, así como detalles que promueven una adecuada relación médico-paciente. Asimismo, este estudiante de Servicio Social diseñó los cuestionarios guía de la discusión, que fueron revisados por el equipo de trabajo.

Durante el desarrollo del ejercicio, los alumnos trabajaron en equipos, bajo la supervisión de sus profesores, en la búsqueda de la información pertinente para resolver los cuestionarios que guiaron la discusión de los escenarios clínicos, tanto en libros, publicaciones científicas y medios electrónicos, o acudieron a la asesoría de algún experto. El examen sobre el caso clínico de la tercera sesión sólo se realizó con fines formativos y no se consideró en la evaluación del aprendizaje.

El ejercicio se realizó la tercera semana de clases y el examen departamental se llevó a cabo seis semanas después.



**Figura 1.** Intervención.

Para analizar el efecto de la intervención en el aprendizaje a largo plazo de los conceptos de Bioquímica se utilizaron dos tipos de instrumentos: a) un examen diagnóstico que se aplicó, tanto a los estudiantes de los grupos control como a los de intervención, antes (previo) y después de la intervención (posterior); y b) la calificación correspondiente a las preguntas relacionadas con el tema revisado (37 preguntas de 70) y que aparecieron en un examen de reactivos de opción múltiple y de correlación, que se aplica a todos los estudiantes inscritos en la asignatura (examen departamental).

El examen diagnóstico se construyó para evaluar la aplicación del conocimiento de agua, electrolitos y pH en el discernimiento entre las condiciones normales y patológicas. El cuestionario consistió en 10 preguntas abiertas, siete que exploran memoria y tres que examinan razonamiento para la aplicación de los conocimientos a situaciones normales de equilibrio hidroelectrolítico y ácido-base. El cuestionario fue elaborado por uno de los investigadores (28 años de experiencia docente en la Facultad) y revisada por otros dos profesores (15 años y 10 años de experiencia docente). La calificación de los cuestionarios fue realizada de manera ciega por el investigador que lo diseñó, considerando que las cuestiones exploradas fueran correctas, concretas, claras y completas para asignarles la unidad o la fracción decimal correspondiente (entero y un decimal). La evaluación de las calificaciones de las preguntas relacionadas con el tema que aparecieron en el examen departamental, se obtuvo de la base de datos que emite la Secretaría de Servicios Escolares de la Facultad.

El análisis estadístico se realizó mediante una *t* de Student, empleando el programa SPSS®.

Finalmente, mediante cuestionarios de opinión tipo Likert elaborados por un equipo multidisciplinario, analizados y validados,<sup>1</sup> se evaluó la impresión de los estudiantes participantes en ambos tipos de grupos sobre la pertinencia de este tipo de estrategias para obtener el conocimiento requerido por el programa de la asignatura.

## Resultados

El ejercicio se aplicó en tres grupos de intervención (A, B y C) de la generación 2011-0 y tres grupos controles (a, b y c); en total fueron 241 alumnos: 126 en grupos de intervención y 115 en control. De estos alumnos, 14 no presentaron alguno de los exámenes previo o posterior a la intervención (ocho de los grupos control y seis de los de intervención), por lo que se excluyeron del estudio.

Como puede verse en la **Tabla 1**, en el grupo A hubo una mejoría de 1.66 en la media entre los exámenes previos y posteriores (evaluación interna del grupo), mientras que en el grupo a, la diferencia fue de 0.96 puntos. Al comparar las medias de los exámenes previos y posteriores entre los grupos, se vio que también existían diferencias entre éstos: 2.9 en el examen previo y 3.57 en el examen posterior. Tanto en las medias de la evaluación interna de los grupos como en las medias de los exámenes posteriores entre ambos grupos (**Tabla 1**), la diferencia fue estadísticamente significativa con una  $p \leq 0.001$ .

