

# Uso de un sistema de apoyo de decisiones clínicas (DXplain) en estudiantes de Medicina

Adrián Israel Martínez-Franco<sup>a,†,\*</sup>, Tania Vives-Varela<sup>b,‡</sup>,  
Adrián Martínez-González<sup>c,d,§</sup>, Melchor Sánchez-Mendiola<sup>e,ϕ</sup>

Facultad de Medicina



## Resumen

**Introducción:** El diagnóstico es el reto principal en la labor del médico y es crucial para lograr resultados óptimos en los pacientes. Las tareas de un médico exigen diversos grados de habilidad, pero pocas tan complicadas de cultivar como la capacidad de llegar a un diagnóstico correcto. Los Sistemas de Apoyo a las Decisiones Clínicas (SADC) pueden ser destinados a apoyar este proceso durante la formación médica.

**Objetivo:** Explorar la opinión de los estudiantes de medicina sobre el uso de un SADC (DXplain) como material didáctico para el análisis de casos clínicos.

**Método:** Estudio observacional con un método mixto secuencial. Participaron estudiantes de Medicina de segun-

do año de 3 generaciones ( $n = 3,132$ ) de la licenciatura de Médico Cirujano en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México. Los estudiantes utilizaron un SADC (DXplain) en la asignatura de Informática Biomédica. Al final del curso, contestaron un cuestionario en línea de 12 enunciados con 4 opciones de respuesta: muy inadecuado, inadecuado, adecuado y muy adecuado. Se realizó la parte cualitativa del estudio con grupos focales. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba  $X^2$ .

**Resultados:** La mayoría de los usuarios (84.9%) encontró la inclusión del sistema DXplain a la asignatura de Informática Biomédica como adecuado o muy adecuado, y 92.3% recomendaría DXplain a los estudiantes para su

<sup>a</sup> Departamento de Salud de la Comunidad Rural, Abraham Baldwin Agricultural College, Georgia, USA.

<sup>b</sup> Secretaría de Educación Médica, Facultad de Medicina, UNAM, Cd. Mx., México.

<sup>c</sup> Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina, UNAM, Cd. Mx., México.

<sup>d</sup> Departamento de Informática Biomédica, Facultad de Medicina, UNAM, Cd. Mx., México.

<sup>e</sup> División de Estudios de Posgrado, Facultad de Medicina, UNAM, Cd. Mx., México.

ORCID ID:

<sup>†</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4631-5425>

<sup>‡</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1833-3976>

<sup>§</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5021-9639>

<sup>ϕ</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9664-3208>

Recibido: 7-enero-2020. Aceptado: 22-febrero.2021.

\* Autor para correspondencia: Adrián Israel Martínez-Franco, ABAC 47, 2802 Moore Highway, Tifton, GA 31793.

Correos electrónicos: [adrianfile@gmail.com](mailto:adrianfile@gmail.com) y [amartinezfranco@abac.edu](mailto:amartinezfranco@abac.edu)

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

aprendizaje. Al triangular los resultados cuantitativos y cualitativos, se encontraron 3 categorías relacionadas con el uso del DXplain: 1) profesores que apoyan su uso, 2) motivación para el razonamiento clínico y 3) utilidad para el aprendizaje.

**Conclusiones:** La opinión de los estudiantes fue favorable en relación con el uso de DXplain como material didáctico, en el nivel inicial de la carrera. Su uso debe tener una implementación eficiente, así como valorarse como complemento en el desarrollo del razonamiento clínico.

**Palabras clave:** *Sistemas de apoyo a decisiones clínicas; razonamiento clínico; educación médica de pregrado; DXplain.*

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Use of a Clinical Decision Support System (DXplain) by Medical Students

### Abstract

**Introduction:** Diagnosis is the main challenge in physicians' duties, and it is fundamental to obtain optimal clinical results in patients. Physician professional activities require varying degrees of skills, but few are as difficult to cultivate as the ability to achieve a correct diagnosis. Clinical Decision Support Systems (CDSS) can be used for this processes during medical training.

**Objective:** To explore medical students' opinions on using

a CDSS (DXplain) as learning material to analyze clinical cases.

