

La identificación de la anatomía quirúrgica mediante TIC: comparación entre dos formas de evaluación

Gerardo Chávez Saavedra^{a,*}, Carlos Hidalgo Valadez^b, José Jorge Maldonado Salas^c, Dalila Monserrat Rodríguez Arvizu^c, Rubén Alejandro Gersenowies Sánchez^d

Facultad de Medicina



Resumen

Introducción: Tradicionalmente la evaluación de las competencias necesarias para la ejecución de procedimientos quirúrgicos exitosos en residentes de cirugía general se centró en exámenes escritos. Incluso aquellos intentos por medir la capacidad para identificar la anatomía quirúrgica han sido parciales y subjetivos. Incorporar el uso de TIC en las evaluaciones permite, mediante la promoción simultánea de la alfabetización digital, crear una evaluación complementaria que demuestra el verdadero grado de aprendizaje, sin la necesidad de exponer al paciente a riesgos innecesarios.

Objetivo: Proponer una evaluación complementaria para medir la capacidad del cirujano en formación para la

identificación de las estructuras anatómicas con relevancia quirúrgica incorporando el uso de TIC.

Método: Se realizó un estudio experimental a 30 residentes, de segundo a cuarto año, de la especialidad de cirugía general sobre anatomía quirúrgica. Se comparó un Grupo A de 15 residentes a los que se les aplicó una evaluación escrita con preguntas de opción múltiple vs un grupo B de 15 residentes a los que se les aplicó una evaluación basada en un *software* especializado de anatomía (Essential Anatomy[®]) en tabletas electrónicas.

Resultados: La edad media de los residentes fue de 27 años (*millennials*), 67% del género masculino y 33% del femenino. El Grupo A obtuvo una calificación global significativamente menor ($\bar{X} = 6.0333$) en comparación

^aLaboratorio de Morfología, Departamento de Medicina y Nutrición, División de Ciencias de la Salud, Campus León, Universidad de Guanajuato, México.

^bRectoría, Campus León, Universidad de Guanajuato, México.

^cLaboratorio de Destrezas Quirúrgicas Básicas, Departamento de Medicina y Nutrición, División de Ciencias de la Salud, Campus León, Universidad de Guanajuato, México.

^dEstudiante de la Licenciatura de Médico Cirujano, Departamento de Medicina y Nutrición, División de Ciencias de la Salud, Campus León, Universidad de Guanajuato, México.

Recibido: 21-agosto-2017. Aceptado: 21-marzo-2018.

*Autor para correspondencia: Gerardo Chávez Saavedra. Blvd. Puente Milenio 1001, Fracción del Predio San Carlos, CP 37670 León, Gto. Teléfono: 01 477 267 4900, ext.: 3682.

Correo electrónico: g.chavezsaavedra@ugto.mx

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

2007-5057/© 2019 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

<http://dx.doi.org/10.22201/facmed.20075057e.2019.30.1760>

con la obtenida por el Grupo B ($\bar{X} = 8.0467$). Ello es probablemente debido a que los residentes están más familiarizados con la anatomía quirúrgica en vivo, propia de las actividades prácticas dentro de quirófano, que con la anatomía quirúrgica de la literatura.

Conclusiones: Es posible utilizar una evaluación complementaria basada en TIC, fuera del quirófano y segura para el paciente, para medir la capacidad de identificar la anatomía quirúrgica en residentes de cirugía general.

Palabras clave: *Tecnologías de la información y la comunicación; Educación quirúrgica; Competencias; Anatomía quirúrgica; Evaluación quirúrgica.*

© 2019 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Evaluation of surgical anatomy identification using ICT on surgical residents

Abstract

Introduction: Traditionally the evaluation of the competences necessary for the execution of successful surgical procedures in residents of general surgery had centered on written exams. Even those attempts for measuring the aptitude to identify the surgical anatomy have been partial and subjective. To incorporate the use of TIC in the evaluations allows, by means of the simultaneous promotion of the digital literacy, to create a complementary evaluation that demonstrates the real degree of learning, without the need to expose the patient to unnecessary risks.

Objective: To propose a complementary evaluation to measure the capacity of the surgeon in training for the identification of the anatomical structures with surgical relevancy incorporating the use of TIC.

Method: An experimental trial was realized to 30 residents, from second to fourth year, of the general surgery residency program on surgical anatomy. It was compared a Group A with 15 residents to whom it was applied a written evaluation with questions of multiple option with a Group B of 15 residents to whom it was applied an evaluation based on a specialized software of anatomy (Essential Anatomy) within electronic tablets.

