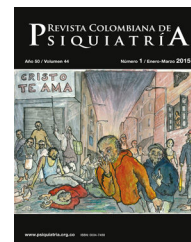




REVISTA COLOMBIANA DE PSIQUIATRÍA

www.elsevier.es/rcp



Artículo original

«Aprendiendo a aprender» en el Aula Invertida Extendida: una evaluación sobre los efectos de la enseñanza interactiva en el conocimiento y la regulación cognitiva de estudiantes de Medicina

Luis Carlos Domínguez^{a,*}, Claudia Marcela Mora^b y Jorge Alberto Restrepo^c

^a Departamento de Cirugía, Universidad de la Sabana, Chía, Colombia

^b Departamento de Medicina Interna, Universidad de la Sabana, Chía, Colombia

^c Departamento de Educación Médica, Universidad de la Sabana, Chía, Colombia

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 7 de abril de 2020

Aceptado el 5 de julio de 2021

On-line el 24 de agosto de 2021

Palabras clave:

Metacognición

Aula invertida

Estudiantes de Medicina

Colombia

RESUMEN

Introducción: La evidencia sobre los efectos del Aula Invertida en las habilidades metacognitivas de los estudiantes es escasa. El presente estudio evalúa estos efectos en las percepciones estudiantiles acerca del conocimiento y la regulación cognitiva durante un curso de cirugía. **Métodos:** Las percepciones estudiantiles se midieron antes y después de un Aula Invertida convencional en cirugía, utilizando el *Metacognitive Awareness Inventory*. Las diferencias de medias entre las puntuaciones de las 2 mediciones se evaluaron mediante la prueba de la t de Student ($p < 0,05$) y el tamaño del efecto en el conocimiento y la regulación cognitiva, mediante la prueba de la d de Cohen (IC95%).

Resultados: Se incluyó en el análisis a 158 (grupo preintervención) y 155 estudiantes (posintervención). Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) y efectos positivos en las habilidades estudiantiles para conocer el propio aprendizaje (conocimiento declarativo) ($d = 0,24$; IC95%, 0,02-0,47), emplear estrategias de aprendizaje (conocimiento procedimental) ($d = 0,19$; IC95%, -0,02 a 0,41) y entender cuándo y por qué utilizar dichas estrategias (conocimiento condicional) ($d = 0,20$; IC95%, -0,01 a 0,42). Además, sobre las capacidades para planificar ($d = 0,31$; IC95%, 0,09-0,53) y evaluar su aprendizaje ($d = 0,31$; IC95%, 0,08-0,53). **Conclusiones:** El Aula Invertida tiene efectos positivos en las habilidades metacognitivas según las percepciones estudiantiles. Se requieren nuevos estudios que comparen estos efectos con otras metodologías de enseñanza en el aula y el sitio de trabajo.

© 2021 Asociación Colombiana de Psiquiatría. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: carlosdot@unisabana.edu.co (L.C. Domínguez).

<https://doi.org/10.1016/j.rcp.2021.07.007>

0034-7450/© 2021 Asociación Colombiana de Psiquiatría. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

“Learning to Learn” in the Extended Inverted Classroom: An Evaluation of the Effects of Interactive teaching on Knowledge and Cognitive Regulation in Medical Students

A B S T R A C T

Keywords:

Metacognition
Inverted classroom
Medical students
Colombia

Introduction: The evidence regarding the effects of the Inverted Classroom on students' metacognitive skills is limited. This study evaluates these effects on student perceptions about knowledge and cognitive regulation during a surgical course.

Methods: We measured student perceptions before and after a conventional Inverted Classroom in surgery using the Metacognitive Awareness Inventory. We evaluated the mean differences between the scores of the two measurements using Student's t-test ($p < 0.05$), and the size of the effect on knowledge and cognitive regulation using Cohen's d test (95%CI).

Results: A total of 158 students (pre-intervention) and 155 students (post-intervention) were included in the analysis. Significant differences were found ($p < 0.05$) in, as well as positive effects on, the students' abilities to know their own learning (declarative knowledge) ($d = 0.24$; 95%CI, 0.02-0.47), to use learning strategies (procedural knowledge) ($d = 0.19$; 95%CI, -0.02 to 0.41) and to understand when and why to use these strategies (conditional knowledge) ($d = 0.20$; 95%CI, -0.01 to 0.42), in addition to the abilities to plan ($d = 0.31$; 95%CI, 0.09-0.53) and to evaluate their learning ($d = 0.31$; 95%CI, 0.08-0.53).

