

DOI: <https://doi.org/10.5554/22562087.e1044>

Carga cognitiva en actividades académicas de simulación clínica. Estudio de corte transversal

Cognitive load in academic clinical simulation activities. Cross-sectional study

Mariana González La Rotta^a , Valentina Mazzanti^b, Laura Serna Rivas^b , Carlos Alberto Triana Schoonewolff^a^aDepartamento de Anestesiología, Fundación Santa Fe de Bogotá. Bogotá, Colombia.^bCentro de Prácticas, Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.**Correspondencia:** Carrera 7 # 117-15, Departamento de Anestesiología, Fundación Santa Fe de Bogotá. Bogotá, Colombia.**E-mail:** m.gonzalez1055@uniandes.edu.co

¿Qué sabemos acerca de este problema?

La teoría de carga cognitiva postula que la memoria de trabajo tiene una capacidad limitada, por lo que se debe minimizar la carga que reciben los estudiantes durante el proceso de aprendizaje, de forma que este pueda ser más efectivo. La carga cognitiva puede ser intrínseca, si se asocia al diseño de la actividad realizada; o extrínseca, si se relaciona con factores externos ligados al contexto personal de cada estudiante. La carga germinal es el trabajo que se requiere exclusivamente para aprender. Cuando las cargas intrínseca y extrínseca son bajas, hay más memoria de trabajo disponible para la carga germinal, lo cual optimiza el proceso de aprendizaje.

¿Qué aporta este estudio de nuevo?

Permite mejorar el diseño de las actividades de aprendizaje, para lograr un mejor alineamiento entre los objetivos, el desarrollo de la actividad y la evaluación de competencias médicas. Esto, porque actualmente no se conoce a cuánto corresponde la carga intrínseca en los talleres de simulación. Hay muchos factores relacionados con el aprendizaje de habilidades médicas. Algunos se originan directamente en el diseño de la metodología usada (carga intrínseca), mientras que otros dependen del contexto de cada estudiante (carga extrínseca).

¿Como citar este artículo?

González La Rotta M, Mazzanti V, Serna Rivas L, Triana Schoonewolff CA. Cognitive load in academic clinical simulation activities. Cross-sectional study. Colombian Journal of Anesthesiology. 2022;50:e1044.

Resumen

Introducción

La carga cognitiva determina la capacidad que tendrá la memoria de trabajo para almacenar y grabar información en la memoria a largo plazo, lo cual condiciona el aprendizaje.

Objetivo

Comparar la carga cognitiva entre las distintas actividades de simulación, incluyendo talleres de simulación de anestesiología y cirugía en estudiantes de medicina.

Métodos

Estudio observacional analítico tipo corte transversal. Se aplicaron dos escalas de medición de la carga cognitiva (Paas y NASA-TLX) a los estudiantes después de cada taller de simulación. Se realizaron comparaciones de los puntajes obtenidos mediante las escalas.

Resultados

Se encontraron diferencias relevantes en cuanto al esfuerzo mental evaluado por la escala de Paas, en relación con el orden de rotación de los estudiantes en el taller de manejo de vía aérea; se encontró mayor esfuerzo en el grupo que rotó primero por cirugía (6,19 vs. 5,53; $p = 0,029$). El taller con mayores índices de frustración fue el de manejo de vía aérea. Este taller mostró los mayores puntajes en todos los ítems en la escala NASA-TLX, lo que indica una mayor carga cognitiva respecto a los demás.

Conclusión

No fue posible diferenciar si los puntajes altos en algunas de las actividades se debieron a la dificultad natural del manejo de vía aérea, o al diseño específico del taller. Por lo que se requieren nuevos estudios que diferencien estos componentes para mejorar el diseño de actividades de aprendizaje.

Palabras clave

Educación médica; Carga cognitiva; Simulación; Aprendizaje; Anestesiología.

Read the English version of this article on the journal website www.revcolanest.com.co

Copyright © 2022 Sociedad Colombiana de Anestesiología y Reanimación (S.C.A.R.E.).

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

Abstract

Introduction: Cognitive load determines working memory ability to store and retain information in long-term memory, thus conditioning learning.

Objective: To compare cognitive loads among different simulation activities, including anesthesia and surgery simulation workshops in medical students.

Methods: Cross-sectional analytical observational study. Two cognitive load measurement scales (Paas and NASA-TLX) were given to the students after each simulation workshop. Comparisons were made based on the scores derived from the scales.