Results: The middle ages of the residents were 27 years (millennials), 67% corresponds to the masculine gender and 33 % to the feminine gender. The Groupe A obtain a global significantly minor qualification ($\bar{X} = 6.0333$) in comparison with the one obtained by the Group B ($\bar{X} = 8.0467$). It is due probably since the residents are more acquainted with the in vivo surgical own(proper) anatomy of the practical activities inside operating room, that with the surgical anatomy of the literature.

Conclusions: It is possible to use a complementary evaluation based on ICT, out of operating room and safe for the patient, to measure the ability to identify the surgical anatomy in residents of general surgery.

Keywords: *Information and communication technologies; Surgical education; competences; Surgical anatomy; Surgical evaluation.*

© 2019 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

INTRODUCCIÓN

El principal objetivo en la formación del médico residente de cirugía general es preparar profesionales con competencias cognitivas, técnicas y actitudinales requeridas para satisfacer las necesidades en salud sobre padecimientos médicos y quirúrgicos de la sociedad¹. Esto no solo se limita a la comprensión de conceptos teóricos acerca de la anatomía, las patologías quirúrgicas y las técnicas; también es

imprescindible contar con habilidades psicomotoras visuoespaciales para ejecutar adecuadamente dichas técnicas. Es decir, el *saber hacer* resulta fundamental en cirugía y muchas veces toma un papel preponderante sobre el *saber* y el *saber ser*.

Tradicionalmente, la evaluación del aprendizaje sobre la ejecución de procedimientos quirúrgicos se limitó por mucho tiempo al examen escrito y la observación directa bajo criterios y escalas rara vez

validadas y, por tanto, subjetivas. También su implementación ha sido inconsistente y variable entre los diferentes hospitales². No tiene un carácter formativo basado en el dominio de la técnica. Mucho menos integra el uso de las nuevas tecnologías en la caracterización de las competencias adquiridas. Los métodos tradicionales, si bien fueron ampliamente utilizados durante el último siglo, en la actualidad se sabe que no reflejan el aprendizaje real. Todo ello puede contribuir a disminuir el nivel de desempeño del residente y ocasionar a la pérdida de interés en el aprendizaje³.

Aunado a lo anterior, hoy existe mayor presión social y legal para alcanzar niveles definidos de competencia antes de que un egresado ejerza de manera autónoma¹. El fácil acceso de la sociedad del conocimiento a la información (verdadera o falsa) empoderó a los pacientes. Hay un evidente incremento en las demandas contra los médicos. La exigencia de certificaciones por consejos especializados y el cumplimiento de las normas oficiales o guías de práctica se volvieron más frecuentes.

Para poder alcanzar dichas exigencias, es necesario contar con métodos de evaluación complementarias que empaten con los estándares esperados para un cirujano competente. Incorporar el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) es pertinente porque evidencia el dominio de destrezas en ambientes similares a la realidad y promueve la alfabetización digital⁴.

La identificación de la anatomía quirúrgica forma parte de las competencias del *saber hacer* de todo cirujano. Se constituye sobre todo como una habilidad quirúrgica, más que una destreza médica⁵. La percepción correcta de aquellas estructuras con relevancia quirúrgica representa un primer paso acertado en toda cirugía⁶, porque garantiza que se está ejecutando en el lugar correcto.

Educación quirúrgica por competencias y TIC

Durante la formación del residente de cirugía, es fundamental el desarrollo de competencias que le permitirán enfrentar los diferentes retos en la atención del paciente quirúrgico. Es evidente que el cambio del paradigma educativo en el mundo globalizado, que también influyó en la educación quirúrgica, exi-

ja estrategias y técnicas didácticas basadas en dichas competencias⁷.

En la última década, los sistemas educativos en medicina se enfrentaron al reto de introducir las TIC a los programas de pre y posgrado⁸. Nadie discute hoy la necesidad de reorientar el aprendizaje hacia las competencias como un hecho indispensable. La discusión se centra más bien en cómo aterrizar este nuevo paradigma en el aprendizaje de las especialidades quirúrgicas.

¿Cómo utilizar las TIC para desarrollar competencias en residentes de cirugía general?

Primero, hay que conocer las TIC, sus ventajas y desventajas. Se define a las TIC como “una variedad de herramientas tecnológicas y recursos utilizados para comunicar, crear, difundir, almacenar y gestionar información”⁹, en este caso, específicamente en información sobre salud. Incluye dispositivos portátiles: *laptops*, *tablets*, teléfonos móviles inteligentes, etc. Algunas ventajas son la integración de múltiples medios (imágenes, sonido, video), interactividad, accesibilidad a información, portabilidad e interconectividad entre usuarios¹⁰. Algunas desventajas son la necesidad de instruir a los usuarios en su uso correcto⁴ para evitar su empleo en entretenimiento, ocio o abuso en el uso de redes sociales; otra es el costo de adquisición, mantenimiento y actualización; y en algunos casos la necesidad de mantener una conexión a internet.