Conclusions: The Inverted Classroom has positive effects on metacognitive skills according to students' perceptions. Further studies are required that compare these effects with other methodologies for teaching in the classroom and the workplace.

© 2021 Asociación Colombiana de Psiquiatría. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La metacognición tiene implicaciones en el campo del aprendizaje y la instrucción, y hoy en día es un tema central en la investigación educativa¹. Representa una habilidad cognitiva superior para la comprensión de las propias capacidades para «aprender a aprender», las cuales involucran conocimiento, monitorización y control cognitivo^{2,3}. El primero representa el modo en que se adquiere información y se desarrollan habilidades y estrategias para abordar tareas específicas. El conocimiento incluye, por ejemplo, la velocidad, el análisis y el uso correcto de la información científica para la resolución de un problema². La monitorización y el control se refieren a cómo el individuo vigila y regula su nivel de conocimiento e identifica sus propias deficiencias, y están involucrados en la autorregulación del aprendizaje, el juicio clínico y los resultados académicos³⁻⁶. En su conjunto, las habilidades metacognitivas influyen el pensamiento crítico y la toma de decisiones^{7,8}.

Desde el punto de vista de la instrucción, se asume que las metodologías de enseñanza activa fomentan habilidades metacognitivas y el desempeño de los estudiantes de Medicina^{3,9-12}. De estas metodologías, el Aula Invertida es un recurso de uso creciente y promisorio. A través de ejercicios orientados a la resolución de problemas, la discusión de casos y la reflexión cooperativa en ambientes de aprendizaje virtuales y presenciales interactivos (en el aula de clase convencional o en sus variantes extendidas al laboratorio de simulación), esta metodología pretende estimular capacidades cognitivas superiores, diferentes de memorizar o recordar información¹³⁻¹⁵.

No obstante, aunque el beneficio del Aula Invertida es evidente en diversos resultados educativos como el clima de aprendizaje, el compromiso, la motivación estudiantil y el aprendizaje colaborativo¹⁶⁻²², la evidencia que respalda su relación con las habilidades de los estudiantes de Medicina para conocer, monitorizar y controlar su capacidad de «aprender a aprender» es escasa. Igualmente, sus efectos en comparación con otras metodologías de enseñanza tradicionales (por ejemplo, las clases magistrales) y otras propias del sitio de trabajo (en el contexto clínico a la cabecera del paciente y en la comunidad) merecen más estudio¹⁹⁻²². Estas evaluaciones se justifican porque pueden aportar evidencia empírica sobre el efecto del Aula Invertida en el aprendizaje. Además, contribuyen a racionalizar y potenciar su uso y su alcance, especialmente cuando se emplean en conjunto con metodologías tradicionales y con enfoques de enseñanza para la práctica deliberativa en el contexto clínico^{18,23}. Considerando la primera de estas limitaciones, el propósito del presente estudio es evaluar el efecto del Aula Invertida Extendida en las percepciones estudiantiles sobre sus habilidades metacognitivas, aportando evidencia empírica que permita contribuir a llenar este vacío de conocimiento.

Material y métodos

Diseño del estudio y participantes

El estudio se llevó a cabo en la Facultad de Medicina de la Universidad de la Sabana (Colombia), la cual cuenta con un currículo tradicional en la carrera de Medicina. Se diseñó un

estudio trasversal de tipo antes y después de la intervención para medir los efectos del Aula Invertida en las autopercepciones estudiantiles relacionadas con el conocimiento y la regulación del aprendizaje. Se invitó a 175 estudiantes de cuarto año de carrera, distribuidos en los 2 periodos académicos de 2017, para que evaluaran sus habilidades metacognitivas de manera voluntaria, anónima y confidencial.

Intervención

Durante cada periodo académico, los estudiantes desarrollaron el curso de Cirugía General en un Aula Invertida Extendida de 18 sesiones que incorpora un ambiente virtual, un ambiente de aula convencional para la discusión interactiva de 4-6 casos clínicos por sesión, y un ambiente de simulación clínica de mediana fidelidad para el aprendizaje de habilidades prácticas¹⁵. Durante todo el periodo académico, los estudiantes asisten a rotaciones clínicas por diferentes instituciones afiliadas al programa.