**Method:** Observational study with a mixed sequential method. Second-year medical students of 3 generations (n = 3,132) of the National Autonomous University of Mexico Faculty of Medicine, participated using SADC (DXplain) in the Biomedical Informatics course. Students answered an online questionnaire of 12 statements with 4 response options: very inadequate, inadequate, adequate, and very adequate. The qualitative portion of the study used focus groups. For statistical analysis, the X2 test was used.

**Results:** The majority of users (84.9%) found DXplain system's inclusion in the Biomedical Informatics course adequate or very adequate, and 92.3% would recommend DXplain to other students for their learning. By triangulating the quantitative and qualitative results, 3 categories related to the use of DXplain were found: 1) teachers who support its use, 2) motivation for clinical reasoning, and 3) usefulness for learning.

**Conclusions:** The students' opinions were favorable regarding the use of DXplain as teaching material, at the initial stage of their career. DXplain must be efficiently implemented and used as supplement for developing clinical reasoning.

**Keywords:** *Clinical decision support systems; Clinical reasoning; Undergraduate medical education; DXplain.*

This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la generación de conocimientos, los descubrimientos científicos de la medicina y avances tecnológicos han sido extraordinarios, y el nivel de salud de la población ha mejorado significativamente. Sin embargo, éstos también han contribuido a la creación de un sistema de salud de enorme complejidad y los riesgos para la seguridad del paciente también son significativos<sup>1</sup>. Un estudio clásico describió la incidencia de eventos adversos en pacientes hospitalizados<sup>1</sup>. Los eventos adversos son definidos por la Organización Mundial de la

Salud (OMS) como: “incidentes que producen daño al paciente”<sup>2</sup> y, según el Estudio Nacional de Efectos Adversos (ENEAS)<sup>3</sup>, se define como “accidente imprevisto e inesperado, que causa lesión y/o incapacidad y/o muerte y/o aumento de la estancia hospitalaria, que se deriva de la asistencia sanitaria y no de la enfermedad del paciente”.

Estudios como el ENEAS<sup>3</sup> y el Estudio Iberoamericano de Efectos Adversos (IBEAS)<sup>4</sup> muestran que alrededor de 10% de los pacientes hospitalizados sufren algún daño secundario al proceso de atención y 2% muere. Aquellos como el Estudio Nacional sobre

Efectos adversos en Atención Primaria (APEAS)<sup>5</sup> indican que en más de 50% de los casos es prevenible. Otros países han encontrado resultados similares a pesar de las amplias diferencias culturales y en los sistemas de salud<sup>6-8</sup>.

Los estudios anteriores reflejan lo importante que es en la formación médica desarrollar en los estudiantes el razonamiento clínico para la solución de problemas. Este proceso diagnóstico se conceptualiza como “el proceso cognitivo necesario para evaluar y manejar los problemas médicos de los pacientes”<sup>9</sup>. La solución de problemas médicos es un área compleja; al parecer el hecho de resolver problemas una y otra vez, desde distintas perspectivas, con realimentación efectiva, es la mejor forma de aprenderlo<sup>10</sup>. El diagnóstico correcto es el reto principal en la labor del médico y es crucial tanto para lograr los resultados óptimos para el paciente como para usar los recursos de atención a la salud de manera eficiente. Las tareas de un médico exigen diversos grados de habilidad, pero pocas tan complicadas de cultivar como la capacidad de llegar a un diagnóstico correcto<sup>11</sup>.

Usualmente el médico se desempeña con base en la evidencia científica, con genuina preocupación por las personas con problemas de salud, pero de ninguna manera es perfecto; hay errores en la práctica clínica en todos los niveles de la atención médica. Aunque dichos errores no pueden eliminarse ni evitarse por completo, entender su naturaleza ayuda a minimizarlos, y a pesar del daño que causan, son lecciones importantes que ayudan a mejorar lo que se sabe y hace. El error ha sido y será el acompañante infaltable de la labor médica. Actualmente el desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación permite incorporar en la enseñanza de la medicina, así como en la práctica clínica, sistemas de apoyo expertos que pueden ayudar a disminuir el error.