La gran influencia que las TIC desarrollaron en la educación actual es debida a su rápida evolución e implementación en el uso cotidiano¹¹. Todo ello asociado a una fácil accesibilidad, en parte, derivada de la disminución en sus costos. Como herramientas docentes, se convirtieron en un atractivo modo de aprendizaje, logísticamente conveniente y mucho menos intimidante para el nativo digital que representa el estudiante contemporáneo.

La combinación de TIC con *software* especializado basado en modelos anatómicos digitales 3D interactivos, puede potenciar el desarrollo de la identificación de la anatomía quirúrgica. Ello debido a que muestra la constitución y relación espacial, estructuras anatómicas complejas, ayuda a mejorar las habilidades manuales y la coordinación, interactuando en un ambiente digital. En un estudio se

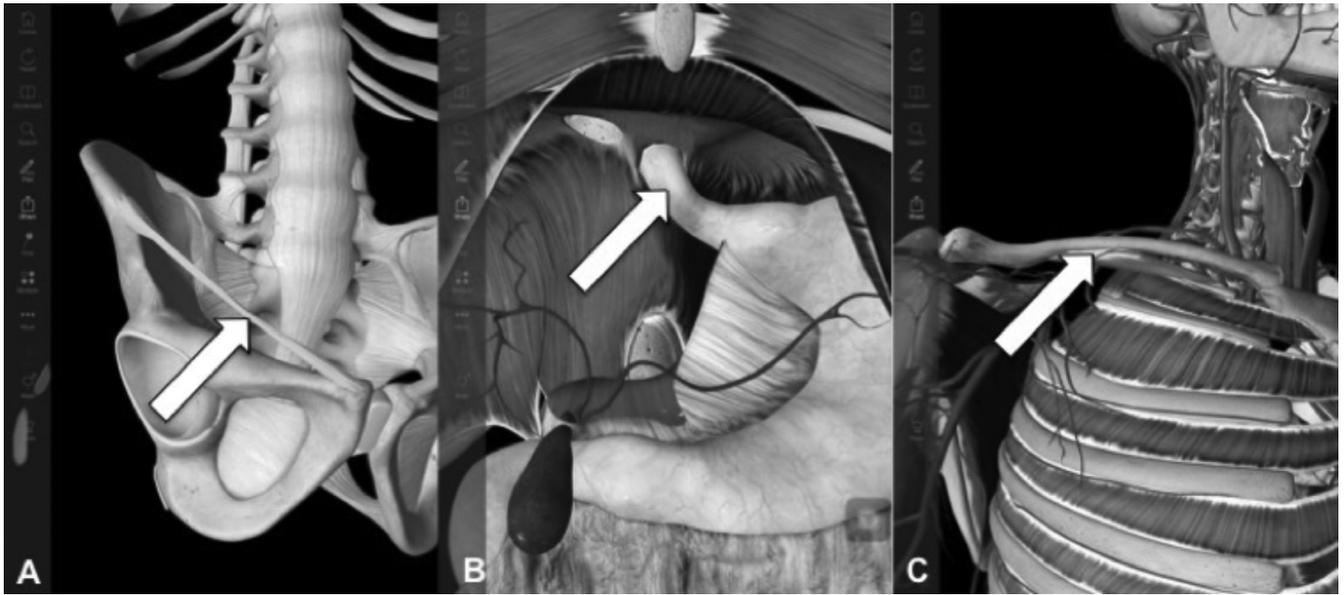


Figura 1. Ejemplos de estructuras anatómicas del modelo digital utilizadas en la evaluación alternativa.
A. Ligamento inguinal. B. Porción abdominal del esófago. C. Músculo subclavio

concluyó que los modelos multimedia 3D mejoran el aprendizaje de los estudiantes en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales en estudiantes de medicina¹².

A pesar del gran potencial que las TIC tienen en educación médica, aún prevalecen métodos tradicionales de enseñanza-aprendizaje. La instrucción tradicional de la anatomía mediante exposiciones, se asoció con debilidades significativas, incluyendo la dependencia excesiva del aprendizaje por la memoria¹³. La evaluación de los residentes quirúrgicos no siempre es formativa, a pesar de que el aprendizaje basado en el dominio es conveniente, en parte porque es difícil concebirla así en un quirófano. Pero si se realiza en un ambiente virtual, que simule la realidad de una sala de cirugía, es fácil entender cómo las TIC tienen un papel en la evaluación.