Instrumentos y recolección de información

Las autopercepciones estudiantiles sobre sus habilidades metacognitivas se evaluaron mediante la versión en español del *Metacognitive Awareness Inventory* o Inventario de Habilidades Metacognitivas (IHM)^{4,24}. Si bien existen múltiples instrumentos para la evaluación de las habilidades metacognitivas, se escogió el IHM por su amplia difusión para la evaluación en el logro del aprendizaje, así como por su relevancia en el campo de la investigación educativa que permite generalizar y comparar los resultados de varios contextos^{4,25}. Mediante 52 ítems, el cuestionario evalúa 2 grandes dominios (conocimiento y regulación de la cognición). El dominio de conocimiento está compuesto por 3 categorías metacognitivas (conocimiento declarativo, procedimental y condicional) y el dominio de la regulación, a su vez, por 5 categorías (planificación, organización, monitoreo, depuración y evaluación). Las definiciones de cada una de estas categorías se encuentran en la [tabla 1](#). Cada ítem se califica en una escala de Likert (de 1, completamente en desacuerdo, a 5, completamente de acuerdo). En su versión anglosajona, el instrumento demuestra alta confiabilidad (alfa de Cronbach = 0,90)²⁴, al igual que su versión en español ($\alpha = 0,94$)⁴.

La recolección de la información se realizó en 2 momentos (t1 y t2) de forma digital. La evaluación previa a la intervención (t1) se realizó el primer día de cada curso y la posintervención (t2), el último día. Los investigadores principales describieron verbalmente y en el formato digital el alcance del estudio y el uso posterior de la información. Al tratarse de información anónima, no se obtuvo el consentimiento informado de los participantes. Se utilizaron procedimientos para garantizar la protección de la información incluida en bases de datos.

Análisis estadístico

La medición de las estadísticas descriptivas de todas las variables demográficas permitió conocer las características generales de la población de estudio. Asimismo se hizo una evaluación preliminar de la confiabilidad del IHM con los datos empíricos mediante el coeficiente alfa de Cronbach (adecuado

si $\alpha > 0,70$)²⁶. Posteriormente se calculó la media $\pm$ desviación estándar (intervalo) de cada uno de los dominios y las categorías del IHM en los 2 momentos de medición (antes y después de la intervención). La puntuación total del cuestionario y la de cada una de sus subescalas en los 2 momentos se compararon mediante la prueba de la t de Student (significativa si $p < 0,05$). El tamaño del efecto de la intervención entre t1 y t2 se evaluó mediante la prueba de la d de Cohen con su intervalo de confianza del 95% (IC95%) para cada dominio y categoría. Se emplearon los siguientes criterios para la interpretación de la prueba de la d: efecto pequeño, $d = \pm 0,20$; efecto medio, $d = \pm 0,50$, y gran efecto, $d = \pm 0,80$ ²⁷.

Resultados

Un total de 158 participantes autoevaluaron sus habilidades metacognitivas en el t1 (tasa de respuesta, 90,28%) y 155 en el t2 (tasa de respuesta, 86,85%). La edad promedio de los participantes fue $21,41 \pm 1,42$ (18-27) años. El 65,6% eran mujeres. No se identificaron diferencias significativas en las variables demográficas de los participantes entre los 2 periodos académicos. La confiabilidad del IHM resultó en $\alpha = 0,92$ en t1 y $\alpha = 0,97$ en t2.

Las puntuaciones del IHM variaron desde $3,52 \pm 0,085$ (categoría planificación) hasta $4,02 \pm 0,51$ (categoría depuración) en la medición en t1 y desde $3,74 \pm 0,70$ (categoría evaluación) hasta $4,04 \pm 0,53$ (1-4) (categoría depuración) en t2 ([tabla 1](#)). Las comparaciones entre las mediciones antes y después de la intervención demostraron diferencias estadísticamente significativas en todas las categorías del dominio de conocimiento (declarativo, procedimental y condicional), así como en 2 de las 5 categorías del dominio de regulación de la cognición (planificación y evaluación) ($p < 0,05$). El tamaño del efecto de la intervención en estas categorías entre t1 y t2 fue moderado para la planificación ($d = 0,31$; IC95%, 0,09-0,53) y la evaluación ($d = 0,31$; IC95%, 0,08-0,53) y pequeño para las categorías de conocimiento ($d = \pm 0,20$). Las puntuaciones del IHM, las diferencias estadísticas y los valores de la prueba de la d se muestran en la [tabla 1](#).