En el programa de Informática Biomédica (IB) II del Plan de Estudios 2010 de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)<sup>13</sup>, se abordan los temas del error médico y el razonamiento clínico, entre otros relacionados con la seguridad del paciente. IB es un campo de conocimiento interdisciplinario que en el 2011 el “American Board of Medical Specialties” incorporó

formalmente como una subespecialidad clínica en los Estados Unidos<sup>12</sup>. Los Sistemas de Apoyo a las Decisiones Clínicas (SADC) se definen como “cualquier sistema electrónico que ayuda al personal de salud en la toma de decisiones clínicas, utilizando las características individuales de los pacientes para generar evaluaciones y recomendaciones específicas que se presentan a los profesionales para su consideración”<sup>13</sup>. Como herramientas de apoyo intentan sobre todo disminuir la probabilidad de errores en las etapas del proceso diagnóstico que pueden llevar a intervenciones terapéuticas inadecuadas, con consecuencias negativas y costos importantes para los pacientes<sup>14,15</sup>. También se utilizan para detectar a tiempo enfermedades prevenibles o evitar eventos adversos<sup>16</sup>. El objetivo es ayudar –nunca sustituir– al clínico<sup>17</sup> y aliviarlo de la carga administrativa<sup>18</sup>. Los SADC ofrecen sugerencias, pero el clínico debe filtrar la información y decidir con base en la evidencia qué acción tomar. Si bien, los resultados de varios estudios en general, indican el potencial de los SADC para mejorar la calidad de la atención, es necesario realizar más investigación<sup>19-22</sup>.

En la asignatura de IB se utiliza un SADC denominado DXplain, que utiliza un conjunto de datos clínicos (signos, síntomas y resultados de pruebas de laboratorio) para producir una lista de hipótesis diagnósticas dentro de 2 categorías: enfermedades comunes y raras<sup>23-25</sup>. DXplain ha demostrado ser una ayuda apreciada por residentes de medicina interna<sup>26</sup>, otros estudios han indicado que los estudiantes con acceso a Iliada, otro SADC, obtienen mejores resultados en la precisión diagnóstica que aquellos sin acceso<sup>27-28</sup>. Un estudio en residentes de Medicina Familiar mostró incremento en la precisión diagnóstica con el uso de DXplain lo que deriva en la disminución de errores médicos y mejora en la seguridad del paciente y la calidad de la atención médica<sup>29</sup>. También el uso de DXplain puede ser útil en intervenciones educativas como material didáctico y en la práctica clínica para mejorar el proceso diagnóstico<sup>30</sup>. El material didáctico se define como productos diseñados o seleccionados para ayudar en los procesos de aprendizaje. Se agrupan en: a) soporte papel: (textos, folletos), b) técnicas blandas: (pizarras, rotafolio), c) audiovisuales y medios de comunicación: (radio, televisión, vídeo) y d) siste-

mas informáticos: (paquetes integrados, sistemas multimedia) <sup>31</sup>. El DXplain corresponde al último grupo de la clasificación de materiales didácticos.

Este trabajo exploró la opinión de los estudiantes de IB II sobre el uso de DXplain como material didáctico para el análisis de casos clínicos.

## MÉTODO

Se realizó un estudio observacional con un método mixto secuencial.

### Contexto y participantes

Al inicio de la asignatura de IB II del Plan 2010 de la Facultad de Medicina de la UNAM se dio acceso al Sistema DXplain durante su curso obligatorio de un semestre a 3,132 estudiantes de 3 generaciones: 2012 (1,004); 2013 (1,046) y 2014 (1,082). El SADC DXplain es una unidad temática que forma parte del programa académico de la asignatura que es teórica y práctica. A todos los estudiantes se les dio instrucciones sobre cómo acceder y utilizar el sistema. El acceso se obtiene a través de una liga web en la que se introduce una contraseña personalizada. Durante las clases, los 56 docentes presentaban los beneficios y las principales características de la utilización de los SADC y en específico de Dxplain, que integra información clínica para la atención médica. Se guió a los estudiantes para conocer la herramienta de DXplain por medio del tutorial del programa. Posteriormente, durante las siguientes sesiones de la asignatura de IB II (9 sesiones de 2 horas cada una), se presentaron casos clínicos para integrar los temas subsecuentes y a su vez se utilizó el DXplain como material didáctico para determinar los diagnósticos diferenciales de los casos estudiados.