En el caso del grupo B, hubo un decremento de 0.06 puntos entre las calificaciones del examen previo y las del posterior, y en el grupo control, la diferencia fue de 1.96 (**Tabla 1**). Las diferencias para el grupo B no fueron estadísticamente significativas mientras que para el b sí lo fueron, sin embargo, al comparar los resultados de los exámenes posteriores entre ambos grupos, hay una diferencia estadística entre éstos con una  $p=0.005$ .

En el grupo C, la mejoría fue de 2.18 puntos entre los exámenes previos y posteriores, mientras que en el grupo c fue de 2.0 puntos. Nuevamente, las diferencias

entre ambos exámenes al interior de los grupos fueron estadísticamente significativas (**Tabla 1**). Al compararse los resultados en el aprendizaje entre ambos grupos, se encontró una diferencia en las calificaciones de los exámenes pre de 1.78 y post de 2.05. Éstas se encontraron estadísticamente significativas con una  $p \leq 0.001$ .

Para constatar que la adquisición de los conocimientos era a un plazo mayor después de haber visto el tema, se analizaron las calificaciones obtenidas en el examen departamental en las preguntas correspondientes a los temas revisados en el ejercicio (“equilibrio hidroelectrolítico y ácido-base”). El análisis mostró que, el grupo A obtuvo mejores resultados en el examen departamental en los reactivos referentes a los conocimientos adquiridos en el ejercicio que su grupo control (promedio 7.57 vs. 6.67) (**Figura 2**). La diferencia entre ambos resultados promedio resultó ser estadísticamente significativa con una  $p=0.000$ .

Respecto al grupo B, aunque el promedio en las preguntas relacionadas con el ejercicio fue mayor que el grupo control (9.1 vs. 8.8) no existió una diferencia significativa. Esto se debe a que ambos grupos son de alto rendimiento académico, seleccionados desde el inicio del curso.

Al analizar los resultados del examen departamental de los grupos C y c, se encontró una diferencia entre los promedios de calificaciones de 2.2 puntos, la cual es estadísticamente significativa con una  $p=0.000$  (**Figura 2**).

## Discusión

El Plan de Estudios de la Carrera de Médico Cirujano de la Facultad de Medicina de la UNAM,<sup>12</sup> tiene un enfoque orientado al desarrollo de ocho competencias, de las cuales la cuarta se refiere al conocimiento y aplicación de las ciencias biológicas, socio-médicas y clínicas, en el ejercicio de la Medicina. Para lograr el desarrollo de dichas competencias, se han implementado diversas estrategias.<sup>13,14</sup> Sin embargo, a pesar de esto, se ha planteado que los estudiantes que terminan los ciclos preclínicos sólo

**Tabla 1.** Comparación de los resultados obtenidos en los exámenes previos vs. los posteriores a la aplicación del ejercicio.

Grupo	Estudiantes	Examen	Promedio	E. Estándar	Diferencia en la evaluación interna
A	37	Previo	6.63	0.30	1.66*
		Posterior	8.29	0.10	
a	34	Previo	3.7	0.17	0.96*
		Posterior	4.66	0.22	
B	40	Previo	5.75	0.19	- 0.06
		Posterior	5.69	0.325	
b	37	Previo	5.04	0.25	1.96*
		Posterior	7	0.18	
C	42	Previo	5.72	0.17	2.18*
		Posterior	7.9	0.16	
c	37	Previo	3.95	0.24	2.0*
		Posterior	5.95	0.205	

A, B y C: grupos de intervención; a, b y c: grupos con clase “tradicional”.

\* Diferencia significativa en la evaluación interna del mismo grupo ( $p \leq 0.001$ ).