La respuesta entonces es que las TIC usadas como medio para implementar una evaluación formativa, propicia el desarrollo de competencias. Una evaluación así, además de incluir los recursos digitales, debe ser dinámica, flexible, permitir la coevaluación y autoevaluación para reflejar mejor el aprendizaje logrado¹⁴.

La combinación de una *tablet* con un *software* de modelos anatómicos 3D interactivos, puede re-

presentar una alternativa para evaluar habilidades y destrezas. Interactuar con el modelo para “disecar” digitalmente permite exponer aquellas regiones con relevancia quirúrgica. También es posible colocar marcadores sobre estructuras específicas e iniciar una evaluación (**figura 1**). Incluso se puede modificar la posición y el tamaño de las mismas para ofrecer una prueba dinámica.

OBJETIVO

El objetivo de la presente investigación es comparar un método tradicional de evaluación del cirujano contra una evaluación que integra el uso de TIC en un ambiente digital, como una alternativa que busca asemejar las condiciones encontradas en un evento quirúrgico real. Esto sin los inconvenientes y riesgos esperados al ejecutarla directamente sobre un paciente real. Se busca conocer la relación que existe entre ambas estrategias evaluativas, considerando que la primera tiene un enfoque teórico y la segunda un enfoque práctico, pero con un punto en común en la anatomía quirúrgica.

Finalmente, esta propuesta busca encontrar formas de aplicar las ventajas tecnológicas en la evaluación de competencias quirúrgicas propiamente.

MÉTODO

Se realizó un estudio experimental en 30 residentes, de segundo a cuarto año, de la especialidad de cirugía general sobre anatomía quirúrgica. Se comparó un Grupo A de 15 residentes a los que se les aplicó una evaluación escrita con preguntas de opción múltiple frente a un Grupo B de 15 residentes a los que se les aplicó una evaluación basada en un *software* especializado de anatomía (Essential Anatomy[®]), donde se incorporó el uso de tabletas electrónicas.

Grupo A

La evaluación aplicada se conformó por un total de 30 preguntas, con 5 opciones de respuesta cada una y de ellas una sola era la correcta. Cada pregunta proporcionó los conocimientos teóricos necesario a partir de los que era posible identificar la estructura correcta entre varias respuestas posibles. La escala de medición fue de 0 al 10.

Grupo B

La evaluación estuvo constituida por 30 reactivos basados cada uno en la identificación de la estructura anatómica marcada sobre un modelo anatómico digital en 3D interactivo mediante tableta electrónica. Cada reactivo se correspondía con la misma estructura evaluada en el Grupo A. Se permitió obtener más información mediante “disecciones” digitales habilitadas por el *software* entre planos, órganos, sistemas y aparatos, por parte de los residentes. La escala de medición fue de 0 al 10.

Para proporcionar el modelo digital se usó una aplicación interactiva de Anatomía (Essential Anatomy[®]) instalada en la tableta. A su vez, ésta se conectó vía inalámbrica (mediante Apple TV) a un proyector. La imagen dinámica proyectada se preparó por la interacción del evaluador con el *software*, permitiendo exponer las estructuras deseadas y marcarlas con un pin. La respuesta se basó en la identificación de la estructura sobre la que se colocó cada marcador.

La aplicación Essential Anatomy[®] es un *software* con una interface sencilla e intuitiva para el usuario. Previo a la aplicación de la prueba, se dio una instrucción de 5 minutos a los residentes para su uso y se respondieron las dudas relacionadas con el uso de la misma. En forma general no se presentó

dificultad en el uso de dicha herramienta digital por parte de los residentes.

Desarrollo de las herramientas de evaluación

Las herramientas de evaluación se elaboraron por los investigadores considerando las evaluaciones tradicionales usadas a nivel institucional, luego de revisar la literatura y de someterlas a revisión por 10 cirujanos que forman parte del cuerpo docente de la residencia en cirugía general, con más de 5 años de experiencia en docencia. Se buscó mantener la concordancia entre lo que se evaluó en el Grupo A y lo que se evaluó en el Grupo B.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales: Para la presente investigación no se realizaron experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos: Se declara que en este artículo no aparecen datos de los médicos residentes.

Derecho de privacidad y consentimiento informado: Se declara que en este artículo no aparecen datos de los médicos residentes. Todos los participantes tuvieron conocimiento de la finalidad de la investigación y su participación fue voluntaria.