### Instrumentos de recolección de información

Al final del curso, se solicitó a todos los estudiantes responder un cuestionario en línea integrado por 12 enunciados con 4 opciones de respuesta: muy inadecuado, inadecuado, adecuado y muy adecuado. Dicho cuestionario tomó como referencia el utilizado por Bauer<sup>26</sup>, el cual contiene nueve reactivos que se aplicaron a residentes de medicina interna, los cuales fueron traducidos y modificados por un grupo de expertos, 7 profesores médicos, pedagogos, y psicólogos con más de 5 años de experiencia docente,

con estudios de posgrado en educación. Se revisaron los archivos de registro del uso de DXplain; las direcciones de correo electrónico proporcionadas estaban vinculadas a estudiantes individuales, lo que permitió el mapeo del uso de DXplain.

Se realizó la prueba  $\chi^2$  para el análisis estadístico. En la generación 2012, con base en los resultados del cuestionario, se elaboró una guía semiestructurada para realizar grupos focales con los estudiantes y comprender e interpretar de mejor manera las respuestas obtenidas. Las sesiones fueron concertadas y grabadas con la anuencia de los participantes. Los grupos fueron moderados por dos investigadoras que no mantenían relación previa con los participantes. La grabación del intercambio comunicativo no sólo aportó en torno a las percepciones relacionadas con los temas planteados, sino que también permitió examinar dinámicas de consenso y disenso. Con los 3 grupos focales realizados se llegó al punto de saturación.

Para el análisis de los datos, se transcribieron los testimonios de los grupos focales, se definieron categorías iniciales derivadas de los temas de la guía de entrevista, que se ajustaron conforme se revisaron los testimonios. Se codificaron los testimonios y se agruparon por categorías para posteriormente compararlas y realizar su interpretación.

### Consideraciones éticas

Se realizaron reuniones informativas con los estudiantes en las que se les explicó el objetivo de la investigación, a partir de lo cual se les invitó a participar voluntariamente y se mantuvo el anonimato de la información de los estudiantes.

## RESULTADOS

De los 3,132 estudiantes a quienes se les pidió completaran el cuestionario, 3,013 lo respondieron en su totalidad (96.2%). En la **tabla 1** se ordenaron los enunciados de mayor a menor puntuación considerando la sumatoria del porcentaje de las opciones de respuesta adecuado y muy adecuado. Los 4 enunciados con puntuación mayor al 90% (opciones: adecuado y muy adecuado) fueron: “Recomendaría el programa DXplain para los estudiantes en su aprendizaje de la medicina” (92.3%); “La operación y manejo de DXplain fue...” (92%); “Los conocimientos

**Tabla 1.** Evaluación de DXplain por opinión de los estudiantes en el curso de Informática Biomédica II durante 3 generaciones\* (generaciones 2012-2014)

	Muy inadecuado		Inadecuado		Adecuado		Muy adecuado		Sin respuesta		Global	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
¿Recomendaría el programa DXplain para los estudiantes en su aprendizaje de la medicina?	24	0.8	103	3.3	945	30.2	1945	62.1	115	3.6	3132	100
La operación y manejo de DXplain fue:	26	0.8	113	3.6	1114	35.6	1767	56.4	112	3.6	3132	100
Los conocimientos y habilidades adquiridos sobre el DXplain fueron:	20	0.6	147	4.7	1194	38.1	1651	52.7	120	3.9	3132	100
La capacidad didáctica de los profesores para facilitar el aprendizaje de DXplain fue:	29	0.9	135	4.3	1151	36.7	1691	54	126	4.1	3132	100
Los conocimientos de los profesores en el manejo de DXplain fueron:	31	1	165	5.3	1246	39.8	1570	50.1	120	3.8	3132	100
Los ejercicios planteados en la asignatura, fueron resueltos mediante el uso de DXplain de forma:	36	1.1	196	6.3	1367	43.6	1416	45.2	117	3.8	3132	100
El uso de DXplain para lograr los objetivos de la asignatura fue:	38	1.2	233	7.4	1279	40.8	1459	46.6	123	4	3132	100
La interfaz de DXplain fue:	60	1.9	240	7.7	1334	42.6	1386	44.3	112	3.5	3132	100
La toma de decisiones en los casos clínicos analizados con DXplain fue:	46	1.5	239	7.6	1256	40.1	1465	46.8	126	4	3132	100
La aplicación de los recursos de DXplain en otras asignaturas fue:	45	1.4	276	8.8	1204	38.4	1484	47.4	123	4	3132	100
El tiempo dedicado en la asignatura para el uso de DXplain fue:	61	1.9	288	9.2	1329	42.4	1333	42.6	121	3.9	3132	100
La inclusión del programa DXplain en la asignatura de Informática Biomédica fue:	80	2.6	279	8.9	1305	41.7	1353	43.2	115	3.6	3132	100