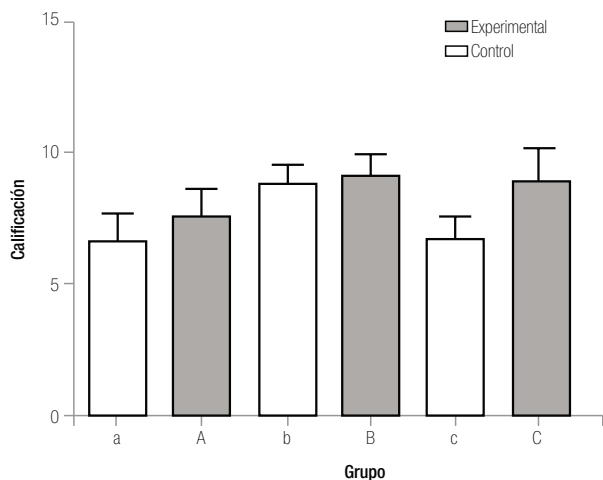


Figura 2. Evaluación del primer examen departamental 2011-0.

retienen entre el 45% y 65% de los conocimientos adquiridos durante los primeros años de la Carrera,<sup>15</sup> es decir que, entre el 55% y 35% del conocimiento adquirido no es significativo para la vida del futuro médico. Desde principios del siglo pasado se han producido reportes que describen un aumento en la calidad del aprendizaje, cuando éste se encuentra centrado en el estudiante. Esto sugiere que el enfoque constructivista propuesto por Piaget, Ausubel y Vigotsky,<sup>16-18</sup> en el que el estudiante participa de manera activa en la obtención de sus conocimientos y logra aplicarlos a situaciones diferentes a aquellas en las que los adquirió, propicia que dichos conocimientos y su adecuado manejo puedan ser usados en plazos mayores, lo que podría asociarse con un aprendizaje significativo.

Uno de los principales problemas con el que nos enfrentamos es la actitud pasiva que presentan los estudiantes debido a sus antecedentes educativos, ya que vienen acostumbrados a que el profesor les da toda la información y les pregunta sobre ella, mientras que las nuevas estrategias implican un papel activo del estudiante en su propio aprendizaje, para que éste sea transferible a otras situaciones.

La aplicación de nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje es de vital importancia para asignaturas como Bioquímica y Biología Molecular, ya que es una asignatura que resulta difícil para los estudiantes de Medicina por su supuesta lejanía con el quehacer médico diario. Dicha situación se refleja en que la retención de los conocimientos de esta asignatura, medida en estudiantes antes de su ingreso a los ciclos clínicos, corresponde a un promedio de 5.6 según los datos reportados por Fortoul,<sup>15</sup> lo que justificó la búsqueda de un método que permitiera el aprendizaje a largo plazo de nuestra asignatura.

Una de las estrategias comúnmente utilizadas para la adquisición de conocimientos de las ciencias básicas, es el ABP.<sup>10,17</sup> El uso de éste favorece el aprendizaje a largo plazo de conceptos y habilidades indispensables para los ciclos clínicos y la subsecuente práctica médica. Sin embargo, el ABP tiene diversas limitaciones, como son que,

aunque el contenido se explora con profundidad, el ritmo de avance es más lento y se aplica difícilmente en grupos numerosos (como ocurre en nuestra Facultad).

Nuestro grupo de trabajo planteó una modificación del ABP, que permitiera su uso en el contexto de nuestra Facultad y favoreciera el desarrollo de algunas de las competencias señaladas en el Plan de Estudios. Dicha modificación consistió en la discusión dirigida de escenarios clínicos relacionados con las enfermedades de mayor impacto en nuestro país. Durante estas actividades, los estudiantes participan activamente en la adquisición de conocimientos básicos de la asignatura y ensayan su aplicación en la solución de escenarios clínicos. De esta manera, se brindó a los estudiantes una aproximación práctica y atractiva de los contenidos teóricos de la Bioquímica y Biología Molecular, así como su aplicación a la solución de algunos problemas de Salud Pública.