Results: Relevant differences were found in terms of the mental effort assessed by means of the Paas scale, as relates to student rotation order in the airway management workshop, with a greater effort being found in the group that rotated initially in surgery (6.19 vs. 5.53; $p = 0.029$). The workshop with the highest associated rate of frustration was the airway management workshop. Higher scores were obtained for this workshop in all the items of the NASA-TLX scale, reflecting a higher cognitive load when compared to the others.

Conclusions: It was not possible to determine whether higher scores in some of the activities were associated with the inherent difficulty of airway management or the specific workshop design. Consequently, further studies are required to distinguish between those components in order to improve the way learning activities are designed.

Keywords: Medical education; Patient simulation; Task load; Learning; Anesthesiology.

INTRODUCCIÓN

La teoría de carga cognitiva postula que la memoria de trabajo tiene una capacidad limitada, por lo que se debe minimizar la carga que reciben los estudiantes durante el proceso de aprendizaje, de forma que este pueda ser más efectivo. La carga cognitiva puede ser intrínseca, si se asocia al diseño de la actividad realizada; o extrínseca, si se relaciona con factores externos ligados al contexto personal de cada estudiante. La carga germinal es el trabajo que se requiere exclusivamente para aprender. Cuando las cargas intrínseca y extrínseca son bajas, hay más memoria de trabajo disponible para la carga germinal, lo cual optimiza el proceso de aprendizaje (1-3) (Figura 1).

En la actualidad hay varias herramientas para mejorar el aprendizaje en medicina. Una de las más utilizadas son los talleres de simulación. Diferentes asignaturas clínicas en la Facultad de Medicina de la Universidad de los Andes utilizan talleres de simulación como método de enseñanza de habilidades clínicas básicas.

En el contexto de evaluación de carga cognitiva se usan principalmente dos ins-

Figura 1. Composición de la carga cognitiva.



Fuente: Adaptado con permiso de Van Merriënboer y Sweller (4).

trumentos: el primero es el National Aeronautics and Space Administration – Task Load Index (NASA-TLX) (5); el segundo es la Escala de Paas (6). La NASA-TLX es de mayor utilidad cuando la tarea es de características psicomotoras. Consiste en seis elementos que interrogan demanda mental, física y temporal, desempeño, esfuerzo y fatiga. Cada ítem se evalúa por medio de una escala visual de 12 cm donde se obtiene

un puntaje de cero a veinte. Luego, ese puntaje se multiplica por cinco, para que el puntaje final de cada ítem sea de cero a cien (7). El estudiante debe calificar cada uno de los ítems mediante una escala visual análoga. La escala de Paas, en cambio, se prefiere en el caso de tareas con predominio cognitivo y consiste en un único punto que califica el esfuerzo mental invertido en la tarea, usando una escala del uno al nueve (8).

Al medir la carga cognitiva relacionada con actividades de simulación es posible evaluar en qué tipo de actividades los estudiantes encuentran dificultad en el aprendizaje, de forma que en el futuro se pueda modificar el diseño de estas actividades para facilitar el aprendizaje. El objetivo de este estudio fue comparar la carga cognitiva entre las distintas actividades de simulación, incluyendo talleres de simulación de anestesiología y cirugía en estudiantes de medicina.

MÉTODOS

En este estudio, observacional analítico de corte transversal, se utilizaron como instrumentos de medición de la carga cognitiva las escalas originales de NASA Task Load Index (TLX), realizada y validada en 1988 por Hart y Staveland (5) y la escala Pass realizada y validada en 1992 (9) (anexo 1.0). Se incluyeron preguntas adicionales sobre datos demográficos de interés (sexo, edad y orden de rotación). Este instrumento se entregó en formato escrito y fue diligenciado por cada estudiante de manera individual, anónima y voluntaria, previa lectura y firma

del consentimiento informado adjunto a la escala. Las escalas fueron autoadministradas, bajo supervisión de cualquiera de los investigadores del proyecto, y se registraron físicamente en forma impresa. El protocolo de esta investigación fue sometido y aprobado por el Comité de Ética de la Investigación de la Universidad de los Andes, el 27 de mayo de 2019 (acta 1009-2019).