n: número de estudiantes; n total: 3132. Chi cuadrada.

\*  $p < 0.05$

%; porcentaje de estudiantes.

y habilidades adquiridos sobre el DXplain fueron...” (90.8%) y, “La capacidad didáctica de los profesores para facilitar el aprendizaje de DXplain fue...” (90.7%).

El enunciado con la menor puntuación fue: “La inclusión del programa DXplain en la asignatura de Informática Biomédica fue...” (84.9%). Menos del 10% de los estudiantes consideraron inadecuados los enunciados explorados. Las diferencias en todos los enunciados fueron estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ). En cuanto al uso de DXplain, por parte

de los estudiantes, se observó que los casos clínicos y los ejercicios planteados en la asignatura fueron resueltos adecuadamente mediante el uso de DXplain en el 88.8% de las veces, lo que permitió el logro de los objetivos de la asignatura en un porcentaje muy elevado según la opinión de los estudiantes.

En relación con los grupos focales, se realizaron 3, con los cuales se llegó al punto de saturación: con 10, 12 y 8 estudiantes, respectivamente. En total participaron 30 alumnos. Se identificó que valoraron de manera positiva el software DXplain.

Lo consideraron una herramienta útil para obtener información médica que apoya al diagnóstico, además les entusiasmó el acercarse a la práctica clínica futura. Comentaron que una vez que conocieron y manejaron este recurso sería satisfactorio contar con él de manera permanente, incluso expresaron que estaban dispuestos a cooperar económicamente para obtenerlo. Al triangular los resultados cuantitativos y cualitativos, se encontraron 3 categorías relacionadas con el uso del DXplain: 1) profesores que apoyan su uso, 2) motivación para el razonamiento clínico y 3) utilidad para el aprendizaje.

## DISCUSIÓN

En este estudio se exploraron varios aspectos de la implementación del DXplain como material didáctico en un curso de Informática Biomédica en la licenciatura de medicina. Una fortaleza radicó en el análisis cualitativo de los comentarios sobre el DXplain, que permitió ahondar y explicar por qué los estudiantes evaluaron el sistema de manera positiva. Otro punto sólido de este trabajo fue la alta tasa de respuesta de 98%, además del número de participantes.

En relación con la primer categoría encontrada (profesores que apoyan el uso del DXplain), los siguientes testimonios de estudiantes de IBII explican el alto porcentaje de respuesta al reactivo “La capacidad didáctica de los profesores para facilitar el aprendizaje de DXplain fue...” (90.7%).

- “[...] creo que tuvimos un excelente profesor aparte de doctor, creo que nos facilita acercarnos con la tecnología a los contenidos del programa”.
- “Lo positivo es que los docentes nos acercan a la tecnología como el DXplain, cosas que en medicina puedes explotar y eso está muy bien, porque la tecnología te facilita mucho y es más sencillo”.

Es evidente que los profesores requieren ser capacitados en este SADC y preferentemente usarlo rutinariamente en su práctica clínica. Lo cual acrecentaría su aceptación en los estudiantes y en los clínicos.

Respecto a la segunda categoría identificada en la triangulación de los datos: motivación para el razonamiento clínico, los estudiantes expresaron que el DXplain fue una herramienta que les despertó inte-

rés porque es un acercamiento atractivo a la práctica clínica. Tres testimonios que lo ejemplifican son:

“Considero interesantes los videos con casos clínicos y motivante el uso del software DXplain”.