En general, se observaron mejorías en las calificaciones de los exámenes posteriores a la aplicación del ejercicio y en los reactivos del examen departamental correspondientes al tema revisado en los grupos de intervención, en los que se empleó la discusión de escenarios clínicos como estrategia de enseñanza-aprendizaje, que pudieran indicar que hubo un aprendizaje a largo plazo de los conceptos de agua, equilibrio hidroelectrolítico y ácido-base, y su aplicación en situaciones médicas (Tabla 1, Figura 2). No obstante, también hubo aprendizaje en los grupos controles y las diferencias pudieran deberse a que los grupos eran distintos desde el principio (exámenes previos), a la influencia del profesor, la confiabilidad del instrumento de evaluación, entre otros.

Uno de los problemas que se presentó fue que hubo cierta resistencia por parte de los estudiantes de uno de los grupos de intervención por ser el primer ejercicio donde se emplearon otras estrategias educativas, tratando de trabajar para el desarrollo de competencias, ya que lo sintieron como una pérdida de tiempo o que no tenían suficiente apoyo de parte de los profesores (cuestionario de opinión). Por ello, consideramos que es necesario señalar al inicio del curso a los estudiantes que se utilizarán nuevas estrategias de enseñanza para que, desde el principio se impliquen en su propio aprendizaje y de esa manera, conseguir paulatinamente que éste se convierta en algo significativo para su futuro quehacer médico. Asimismo, es importante capacitar a los profesores en el manejo de este tipo de estrategias para lograr mejores resultados.

Por otro lado, dadas las diferencias entre los grupos experimentales y los controles desde antes de la intervención y a que la población general de estudiantes del primer año de Medicina es muy grande, consideramos que habrá que aplicar los ejercicios a más estudiantes y elegir mejor los grupos controles, a fin de que sean más similares las poblaciones que se analizan.

Finalmente, el cuestionario de opinión indicó que, en general, los estudiantes consideran que este tipo de ejercicios favorecen el aprendizaje de una manera participativa, práctica, reflexiva y que les permite aplicar lo aprendido, aunque también mostró las fallas en la aplicación de los ejercicios; por ello, es necesario explicar claramente los objetivos de la intervención para que los alumnos puedan abordar más fácilmente los contenidos temáticos relacionados con el mismo.



## Conclusiones

Los resultados obtenidos podrían indicar que el uso de escenarios clínicos favorece la retención y aplicación de conocimientos de Bioquímica en alumnos de primer año de Medicina.

## Contribución de los autores

MASCCB, es la responsable del proyecto, ideó la estrategia a probar, planteó las actividades del ejercicio y elaboró algunos de los instrumentos de evaluación de las competencias, como el de los juegos y el de los mapas conceptuales, calificó los exámenes previos y posteriores al ejercicio, y analizó los reactivos del examen departamental correspondientes al tema revisado. Es profesora de uno de los grupos experimentales e invitó a los profesores de los grupos controles y de los otros grupos experimentales.

DMM, es corresponsable del proyecto, elaboró algunos instrumentos de evaluación de competencias y realizó el análisis estadístico. Es responsable, con MASCCB de la escritura del trabajo.

DRHE, participó en la evaluación del trabajo colaborativo en los grupos experimentales, en la sistematización de los datos y la elaboración de las tablas y figuras del trabajo, durante su Servicio Social.

MFS, elaboró los escenarios que se utilizaron en el presente trabajo, así como los cuestionarios que sirvieron para la discusión de los mismos escenarios clínicos, durante su Servicio Social.

IASB, participó en la búsqueda de la bibliografía pertinente para la elaboración de la introducción y de la discusión del presente trabajo, durante su Servicio Social.

## Agradecimientos

A doctores Noemí Meraz Cruz e Israel Pichardo Casas, como profesores de los grupos experimentales. A los doctores Martha Robles Flores, Laura Iliana Álvarez Añorve y Érika Gómez Chang como profesores de los grupos controles. Al Dr. Gerardo Hernández Puga por su revisión de los casos. Al Dr. Jesús Reynaga Obregón por su asesoría y análisis estadísticos de los datos, aparte de su lectura del texto. Finalmente, agradecemos al Dr. Valdivieso, Secretario de Servicios Escolares, por los datos del examen departamental correspondiente para su análisis.