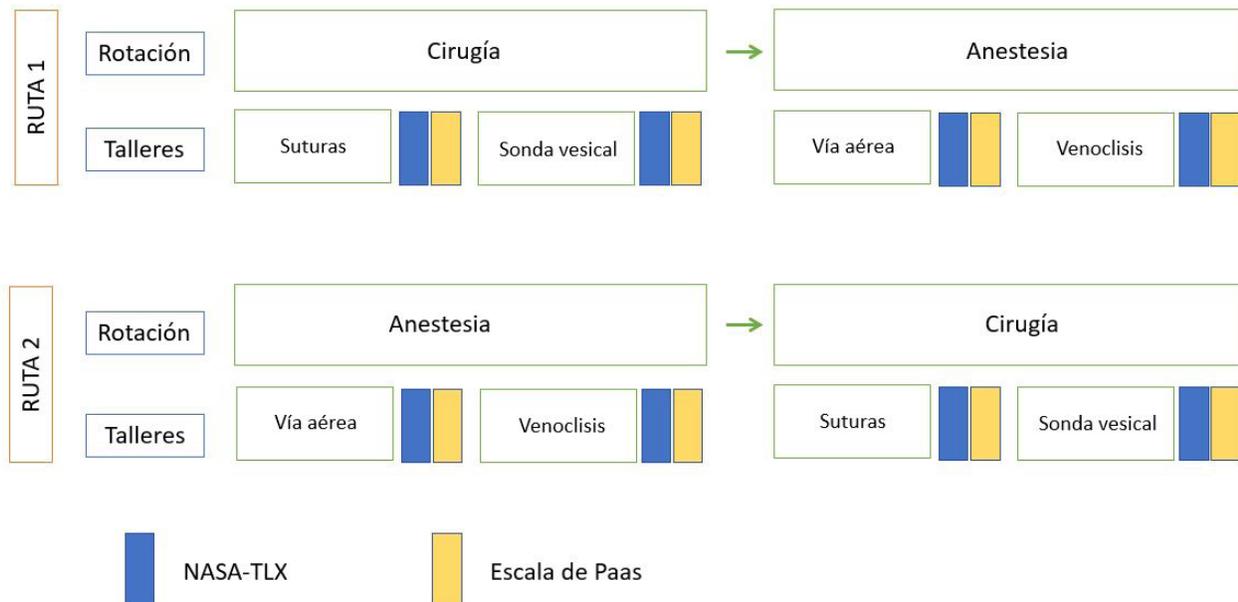
Las escalas fueron administradas inmediatamente después de cada una de las cuatro actividades académicas de simulación (dos de anestesiología y dos de cirugía) y se ofreció un espacio no inferior a 15 minutos para su completa lectura y diligenciamiento. En todo momento hubo acompañamiento de alguno de los investigadores para la resolución de dudas o preguntas que pudieran surgir en los participantes. Las escalas se aplicaron en inglés, ya que no se encuentran actualmente validadas en español (previa aprobación por el Comité de Ética). A pesar de ser el español el idioma nativo de la población de estudio, todos los estudiantes cumplían el requisito de inglés de la Universidad de los Andes, por lo que no hubo problemas con la interpretación o el entendimiento de las herramientas. A cada participante se le asignó un código

para no exponer a los participantes a riesgos de divulgación de información personal.

Para este estudio se utilizaron los talleres de las especialidades de cirugía y anestesia, debido a que estas asignaturas son tomadas en el mismo semestre de la carrera por los estudiantes de la Universidad de los Andes (octavo semestre). Los talleres que se realizaron a todos los estudiantes fueron los siguientes: taller de venoclisis (práctica de venoclisis en sujetos humanos), taller de vía aérea (enseñanza de dispositivos de vía aérea e intubación orotraqueal en simulador), taller de suturas (diferentes técnicas de suturas en simuladores de piel) y taller de sondas vesicales (enseñanza de tipos de sondas, indicaciones y práctica de colocación de sonda en simulador); iguales para todos los sujetos en cuanto a contenido, metodología y docentes encargados. La Figura 2 ilustra cómo se aplicó el instrumento a los estudiantes y los dos grupos en que fueron divididos según el momento de realización de cada taller.

No se hizo un cálculo de tamaño muestra debido a que en la literatura científica no se han realizado estudios que investiguen este tema en poblaciones similares en Bogotá o en Colombia, lo que se traduce en

Figura 2. Flujo de aplicación de las escalas según el orden de rotación de los estudiantes (ruta 1 y ruta 2).