- “El DXplain es una muy buena herramienta para el aprendizaje”.
- “[...] lo que más me gustó es que te da una visión sobre información médica de diagnóstico”.

Estas expresiones fundamentaron la respuesta de aceptación del reactivo “Los conocimientos y habilidades adquiridos sobre el DXplain fueron” (90.8%). De tal manera que se motivan para aplicar los conceptos actuales sobre razonamiento clínico, relevante para el médico general<sup>31</sup>.

La tercera categoría, utilidad para el aprendizaje, está relacionada con las respuestas a los reactivos “Recomendaría el programa DXplain para los estudiantes en su aprendizaje de la medicina (92.3%)” y “La operación y manejo de DXplain fue...” (92%). El hecho de que un gran porcentaje de estudiantes recomendaría el programa DXplain para el aprendizaje de la medicina, se debió a que ellos lograron el objetivo de la unidad temática con el apoyo del DXplain; también porque fue valorado como una ayuda útil para el diagnóstico diferencial, una buena herramienta para apoyar el razonamiento clínico y para comprender la importancia de las necesidades de los pacientes. Los siguientes testimonios hablan de ello:

- “[...] hay un nuevo programa muy útil para los diagnósticos diferenciales, que aporta muchísimo”.
- “[...] me ha ayudado éticamente, he estado pensando más en el paciente y en qué puedo hacer, sí ayuda”.

Por la utilidad para el aprendizaje, los estudiantes reconocieron la necesidad de contar con DXplain a lo largo de la carrera de medicina ya que es un apoyo para realizar diagnósticos diferenciales y reflexionar sobre los casos clínicos. Los testimonios que a continuación se presentan, enfatizan esta utilidad:

- “[...] me dijo un profesor que el DXplain sólo estaría disponible este año, entonces creo que

estaría muy padre que nos dieran la oportunidad de tenerlo como herramienta permanente”.

- “[...] pensé que el DXplain siempre estaría disponible ...tal vez sí es caro, sugiero que ustedes paguen una parte y nosotros otra, porque empiezas a manejar síntomas”.

En relación con el enunciado sobre la inclusión del programa DXplain en la asignatura de IB, el cual tuvo la menor puntuación, puede deberse a que algunos estudiantes comentaron en los grupos focales, que les gustaría que esta asignatura se cursara en tercer o cuarto año de la licenciatura, cuando tienen la oportunidad de mayor aplicación del DXplain en el área clínica. Investigaciones relacionadas con el ámbito clínico señalan que el éxito de un SADC, radica en su aplicación y en una cuidadosa planificación<sup>31,32</sup>.

Es relevante destacar que todos los testimonios hicieron una referencia positiva de la experiencia del uso del DXplain. Se recomienda utilizarlo como material didáctico porque no sólo fue fuente de motivación al introducir al estudiante al campo de la clínica, sino también un apoyo para su formación, dado que entre sus ventajas se encuentra el especificar los síntomas característicos de diversas enfermedades, además de acceder a mayor información de cada enfermedad, por medio de vínculos digitales.

Una limitación de este estudio fue que no se consideró la opinión de los profesores, lo que hubiera permitido una mayor comprensión sobre el uso de DXplain como material didáctico. Sin embargo, consideramos que esta línea de investigación abre nuevas posibilidades de estudio con el uso de DXplain, comparando estudiantes novatos con los más avanzados y profesores, entre otras.

## CONCLUSIONES

El DXplain es un material didáctico importante para el aprendizaje significativo de los estudiantes y a su vez, promueve la integración del currículo al utilizarse en diversas asignaturas<sup>32</sup>. Se recomienda introducirlo tanto en fases tempranas de la formación médica, como en los cursos clínicos, donde su aplicación es mayor. A la mayoría de los estudiantes encuestados les gustaría tener acceso futuro al sistema.

La opinión de los estudiantes fue muy favorable en relación con el uso de DXplain como material didáctico. El uso de plataformas como DXplain debe tener un proceso de implementación eficiente y usarse como complemento en el desarrollo del razonamiento clínico para la solución de problemas de salud<sup>33</sup>.