RESULTADOS

Se estudiaron 30 médicos residentes con una edad media de 27 años, de los cuales el 67% corresponden al sexo masculino y 33% al sexo femenino (**figura 2**). Los participantes del Grupo A obtuvieron una calificación significativamente menor con la evaluación tradicional ($\bar{X} = 6.0333$, $EE = 0.26933$) que la obtenida por el Grupo B con el método de evaluación digital ($\bar{X} = 8.0467$, $EE = 0.25595$, $t(14) = -6.547$, $p < 0.0005$).

Con base en los resultados obtenidos de la aplicación de la prueba de T pareada (TP), se puede concluir de manera preliminar que la evaluación digital influye en la calificación, pues cuando se comparaban los promedios del Grupo A contra los del Grupo B, se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.0005$, $TP = -6.547$). Es decir, que ambas evaluaciones, a pesar de medir los conceptos similares, muestran una clara diferencia debido a que la evaluación del Grupo A lo hace desde la pers-

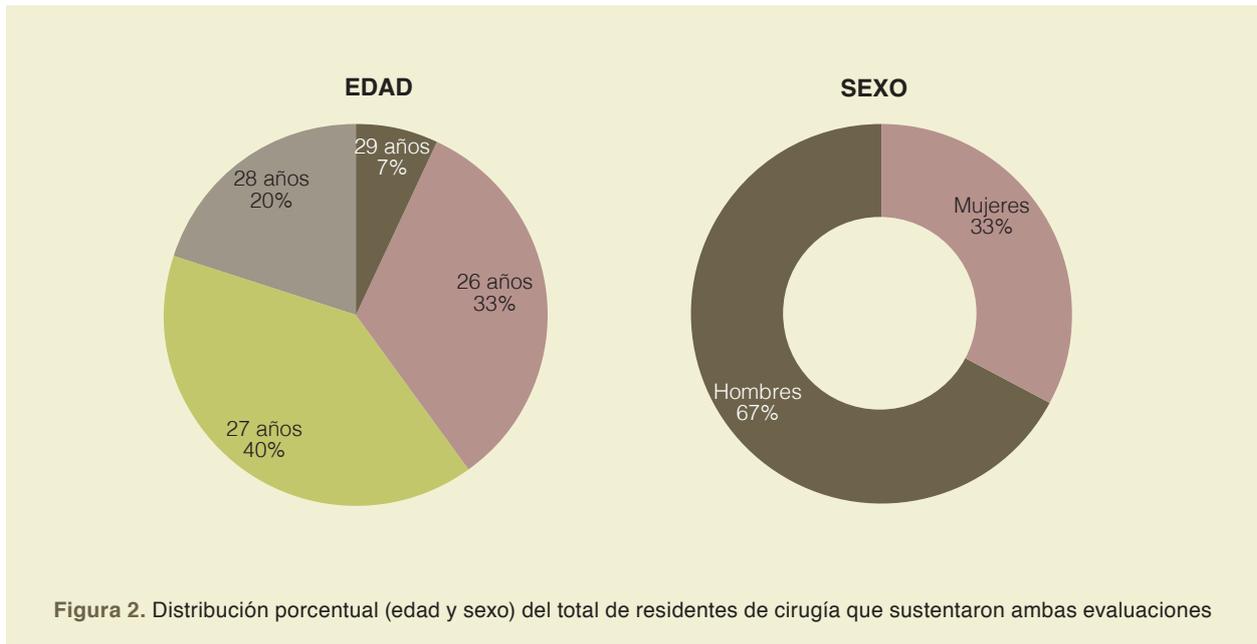


Tabla 1. a) Medidas de tendencia central y dispersión obtenidos en las diferentes evaluaciones. **b)** Pruebas de muestras relacionadas

A) Medidas de tendencia central y de dispersión		
Medidas	Evaluación tradicional	Evaluación con TIC
Media	6.0333	8.0467
Mediana	6	8.3
Moda	5, 6, 6.6, 7.3	8.3
Rango	3.3	4
Varianza	1.0881	0.9827
Desviación estándar	1.04312	0.99130
B) Prueba de muestras relacionadas		
Diferencia de medias		-2.01333
Desviación típica		1.19096
Error típico de la media		0.30750
gl		14
T de Student		-6.5473

pectiva de una competencia teórica, y la evaluación del Grupo B lo hace desde una perspectiva de una competencia práctica (**tabla 1**).