Fuente: Autores.

un desconocimiento de los niveles de carga cognitiva en actividades de simulación en estudiantes de medicina. Ante la nula descripción de la prevalencia de la condición de estudio, se consideró este trabajo como exploratorio. Por esta razón, se tomó el tamaño de muestra a conveniencia con todos los estudiantes matriculados en octavo semestre en el segundo semestre de 2020, para un total de 66 participantes.

Algunos potenciales sesgos se manejaron desde el diseño de este estudio. El sesgo de cortesía se controló asegurando el anonimato y confidencialidad de las respuestas. El sesgo de información de disminuyó con la inclusión de participantes voluntarios, en forma consensuada y libres de coerción. El sesgo de selección se controló al evaluar a los mismos estudiantes durante el mismo periodo cursando los cuatro talleres. Además, para disminuir el sesgo de recuerdo, los talleres se aplicaron dentro de los 15 minutos finalizado cada taller. Por último, con el fin de controlar los factores de confusión, los talleres fueron dictados por el mismo docente e incluyeron el mismo contenido y metodología.

Tras recolectar la información, los datos se tabularon en Microsoft Excel. El análisis de datos se realizó con el programa SPSS Statistics versión 24. Las respuestas a la encuesta se ingresaron a una base de datos por medio de un sistema de monitorización de datos con doble entrada. Inicialmente se planteó que uno de los investigadores ingresara los datos mientras se identificaban datos erróneos o valores fuera del rango. Otro investigador ingresaría los mismos datos identificando errores y valores fuera del rango. Ambas entradas se compararían por un tercer investigador para identificar y corroborar datos anómalos. En caso de encontrar dichos datos anómalos, se revisaría la fuente de información en físico (escala respondida por el participante) para determinar los valores correctos.

Las variables categóricas se describieron como frecuencias con porcentajes para la población total y subgrupos, mientras que las variables continuas, por medio de media aritmética y desviación estándar. La

comparación de los puntajes obtenidos en cada una de las escalas entre los grupos de estudio se realizó por medio de la prueba T de Student, su versión no paramétrica, la prueba de Mann-Whitney y la prueba exacta de Fisher. Se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para revisar la normalidad de cada una de las variables.

RESULTADOS

La población estudiada consistió en 66 estudiantes de octavo semestre, el 51,5 % eran mujeres y el 48,5 %, hombres, con una edad media de 21,6 años. Treinta y dos estudiantes siguieron la ruta 1, mientras que 34 estudiantes siguieron la ruta 2 (figura 2). De esta población se incluyeron en el análisis final 52 estudiantes, ya que el resto tenía datos faltantes (por inasistencia al taller o porque al no desear hacer parte del estudio, no diligenciaron el instrumento de recolección).

En cuanto a la escala de Paas, hubo diferencias entre los talleres de paso de sondas y de suturas ($p = 0,04$), entre el de paso de sondas y el de manejo de vía aérea ($p = 0,002$) y entre el de manejo de vía aérea y el de venoclisis ($p = 0,011$). En estos casos, los talleres que requirieron mayor esfuerzo mental fueron el de manejo de vía aérea (media 5,83) y el de suturas (media 5,5), comparados con el taller de venoclisis (media 5,25) y de paso de sondas (media 5,02).

En la escala de Paas no hubo diferencias en cuanto al esfuerzo mental en el orden de

rotación de los estudiantes a la hora de desarrollar los talleres, excepto en el taller de manejo de vía aérea, en el que los estudiantes que rotaron primero por cirugía y luego por anestesia reportaron mayor carga cognitiva que los que rotaron primero por anestesia y luego por cirugía (6,19 vs. 5,53, $p = 0,029$). En la Tabla 1 se presentan las diferencias en los puntajes de la escala de Paas en los 4 talleres separados por orden de rotación.

La escala de la Nasa-TLX evaluó la demanda física, mental, temporal de los estudiantes, además de esfuerzo, la frustración que les generó la actividad y su autopercepción de desempeño. El taller que causó menor frustración a los estudiantes fue el de paso de sondas (media 28,37), mientras que el que los hizo sentir mayor frustración fue el taller de manejo de vía aérea (media 43,75). Se encontraron diferencias significativas en el esfuerzo físico percibido por los estudiantes en el taller de venoclisis —al comparar ambas rutas—, pues realizaron mayor esfuerzo físico los estudiantes que rotaron por anestesia antes que por cirugía (59,38 vs. 42,68, $p = 0,016$).