## CONTRIBUCIÓN INDIVIDUAL

- AIMF: Desarrollo de la investigación, análisis cuantitativo y redacción de la primera versión del manuscrito.
- TVV: Diseño del estudio, análisis cualitativo, revisión del manuscrito.
- AMG: Diseño del estudio y revisión del manuscrito.
- MSM: Desarrollo de la investigación y revisión del manuscrito.

## AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes de la Facultad de Medicina participantes en el estudio.

## PRESENTACIONES PREVIAS

Ninguno.

## FINANCIAMIENTO

Ninguno.

## CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno. 🔍

## REFERENCIAS

1. Brennan TA, Leape LL, Laird N, Hebert L, Localio AR, Lawthers A, et al. Incidence of Adverse Events and Negligence in Hospitalized Patients Results of the Harvard Medical Practice Study. *N Engl J Med.* 1991;324:370-376.
2. WHO, Walton M, Woodward H, Van Staaldunin S, Lemer C, Greaves F, et al. The WHO patient safety curriculum guide for medical schools. *Qual Saf Health Care.* 2010;19:1-258.
3. Aranaz-Andrés JM, Aibar-Remón C, Vitaller-Burillo J, Requena-Puche J, Terol-García E, Kelley E, et al. Impact and preventability of adverse events in Spanish public hospitals: results of the Spanish National Study of Adverse Events (EN-EAS). *Int J Qual Health Care.* 2009;21:408-14.
4. Aranaz-Andrés JM, Aibar-Remón C, Limón-Ramírez R, Amarrilla A, Restrepo FR, Urroz O, et al. Prevalence of adverse events in the hospitals of five Latin American countries: results of the 'Iberoamerican Study of Adverse Events' (IBEAS). *BMJ Qual Saf.* 2011;20:1043-51.
5. Ministerio de Sanidad y Consumo. Estudio APEAS. Estudio