Discusión

En este estudio se evaluó el efecto del Aula Invertida Extendida en las habilidades metacognitivas de estudiantes de cirugía. Los resultados demostraron efectos positivos de la intervención en sus habilidades para conocer el propio aprendizaje (conocimiento declarativo), emplear estrategias de aprendizaje (conocimiento procedimental) y entender cuándo y por qué utilizar dichas estrategias (conocimiento condicional). Además, se identificaron efectos positivos en las habilidades para planificar y evaluar su aprendizaje. Sin embargo, vale la pena mencionar que, aunque los hallazgos fueron estadísticamente significativos, el tamaño del efecto fue pequeño para la mayoría de los dominios y los IC95% de los efectos estuvieron en ambos puntos de corte.

Estos resultados tienen varias explicaciones. Evidencia preliminar indica que las estrategias de aprendizaje activo, como el Aula Invertida, promueven el pensamiento crítico y la com-

Tabla 1 – Definición de los dominios y las categorías del Inventario de Habilidades Metacognitivas (IHM), estadísticas descriptivas, diferencias y efectos entre los 2 momentos de medición

Dominio	Categoría	Ítems	Definiciones	Tiempo 1 (n = 158)		Tiempo 2 (n = 155)		p	Tamaño del efecto, prueba d de Cohen (IC95%)
				M	DE	M	DE		
Conocimiento de la cognición	Conocimiento declarativo	5, 10, 12, 16, 17, 20	Conocimiento que tiene un sujeto de su aprendizaje, sus habilidades y el uso de sus capacidades cognitivas	3,65	0,82	3,83	0,61	0,01	0,24 (0,02-0,47)
	Conocimiento procedimental	3, 14, 27, 33	Conocimiento que tiene un sujeto sobre el empleo de sus estrategias de aprendizaje	3,91	0,63	4,02	0,48	0,04	0,19 (–0,02 a 0,41)
	Conocimiento condicional	15, 18, 26, 29, 35	Conocimiento que tiene un sujeto acerca de cuándo y por qué utilizar las estrategias de aprendizaje	3,83	0,86	3,98	0,57	0,03	0,20 (–0,01 a 0,42)
Regulación de la cognición	Planificación	4,6,8,22,23,42,45	Planeación por el sujeto de los tiempos de estudio, la fijación de metas de aprendizaje y la selección de recursos	3,52	0,85	3,77	0,72	0,02	0,31 (0,09-0,53)
	Organización	9,13,30,31,37,39, 41,43,47,48	Proceso realizado por el sujeto que le permite organizar las actividades en torno al aprendizaje	3,97	0,78	4,00	0,62	0,3	0,04 (–0,17 a 0,26)
	Monitorización	1,2,11,21,28,34,49	Supervisión que ejerce el sujeto del proceso de aprendizaje durante el desarrollo de tareas	3,78	0,77	3,87	0,65	0,13	0,12 (–0,09 a 0,34)
	Depuración	5,40,44,51,52	Proceso realizado por el sujeto y que le permite identificar debilidades en el aprendizaje y ajustar las estrategias para mejorar su desempeño	4,06	0,65	4,04	0,53	0,6	–0,03 (–0,25 a 0,18)
	Evaluación	7,19,24,36,38,50	Análisis por el sujeto de la efectividad de las estrategias implementadas	3,50	0,84	3,74	0,70	0,003	0,31 (0,08-0,53)

IC95%: intervalo de confianza del 95%; DE: desviación estándar; M: media.

Diferencia estadísticamente significativa si $p < 0,05$. Guía para la interpretación del tamaño del efecto: efecto pequeño, $d = \pm 0,20$; efecto medio, $d = \pm 0,50$, y gran efecto, $d = \pm 0,80$ ²⁷.