En particular, en el taller de manejo de vía aérea, se encontraron diferencias significativas entre los ítems del cuestionario NASA-TLX de demanda mental y frustración ($p = 0,022$), demanda temporal y esfuerzo ($p = 0,004$), frustración y desempeño ($p = 0,026$), y esfuerzo y frustración ($p = 0,000$). En el otro taller de la rotación de anestesiología, el de venoclisis, se encontraron diferencias significativas en los

Tabla 1. Diferencias de medias en puntaje Paas según la ruta.

Talleres	Media de puntaje Paas		P-valor
	Ruta 1 (n = 32)	Ruta 2 (n = 34)	
Sonda	4,8	5,36	0,157*
Sutura	5,45	5,5	0,642**
Vía aérea	6,19	5,53	0,029*
Venoclisis	5,16	5,42	0,579*

Se presentan los valores de medias.

*Prueba T para varianzas iguales

**Prueba Mann-Whitney

Fuente: Autores.

ítems de demanda mental y desempeño ($p = 0,012$), demanda mental y frustración ($p = 0,013$), demanda física y desempeño ($p = 0,037$), demanda física y frustración ($p = 0,004$), demanda temporal y desempeño ($p = 0,000$), demanda temporal y esfuerzo ($p = 0,015$), desempeño y frustración ($p = 0,000$), y esfuerzo y frustración ($p = 0,000$).

Al comparar el taller de paso sondas con el de manejo de vía aérea se encontraron diferencias significativas en todos los componentes de la escala NASA-TLX, a excepción de la demanda temporal de cada taller ($p = 0,168$). Los puntajes fueron mayores en todos los ítems para el taller de vía aérea, excepto el de desempeño, que se percibió mayor en el taller de paso de sondas.

Se compararon también el taller de venoclisis con el de suturas. En este caso, los puntajes más altos fueron los del taller de suturas, indicando mayor carga cognitiva del mismo. Nuevamente, en cuanto al desempeño en el taller, se invierte esta relación, ya que obtuvo mayor puntaje el taller de venoclisis. Demanda física fue el único ítem en el cual las diferencias no fueron significativas en este caso ($p = 0,061$).

DISCUSIÓN

El presente estudio documenta posibles factores implicados en la carga cognitiva intrínseca (modificable y debida a la estructura y contenido de los talleres) y extrínseca (no modificable y debida al contexto personal) que pudieron haber afectado el desempeño de los estudiantes en la ejecución de los talleres.

Con respecto al orden de rotación a la hora de desarrollar los talleres, se encontró que los estudiantes que siguieron la ruta 1 tuvieron una mayor carga cognitiva (puntaje Paas) que los estudiantes que siguieron la ruta 2 en el taller de vía aérea. Es tentador pensar que el aumento de la carga cognitiva y el esfuerzo mental medidos por la escala de Paas al final del semestre en el taller de vía aérea puede deberse al aumento de la presión académica derivada de la necesidad de alcanzar ciertas notas para la aprobación del semestre o del burnout de los estudian-

tes al final del ciclo estudiantil (10). Por el contrario, se encontró que los estudiantes que siguieron la ruta 2 percibieron mayor esfuerzo físico (NASA-TLX) en el taller de venoclisis que los que siguieron la ruta 1. Durante la rotación de cirugía se adquieren distintas habilidades técnicas y manuales que pueden llegar a facilitar la adquisición de las destrezas necesarias para realizar una venoclisis posteriormente, lo que podría explicar este resultado. Esto es similar a lo evidenciado por Aldekhyl et al. (11) y Haji et al. (12), quienes encontraron que la experticia reduce la carga cognitiva en escenarios de simulación.

La diferencia en los resultados obtenidos por orden de las rotaciones se podría explicar por la carga intrínseca, dado que los talleres fueron diseñados de la misma manera en cuanto a contenido y metodología manteniendo estable la carga cognitiva extrínseca. La presión académica al final del semestre podría aumentar la carga intrínseca mientras que la experiencia quirúrgica previa podría disminuirla, lo que podría significar que los grupos no se encuentran en igualdad de condiciones a la hora de ejecutar las actividades académicas de simulación, como lo asume el currículo en el momento de su planteamiento. Es decir, la experiencia previa del estudiante, positiva o negativa, y la temporalidad en la cual se desarrollan los talleres podrían jugar un papel importante en el aprendizaje en los escenarios de simulación (13).