- sobre la seguridad de los pacientes en atención primaria de salud. Ministerio de Sanidad y Consumo: Madrid; 2008.
6. Britten N, Stevenson FA, Barry CA, Barber N, Bradley CP. Misunderstandings in prescribing decisions in general practice: qualitative study. *Br Med J.* 2000;320:484-8.
  7. Guly HR. Diagnostic errors in an accident and emergency department. *Emerg Med J.* 2001;18:263-9.
  8. Runciman WB, Roughhead EE, Semple SJ, Adams RJ. Adverse drug events and medication errors in Australia. *Int J Qual Heal Care.* 2003;15:49i-59.
  9. Barrows HS, Feltovich PJ. The clinical reasoning process. *Med Educ.* 1987;21:86-91.
  10. Eva KW, Hatala RM, Leblanc VR, Brooks LR. Teaching from the clinical reasoning literature: combined reasoning strategies help novice diagnosticians overcome misleading information. *Med Educ.* 2007;41:1152-8.
  11. Norman G. Building on Experience — The Development of Clinical Reasoning. *N Engl J Med.* 2006;355:2251-2.
  12. Shortliffe EH. President's column: subspecialty certification in clinical informatics. *J Am Med Inform Assoc.* 2011;18:890-1.
  13. Kawamoto K, Houlihan CA, Balas EA, Lobach DF. Improving clinical practice using clinical decision support systems: a systematic review of trials to identify features critical to success. *BMJ.* 2005;330:765.
  14. Elkin PL, Liebow M, Bauer BA, Chaliki S, Wahner-Roedler D, Bundrick J, et al. The introduction of a diagnostic decision support system (DXplain™) into the workflow of a teaching hospital service can decrease the cost of service for diagnostically challenging. *Int J Med Inform.* 2010;79:772-7.
  15. Schiff GD, Kim S, Abrams R, Cosby K, Lambert B, Elstein AS, et al. Diagnosing Diagnosis Errors: Lessons from a Multi-institutional Collaborative Project. Agency for Healthcare Research and Quality (US), 2005. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21249820>.
  16. Garg AX, Adhikari NKJ, McDonald H, Rosas-Arellano MP, Devereaux PJ, Beyene J, et al. Effects of computerized clinical decision support systems on practitioner performance and patient outcomes: a systematic review. *JAMA.* 2005;293:1223-38.
  17. Miller RA, Masarie FE. The demise of the 'Greek Oracle' model for medical diagnostic systems. *Methods Inf Med.* 1990;29:1-2.
  18. Aspden P, Bootman JL, Cronenwett LR. Preventing Medication Errors (Quality Chasm Series.) By the Committee on Identifying and Preventing Medication Errors and the Board on Health Care Services. The National Academies Press, 2007. doi:10.17226/11623.
  19. Trowbridge R, Weingarten S. Chapter 53. Clinical Decision Support Systems. AHRQ. 2001. Disponible en: <https://archive.ahrq.gov/clinic/ptsafety/chap53.htm>.
  20. Ammenwerth E, Schnell-Inderst P, Machan C, Siebert U. The effect of electronic prescribing on medication errors and adverse drug events: a systematic review. *J Am Med Inform Assoc.* 2008;15:585-600.
  21. Eslami S, Abu-Hanna A, de Keizer NF. Evaluation of outpatient computerized physician medication order entry systems: a systematic review. *J Am Med Inform Assoc.* 2007;14:400-6.
  22. Wolfstadt JI, Gurwitz JH, Field TS, Lee M, Kalkar S, Wu W, et al. The effect of computerized physician order entry with clinical decision support on the rates of adverse drug events: a systematic review. *J Gen Intern Med.* 2008;23:451-8.
  23. Barnett GO, Cimino JJ, Hupp JA, Hoffer EP. DXplain: An Evolving Diagnostic Decision-Support System. *JAMA J Am Med Assoc.* 1987;258:67-74.
  24. Feldman MJ, Octo Barnett G. An approach to evaluating the accuracy of DXplain. *Comput Methods Programs Biomed.* 1991;35:261-6.
  25. Hoffer EP, Feldman MJ, Kim RJ, Famiglietti KT, Barnett GO. DXplain: Patterns of Use of a Mature Expert System. *AMIA Annu Symp Proc.* 2005:321-5.
  26. Bauer BA, Lee M, Bergstrom L, Wahner-Roedler DL, Bundrick J, Litin S, et al. Internal medicine resident satisfaction with a diagnostic decision support system (DXplain) introduced on a teaching hospital service. *Proc AMIA Symp.* 2002:31-5.
  27. Lincoln MJ, Turner CW, Haug PJ, Warner HR, Williamson JW, Bouhaddou O et al. Iliad training enhances medical students' diagnostic skills. *J Med Syst.* 1991;15:93-110.
  28. Grum CMC, Miller JGJ, Wolf FMF. Computer-based problem solving for primary-care diagnosis in an internal medicine clerkship. *Acad Med.* 1994;69:429-30.
  29. Martínez-Franco AI, Sánchez-Mendiola M, Mazon-Ramírez JJ, Hernández-Torres I, Rivero-Lopez C, Spicer T et al. Diagnostic accuracy in Family Medicine residents using a clinical decision support system (DXplain): a randomized-controlled trial. *Diagnosis.* 2018;0. doi:10.1515/dx-2017-0045.
  30. Martínez-González A, Lifshitz-Guinzberg A, Trejo-Mejía JA, Torruco-García U, Fortoul-van der Goes TITI, Flores-Hernández F et al. Diagnostic and formative assessment of competencies at the beginning of undergraduate medical internship. *Gac Med Mex.* 2017;153:6-15.
  31. Sánchez-Mendiola M, Martínez-Franco AI, Rosales-Vega A, Villamar-Chulin J, Gatica-Lara F, García-Durán R et al. Development and implementation of a biomedical informatics course for medical students: challenges of a large-scale blended-learning program. *J Am Med Inform Assoc.* 2013;20:381-7.
  32. Childs S, Blenkinsopp E, Hall A, Walton G. Effective e-learning for health professionals and students-barriers and their solutions. A systematic review of the literature-findings from the HeXL project. *Health Info Libr J.* 2005;22:20-32.
  33. Kanthan R, Senger JL. The impact of specially designed digital games-based learning in undergraduate pathology and medical education. *Arch Pathol Lab Med.* 2011;135:135-42.