En la **figura 3** se compara gráficamente la dispersión de las calificaciones obtenidas de los dos grupos. Se observa que los residentes muestran un mejor desempeño en la identificación de las estructuras anatómicas evaluadas mediante el modelo interactivo. Para el Grupo A la calificación más alta fue de 7.6 y la más baja fue de 4.3 con una media de

6.03. Para el Grupo B la calificación más alta fue de 9.3 y la más baja de 5.3 con una media de 8.04.

DISCUSIÓN

El estudio demostró una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados de los dos grupos, a pesar de que se evaluaron estructuras anatómicas similares, con enfoques diferentes, pero equivalentes (**tabla 1**), considerando a la teoría como paso previo para su aplicación en la práctica. La probable expli-

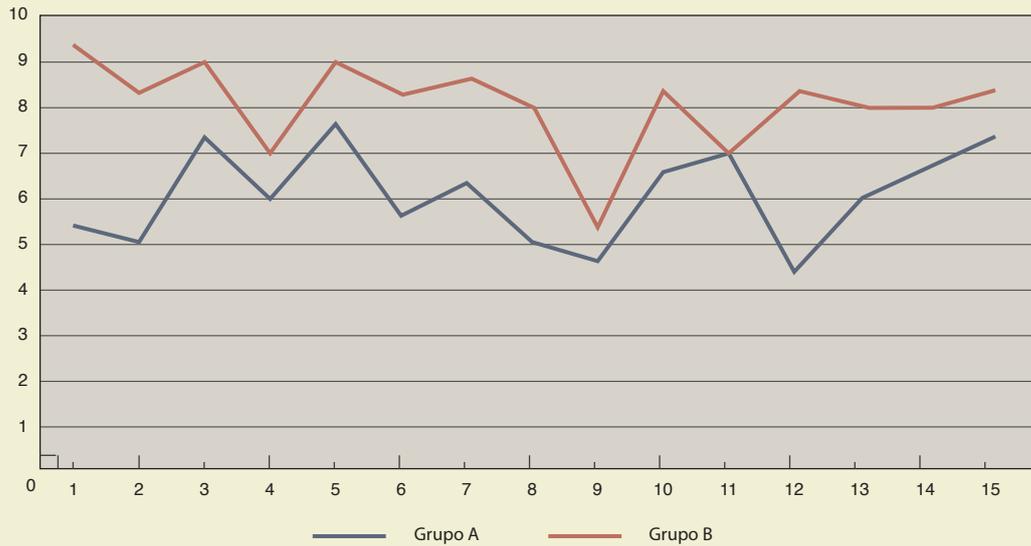


Figura 3. A. Dispersión de las calificaciones obtenidas por grupo

cación se basa en dos hechos: primero, que formas de evaluación diferente permiten medir competencias con enfoques diferentes (competencias declarativas y procedimentales), y por ello los resultados no pueden ser iguales; segundo, que la exposición continua a la anatomía quirúrgica en vivo dentro de las salas de quirófano, facilita al residente la identificación en directo y de manera visual de dichas estructuras, situación que se asemeja a lo mostrado por la herramienta digital.

La evaluación del Grupo A se orienta a demostrar el aprendizaje de competencias teóricas y conocimiento declarativo. La evaluación del Grupo B, por el contrario, evidencia el aprendizaje de competencias prácticas y conocimiento procedimental (habilidades y destrezas), elementos fundamentales en la construcción del aprendizaje del cirujano.

Los resultados también muestran que la calificación general fue mayor en el Grupo B en comparación con la del Grupo A (figura 3). Esto, como se comentó de manera previa, probablemente se dio debido a que el aprendizaje en las residencias quirúrgicas es predominantemente práctico, al desempeñarse completamente dentro de los hospitales y los quirófanos, Las actividades asistenciales y de

aprendizaje son simultáneas en jornadas de 12 por 36 horas; el aprendizaje teórico solo se le asignan formalmente de 1-2 horas por día, además de los espacios variables de discusión durante los pases de visita y el transquirúrgico.

Actualmente, en los hospitales escuela, la introducción de rúbricas, listas de cotejo y guías de observación en evaluaciones se ha hecho de forma variable e incompleta. Ello sucede principalmente al momento de alinear lo que se pretende evaluar con las competencias esperadas. El resultado es una determinación ineficiente e incompleta de los aprendizajes de un cirujano en su formación^{17,18}. Esto se hace más evidente si consideramos que las competencias quirúrgicas son diferentes de las competencias médicas de un especialista no quirúrgico.

La integración de las nuevas herramientas digitales y TIC en la evaluación de competencias médicas y quirúrgicas es aún parcial y controvertida. Este hecho determina la pertinencia de este estudio, visto como una propuesta general a partir de la cual se puedan mejorar su integración o desarrollar otras formas de aplicar dichas herramientas en la generación y medición de competencias.

Resulta difícil comprender que, aunque la mayor

parte de los residentes están familiarizados con el uso de las TIC y aceptan la implementación de estas en sus procesos de aprendizaje¹³, no se ha podido definir cómo implementarlas en un nuevo sistema de evaluación integral y justo. Las generaciones de residentes actuales (*millennials*), generan un reto en la educación médica actual¹⁹.