En cuanto a las diferencias entre talleres en carga cognitiva (Escala NASA-TLX), se encontró que el taller con mayores índices de frustración fue el de manejo de vía aérea, mientras que el que generó menor frustración fue el de paso de sondas. Adicionalmente, se observó una mayor carga cognitiva en los componentes de demanda física, mental y esfuerzo en el taller de vía aérea comparado con el taller de sondas y una autopercepción del desempeño mayor en el paso de sondas. Esto es comparable al estudio de Ambardekar et al., en el cual se evidenciaron altos niveles de carga cognitiva en los escenarios de simulación de vía aérea difícil de la American Society of Anes-

thesiologists (ASA) (14). Estas diferencias se pueden atribuir a que la intubación orotraqueal y demás actividades relacionadas con el manejo de vía aérea pueden tener niveles superiores de carga intrínseca que en la de paso de sondas (15). También, a que los estudiantes se encuentren bajo una mayor presión a la hora de realizar actividades relacionadas con el manejo de la vía aérea, ya que las implicaciones de obtener o no los conocimientos necesarios en este ámbito pueden ser determinantes en el pronóstico y morbilidad de pacientes reales, más adelante, en su vida profesional.

Con un hallazgo semejante, Fraser et al., encontraron que un aumento en la estimulación y una reducción en la relajación aumentaban la carga cognitiva en escenarios de simulación de diagnóstico de soplos cardiacos (16). También, el manejo de la vía aérea se da en situaciones de atención al paciente críticamente enfermo y tiene un componente de diligencia y prontitud que se relaciona directamente con los desenlaces, mientras que esto no ocurre con la colocación de una sonda vesical (15).

Por último, al comparar el taller de suturas y el taller de venoclisis no hubo diferencias en cuanto al esfuerzo físico reportado en la escala NASA-TLX. Los ítems relacionados con esfuerzo mental, demanda temporal y frustración fueron significativamente más altos en el taller de suturas, y en cuanto a la percepción del desempeño, hubo puntajes inferiores en el taller de suturas. Esto podría explicarse por los múltiples componentes del taller de suturas, que incluyen realizar distintos tipos de suturas con grados de dificultad variable en diversos materiales, lo que aumenta la carga intrínseca del taller. Esta explicación es equivalente al hallazgo de Haji et al., quienes evidenciaron que los grupos de simulación con tareas simples por fases tenían un mayor desempeño que aquellos con tareas complejas (17).

Una fortaleza de este estudio fue utilizar tanto la escala de Paas como la de NASA-TLX, ya que cada una evalúa diferentes componentes del constructo. La NASA-TLX evalúa tareas con un importante componente psicomotor (7), mientras que la escala de Paas evalúa las

tareas con predominio cognitivo (8). Otra fortaleza de este estudio fue la comparación tanto de los diferentes talleres, como la determinación de la diferencia en carga cognitiva según ruta, ya que se sabe que los conocimientos previos son un componente fundamental de la carga intrínseca (18,19).

En cuanto a las limitaciones del estudio, las escalas utilizadas para la medición de la carga cognitiva en las diferentes actividades de aprendizaje no diferencian entre el componente de carga intrínseca y extrínseca, lo que limita el análisis de los motivos por los cuales la carga puede ser mayor en un grupo que en otro. Por otro lado, las encuestas utilizadas no se encuentran validadas en español y se aplicaron en inglés, su idioma original, lo que puede generar una limitación en la comprensión del instrumento; sin embargo, toda la población de estudio cumplía los requisitos de inglés de la Universidad de los Andes, y al tratarse de encuestas con textos y lenguaje sencillo y de componente numérico, se consideró que el riesgo era bajo. Por último, a diferencia de lo planteado al inicio del estudio, los datos fueron ingresados por un único investigador, quien corroboró luego comparando con los instrumentos en físico que los datos fueran correctos. Se realizó de esta manera, ya que el investigador tenía un mayor conocimiento de la base de datos, disminuyendo la posibilidad de errores que podrían haber surgido de la edición por varios investigadores.