## Financiamiento

Este trabajo sólo contó con el presupuesto asignado a la M. en C. Cea como profesor de la Carrera, por la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México.

## Conflicto de Interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

## Presentaciones previas

Parte de los resultados de este trabajo fueron presentados en las Jornadas Médicas del año 2011, organizadas por la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México.

## Referencias

- Petra I, Herrera P, Cortés T. Enseñanza de competencias en ciencias básicas (Medicina y áreas de la salud). México: Editorial McGraw Hill; 2014.
- Surapaneni KM, Tekian A. Concept mapping enhances learning of biochemistry. *Med Educ Online* 2013;18:20157.
- Daley BJ, Torre DM. Concept maps in medical education: an analytical literature review. *Med Educ* 2010;44:440-448.
- Kerdijk W, Snoek JW, A van Hell E, et al. The effect of implementing undergraduate competency-based medical education on students' knowledge acquisition, clinical performance and perceived preparedness for practice: a comparative study. *BMC Medical Education* 2013;13:76.
- Eva KW, Munoz J, Hanson M D, et al. Which Factors, Personal or External, Most Influence Students' Generation of Learning Goals? *Acad Med* 2010;85:S102-S105.
- Stegers-Jager KM, Cohen-Schotanus J, Themmen APN. Motivation, learning strategies, participation and medical school performance. *Med Educ* 2012;46:678-688.
- Se´ AB, Passos RM, Ono AH, et al. The use of multiple tools for teaching medical biochemistry *Adv Physiol Educ* 2007;32:38-46.
- Gurpinar E, Kulac E, Tetik C, et al. Do learning approaches of medical students affect their satisfaction with problem-based learning? *Adv Physiol Educ* 2013;37:85-88.
- Glew RH, VanderJagt DL. A Biochemistry of Human Disease course for undergraduate and graduate students. *Biochemistry and Molecular Biology Education* 2001;29:188-192.
- Gobarneff Y, Cancino A. Mapa conceptual para el aprendizaje basado en problemas. *Estud Gerence* 2009;110:1111-1124.
- Cook TD, Campbell DT. Quasi-experimentation: design and analysis issues for field settings. Chicago: Rand McNally; 1979.
- Plan de Estudios 2010, aprobado el 2 de febrero del 2010 por CAABYS, apartado 3, pág. 40-49.
- Viniegra-Velázquez L. Las aptitudes para leer críticamente la información, prioridades ignoradas en la formación de los médicos. *Inv Ed Med* 2012;1(4):199-209.
- Vives-Varela T, Varela-Ruiz M. Realimentación efectiva. *Inv Ed Med* 2013;2(6):112-114.
- Fortoul-van der Goes TI, Morales-López S, Muñoz-Comonfort A, et al. Retención de los conocimientos básicos en cinco generaciones de alumnos que terminaron los dos primeros años del plan único de la carrera de médico cirujano en la Facultad de Medicina, UNAM (2007-2011). *Inv Ed Med* 2012;1(4):170-175.
- Ausubel DP. Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento. En: Elam S (Ed.). La educación y la estructura del conocimiento. Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el currículum. Buenos Aires: Ed. El Ateneo; 1973. p. 211-239.
- Ausubel DP. Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. Barcelona: Ed. Paidós; 2002.
- Rosas R, Sebastián Ch. Piaget, Vigotski y Maturana. Constructivismo a tres voces. 1ª ed. 2ª reimp. Buenos Aires: Aique Grupo Editor; 2008.
- Epstein RJ. Learning from the problems of problem-based learning. *BMC Med Educ* 2004;4:1.