De acuerdo con los datos mostrados en la **figura 2**, los residentes se encuentran en esta generación de nativos digitales. Este hecho no debe ser menospreciado, porque ya se ha demostrado en otros estudios¹² que esta condición facilita la introducción de las herramientas digitales en educación médica. Simultáneamente, resulta probable que la mayoría de los evaluadores no sean nativos digitales. Todo esto crea una brecha que limita su introducción.

De acuerdo con Veloz et al.²⁰ se demostró que los residentes de ginecología tienen un acceso a las TIC cercano a un 100%, acceso a internet en un 86% y utilizan en promedio 2 horas diarias la computadora para actividades educativas. Podemos encontrar un punto en común en la similitud para aceptar y usar TIC en los residentes, lo que demuestra que, en términos generales, ellos están familiarizados con estas tecnologías y sería factible implementarlas como métodos de evaluación innovadores.

Hartranft et al.²¹ aplicaron un método de evaluación para los residentes con *quick notes* escritas por medio de las cuales se les retroalimentaba acerca de las áreas de oportunidad. Ello resultó en un promedio y un porcentaje de aceptación más elevado. Es decir, evaluaciones con uso de tecnología son bien aceptadas y puede valorar aspectos complementarios.

Yeh²², en su estudio, buscó las diferencias entre una evaluación tradicional y el uso de una plataforma interactiva en los aspirantes a residencias quirúrgicas. Se reportó una evaluación más completa y detallada con el uso de la plataforma en comparación con las evaluaciones tradicionales, que demuestra su viabilidad y conveniencia.

En el estudio de Eid et al.²³, mediante exámenes en línea a 74 residentes de cirugía para evaluar la interpretación de imágenes radiológicas, el 75% fueron respuestas correctas. Existe una semejanza con nuestro estudio, debido a que la anatomía radiológica es una variante anatomía, y su identificación

en imágenes mide una capacidad equivalente a la que nosotros estudiamos.

La intención del presente documento no es desestimar por completo el uso de la evaluación tradicional. Por el contrario, lo que se busca es definir el papel de esta evaluación para medir competencias médicas, complementado por una evaluación enfocada en aspectos prácticos. De esta forma, mostramos una propuesta para integrar el uso de TIC en la valoración de habilidades y destrezas, que facilite el reto de la educación médica futura.

Tampoco se afirma que la evaluación (con uso de TIC) desarrolla por sí sola habilidades o aprendizajes significativos en el residente de cirugía, ni que sea evidencia completa de suficiencia profesional, ni sustituye la identificación correcta de la anatomía quirúrgica en el quirófano; pero definitivamente es una forma innovadora de acoplar las evaluaciones mediante TIC a los nuevos estilos de aprendizaje en las generaciones actuales y futuras de médicos de especialidades quirúrgicas en formación.

CONCLUSIONES

Se encontró que los residentes de cirugía general evaluados, son en su totalidad generación *millennials*, es decir, nativos digitales. También se demostró que es posible evaluar la capacidad para identificar la anatomía quirúrgica en residentes de cirugía general, desde un enfoque práctico, mediante el uso de TIC y *software* especializado en anatomía.

Además, se encontró que una evaluación que incluye la medición de competencias procedimentales a través de TIC en la especialidad de cirugía general representa una forma de evaluación complementaria a las formas tradicionales. La aplicación de este método de evaluación resultó en una propuesta viable para medir las habilidades prácticas de los residentes de cirugía general, potencialmente reproducible en otras sedes hospitalarias y fuera del quirófano.

Finalmente, se sugiere la combinación de los nuevos métodos de evaluación, con los métodos tradicionales, no intentando sustituir los ya establecidos, sino complementándola para generar formas integrales y reales de medir el aprendizaje en médicos residentes.

CONTRIBUCIÓN INDIVIDUAL

- GCS: Diseño de estudio y aplicación de las evaluaciones.
- CHV: Contribución en discusión y conclusiones; revisión de diseño estadístico.
- JJMS: Asesoría continua en la evaluación por competencias de los residentes de cirugía.
- DMRA: Redacción de marco teórico; recopilación y análisis de datos estadísticos; interpretación y redacción de resultados.
- RAGS: Búsqueda constante de bibliografía; redacción de discusión y conclusiones.

AGRADECIMIENTOS

A los médicos residentes por su participación en el estudio.

FINANCIACIÓN

No hubo fuente de financiación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés. 