En este estudio se encontró que el orden en el que un estudiante cursa por las distintas rotaciones afecta la carga cognitiva y, por lo tanto, la forma como dicho estudiante aprende en sus rotaciones. Por lo anterior, puede ser importante evaluar a priori la carga cognitiva y establecer en el currículo un orden de rotación que facilite el aprendizaje para los alumnos. También se observó que el taller con mayor carga cognitiva fue el de vía aérea, lo cual puede estar relacionado con las múltiples actividades técnicas involucradas con su manejo, los conocimientos previos necesarios sobre

anatomía y sobre los distintos dispositivos por utilizar. Se deberían crear estrategias que busquen disminuir la carga cognitiva asociada a este taller.

La evaluación de las actividades académicas mediante la carga cognitiva es un procedimiento complejo y hace parte de una de las áreas de estudio de la educación médica moderna. Esta implica el análisis y la evaluación de las actividades de aprendizaje en las áreas clínicas de la medicina y de los mecanismos de obtención de los objetivos curriculares a través de diferentes esferas susceptibles de estudio (20). Las actividades académicas no son evaluadas rutinariamente de manera formal ni se obtiene retroalimentación de los alumnos respecto a las mismas. Se deben alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados en el currículo y a la vez deben permitir al estudiante adquirir conocimiento y la integración de este para su desempeño en la vida profesional (21). Por lo anterior, es necesario que las instituciones y los docentes evalúen el proceso de aprendizaje de manera cuantitativa y cualitativa, de forma que se pueda verificar el cumplimiento de los objetivos académicos establecidos en el currículo.

Estudios futuros podrían entrevistar a estudiantes sobre su percepción cualitativa de los talleres realizados. Esto brindaría luz sobre los mayores obstáculos que se encuentran para el aprendizaje y como disminuirlos, lo cual ha demostrado que contribuye a la mejoría curricular (22). También, la realización de encuestas o grupos de enfoque en los que los mismos estudiantes puedan participar en el mejoramiento de las actividades académicas de aprendizaje, de forma que pueda haber mayor relación entre los objetivos académicos establecidos y el proceso de aprendizaje que realmente se lleva a cabo durante este tipo de actividades (23). Por último, es vital acercarse a los factores que puedan influir y diferenciar entre las cargas cognitivas intrínsecas e intrínsecas de los talleres de simulación,

con el fin de modificar los factores influyentes en el aprendizaje (8).

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Aval de comité de ética

El estudio cuenta con el aval del Comité de Ética de la Universidad de los Andes, según acta 1009 de 2019.

Protección de personas y animales

Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del Comité de Experimentación Humana Responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos

Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado

Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

RECONOCIMIENTOS

Contribución de los autores

MGLR, VM, LSR y CATS contribuyeron a la planeación, desarrollo metodológico, búsqueda en la literatura, extracción de la información, interpretación de los resultados y la construcción del manuscrito.

Asistencia para el estudio

Ninguna declarada.

Apoyo financiero y patrocinio

No se recibió ningún tipo de financiación para la realización de esta investigación.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés para la elaboración de este artículo.

Presentaciones

Ninguna declarada.

Agradecimientos

Ninguno declarado.