REFERENCIAS

1. Aggarwal R, et al. New Technologies for the Surgical Curriculum. *World J Sur.* 2008;32:213-6.
2. Hidalgo R, Reece K, Santamaría M, Auz P. Tecnologías de la información y comunicación (TICs) y simuladores como herramientas de aprendizaje. *Equinoccio Seri Acad.* 2008; 5:172-96.
3. Cooper AZ, Richards JB. Lectures for adult learners: Breaking old habits in graduate medical education. *Am J Med.* 2017;130(6):376-81.
4. García H, Navarro L, López M, Rodríguez M. Tecnologías de la Información y la Comunicación en salud y educación médica. *Edum.* [Internet] 2014 [Citado 25 Ene 2017];6(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-28742014000100018
5. Montesinos MR. Enseñanza de Cirugía Basada en Competencias en el Pregrado de Medicina. *Rev Argent Cirug.* 2013;104(2):77-85.
6. Sukan K, Abrahams P, Khurana A. The anatomy of anatomy: A review for Its Modernization. *Anat Sci Educ.* 2010;3:83-93.
7. Smith FCT, Greenwood SR. Modern ways to enhance surgical teaching skills. *Els Ltd Surg.* 2012;30(9):471-6.
8. Agámez S, Aldana M, Barreto V, Santana A, Caballero CV. Aplicación de nuevas tecnologías de la información en la enseñanza de la medicina. *Sal Uninorte.* 2009;25(1):150-71.
9. Mahakalkar C, et al. Students' Perception of the effectiveness of ICT use in improving teaching and learning in surgery. *JHSE.* 2014;1(1):1-8.
10. Blurton C. New directions of ICT-use in education. UNESCO World Communication and Information Report 1999-2000. [Internet]. 1999 [Citado 2 May 2017]. Disponible en: <http://www.unesco.org/education/educprog/lwf/dl/edict.pdf>
11. Abdelaziz M, Samer S, Karam O, Abdelrahman A. Evaluation of E-learning program versus traditional lecture instruction for undergraduate nursing students in a faculty of nursing. *Teach Learn nurs.* 2011;6:50-8.
12. Azer SA, Azer S. 3D Anatomy Models and Impact on Learning: A Review of the Quality of the Literature. *H Prof Educ.* 2016;2(2):80-98.
13. Johnson E, Charchanti A, Troupis T. Modernization of an anatomy class: from conceptualization to implementation: a case for integrated multimodal-multidisciplinary teaching. *Anat Sci Educ.* 2012;1:1-13.
14. López B, Hinojosa E. Evaluación del aprendizaje. Alternativas y nuevos desarrollos. [Internet]. México: Editorial Trillas; 2000 [citado 2 Jun 2017]; Disponible en: http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/biblioteca/articulos/htm/tecnicas_evalu.htm
15. Quijano F. Origen y desarrollo de las residencias hospitalarias. *Gac Med Mex.* 1999;135(1):73-6.
16. Academia Nacional de Medicina. La formación de médicos especialistas en México. Documento de Postura. México D.F., México. Ed. Intersistemas;2015. [citado 2 Jun 2017]. Disponible en: http://anmm.org.mx/publicaciones/CAnivANM150/L30_ANM_Medicos_especialistas.pdf
17. Instituto Mexicano del Seguro Social. Lineamiento Normativo General de Posgrado. [Emisión marzo 1998, actualizado julio 2002]. Disponible en: edumed.imss.gob.mx/Normatividad/MarcoJuridico/.../LinGraPlaCurPost.doc
18. Secretaría de Salud. NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SSA3-2012, Educación en salud. Para la organización y funcionamiento de residencias médicas. *Diario Oficial. Estados Unidos Mexicanos;* 2013. Disponible en: http://edumed.imss.gob.mx/pediatria/residentes/norma_funcionamiento_residencias.pdf
19. Sandars J, Morrison C. What is the Next Generation? The Challenge for Future Medical Education. *Medical Teacher.* 2007;29(2-3):85-8.
20. Veloz M, Almanza E, Uribe J, Díaz L, Quintana U, Alanís P. Uso de tecnología en información y comunicación por médicos residentes de ginecología y obstetricia. *Inv Educ Med.* 2012;1(4):183-9.
21. Hartranft T, Yandle K, Graham T, Holden C, Chambers L. Evaluating Surgical Residents Quickly and Easily Against the Milestones Using Electronic Formative Feedback. *Journ of Surg Educ.* 2017;74(2):237-42.
22. Yeh, D. Commentary for General Surgery Residents can be a Reliable Resource in the Evaluation of Residency Applications. *Journ of Surg Educ.* 2015;72(6):177.
23. Eid J, Macedo F, Negussie E, Mittal V. Assessing surgical residents' imaging interpretation skills. *Am Jour of Surg.* 2017;213(3):498-501.