REFERENCIAS

- Van Merriënboer JJG, Sweller J. Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. *Educ Psychol Rev.* 2005;147-77. doi: <https://doi.org/10.1007/s10648-005-3951-0>
- Young JQ, Van Merriënboer J, Durning S, Ten Cate O. Cognitive load theory: Implications for medical education: AMEE Guide No. 86. *Med Teach.* 2014;36(5):371-84. doi: <https://doi.org/10.3109/0142159X.2014.889290>
- Chen R, Grierson L, Norman G. Manipulation of cognitive load variables and impact on auscultation test performance. *Adv Health Sci Educ Theory Pract.* 2015;20(4):935-52. doi: <https://doi.org/10.1007/s10459-014-9573-x>
- Van Merriënboer J, Sweller J. Cognitive load theory in health professional education: design principles and strategies. *Med Educ.* 2010;44(1):85-93. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2009.03498.x>
- NASA. Task Load Index paper and pencil version. NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA [internet]. 2014 [citado: 2020 feb. 14]. Disponible en: <http://humansystems.arc.nasa.gov/groups/TLX/downloads/TLXScale.pdf>
- Paas F, Ayres P, Pachman M. Assessment of cognitive load in multimedia learning theory methods and applications [internet]. 2020 [citado: 14 febrero 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/301806857_Assessment_of_Cognitive_Load_in_multimedia_Learning_theory_methods_and_Applications
- Coelho DA, Filipe JNO, Simões-marques M, Nunes IL. The Expanded Cognitive Task Load Index (NASA-TLX) applied to Team Decision-Making in Emergency Preparedness Simulation. 2015;225-236. Paper presented at Human Factors and Ergonomics Society Europe Chapter 2014 Annual Conference, Lisboa, Portugal. doi: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1170.1287>
- Naismith LM, Cavalcanti RB. Validity of cognitive load measures in simulation-based training: A systematic review. *Acad Med.* 2015;90(11):S24-35. doi: <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000000893>
- Paas FGWC. Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive-load approach. *J Educ Psychol.* 1992;84:429-34. doi: <https://doi.org/10.1037/0022-0663.84.4.429>
- Baghurst T, Kelley BC. An examination of stress in college students over the course of a semester. *Health Promot Pract.* 2014;15(3):438-47. doi: <https://doi.org/10.1177/1524839913510316>
- Aldekhyl S, Cavalcanti RB, Naismith LM. Cognitive load predicts point-of-care ultrasound simulator performance. *Perspect Med Educ.* 2018;7(1):23-32. doi: <https://doi.org/10.1007/s40037-017-0392-7>
- Haji FA, Khan R, Regehr G, Drake J, de Ribaupierre S, Dubrowski A. Measuring cognitive load during simulation-based psychomotor skills training: sensitivity of secondary-task performance and subjective ratings. *Adv Health Sci Educ Theory Pract.* 2015;20(5):1237-53. doi: <https://doi.org/10.1007/s10459-015-9599-8>
- Pawar S, Jacques T, Deshpande K, Pusapati R, Meguerdichian MJ. Evaluation of cognitive load and emotional states during multidisciplinary critical care simulation sessions. *BMJ Simul Technol Enhanc Learn.* 2018;4(2):87-91. doi: <https://doi.org/10.1136/bmjstel-2017-000225>
- Ambardekar AP, Rosero EB, Bhoja R, Green J, Rebal BA, Minhajuddin AT, et al. A randomized controlled trial comparing learners' decision-making, anxiety, and task load during a simulated airway crisis using two difficult airway aids. *Simul Healthc.* 2019;14(2):96-103. doi: <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000362>
- Baker PA, Weller JM, Greenland KB, Riley RH, Merry AF. Education in airway management. *Anaesthesia.* 2011;66(Suppl 2):101-11. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2011.06939.x>
- Fraser K, Ma I, Teteris E, Baxter H, Wright B, McLaughlin K. Emotion, cognitive load and learning outcomes during simulation training. *Med Educ.* 2012;46(11):1055-62. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2012.04355.x>
- Haji FA, Cheung JJ, Woods N, Regehr G, de Ribaupierre S, Dubrowski A. Thrive or overload? The effect of task complexity on novices' simulation-based learning. *Med Educ.* 2016;50(9):955-68. doi: <https://doi.org/10.1111/medu.13086>
- Kaylor SK. Preventing information overload: Cognitive load theory as an instructional framework for teaching pharmacology. *J Nurs Educ.* 2014;53(2):108-11. doi: <https://doi.org/10.3928/01484834-20140122-03>
- Chen R, Grierson L, Norman G. Manipulation of cognitive load variables and impact on auscultation test performance. *Adv Health Sci Educ Theory Pract.* 2015;20(4):935-52. doi: <https://doi.org/10.1007/s10459-014-9573-x>
- Ghanbari S, Haghani F, Akbarfahimi M. Practical points for brain-friendly medical and health sciences teaching. *J Educ Health Promot.* 2019;8:198. doi: https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_135_19
- Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-based medical education: an ethical imperative. *Acad Med.* 2003;78(8):783-8. doi: <https://doi.org/10.1097/00001888-200308000-00006>
- Milles LS, Hitzblech T, Drees S, Wurl W, Arends P, Peters H. Student engagement in medical education: A mixed-method study on medical students as module co-directors in curriculum development. *Med Teach.* 2019;41(10):1143-50. doi: <https://doi.org/10.1080/0142159X.2019.1623385>
- Dornan T, Arno M, Hadfield J, Scherp-bier A, Boshuizen H. Student evaluation of the clinical 'curriculum in action'. *Med Educ.* 2006;40(7):667-74. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2006.02507.x>