Las definiciones están tomadas del trabajo de Huertas et al.⁴ tras validar el instrumento en estudiantes colombianos.

prensión profunda de conceptos¹⁹ a la vez que ayudan a los estudiantes a regular y dirigir su aprendizaje²⁸. En nuestra experiencia, los estudiantes acceden a entornos de aprendizaje virtual para revisar y evaluar diferentes contenidos teóricos y materiales educativos independientemente, con el fin de preparar el trabajo en las sesiones presenciales de aula convencional. Estas sesiones, muy interactivas y en grupos de trabajo pequeños, les permiten realizar la discusión de casos clínicos con el acompañamiento de un tutor. Creemos que el efecto positivo encontrado en el presente estudio en el conocimiento declarativo, procedimental y condicional y en las capacidades de planificación obedece a que este tipo de metodología puede fomentar la autonomía, evitar el paternalismo propio de las estrategias de enseñanza tradicional, situar al estudiante en contextos reales, posibilitar la aplicación práctica y la transferencia de la teoría y disminuir la dependencia exclusiva de la memoria para la toma de decisiones, además de estimular a los estudiantes a crear planes de estudio individual y evaluar y reflexionar sobre el conocimiento adquirido a través de la participación en discusiones y sesiones de simulación clínica. Estudios previos respaldan estas observaciones^{3-6,29}.

No obstante, reconocemos que las estrategias de aprendizaje activo, aunque permiten promover el pensamiento metacognitivo, no generan por sí mismas metacognición³⁰. Una estrategia de instrucción centrada en el estudiante lo compromete y lo hace responsable de lo que aprende. Sin embargo, asumir un rol activo en el proceso de aprendizaje no es garantía de aprendizaje significativo y profundo, ya que este solo se alcanza con tareas de cognición activa promovidas por un tutor a través del apoyo y el andamiaje necesarios para estimular el procesamiento, la organización y la consolidación del conocimiento³¹. En estudios previos se ha observado que la fase más importante de una sesión de Aula Invertida es la de discusión e interacción cooperativa presenciales³². Estas observaciones reflejan que, si bien el Aula Invertida promueve comportamientos relacionados con autorregulación, reconocimiento del conocimiento inicial, planeación y monitorización del aprendizaje, el estudiante necesita acompañamiento explícito en estas tareas³³. La actividad facilitadora debe incluir, pues, acciones concretas que estimulen al estudiante no solo a recordar información, sino a la reflexión a través de la retroalimentación permanente y oportuna. Es fundamental que el tutor explique a los estudiantes la importancia y el valor del proceso de aprendizaje, y no solo la importancia de recordar contenidos, y los ayude a reflexionar activamente²⁹.

En este contexto, si bien la intervención tuvo un efecto positivo en todos los dominios del conocimiento, el tamaño del efecto fue pequeño. Aunque el Aula Invertida facilitó el desarrollo de estas habilidades, aún es necesario incluir actividades que promuevan que el estudiante reflexione más sobre el conocimiento que tiene acerca de lo que sabe, las estrategias de aprendizaje que utiliza y cuándo utilizar estas estrategias. Resaltamos que nuestra intervención está inmersa en un currículo tradicional centrado en clases magistrales a lo largo de la carrera de Medicina. La inclusión aislada del Aula

Invertida en cirugía dentro de este tipo de currículo puede explicar la magnitud del efecto encontrado.

Este estudio cuenta con fortalezas y debilidades. Creemos que involucra una intervención estandarizada (tanto en su componente virtual como en el presencial), el uso de instrumentos de medición válidos y una muestra de participantes representativa. No obstante, se reconoce la corta duración de la intervención (20 semanas). Las habilidades metacognitivas se desarrollan de manera gradual y acumulativa en el tiempo, en relación con la exposición del estudiante a este tipo de ambientes de aprendizaje. En particular, el efecto metacognitivo del Aula Invertida no es duradero, y aunque los estudiantes tienen la capacidad de desarrollar habilidades metacognitivas incrementales, deben exponerse constantemente a estas estrategias para que realmente se integren¹⁹. Como ya se ha anotado, los participantes de este estudio estuvieron expuestos durante los primeros 3 años de la carrera a estrategias de enseñanza tradicional. Al respecto, esta situación abre la puerta a realizar nuevas investigaciones que comparen el efecto de diferentes estrategias de enseñanza en los procesos metacognitivos de conocimiento y regulación, así como los efectos combinados de estas intervenciones.

La relación entre el efecto de diversas estrategias de enseñanza en las habilidades metacognitivas del estudiante es un aspecto fundamental en la evaluación de la calidad de la enseñanza y ofrece implicaciones para la práctica. Diferentes autores sostienen la importancia de enseñar metacognición a los estudiantes, de explicarles cómo deben orientarse hacia el planteamiento de cuestionamientos y de reflexionar durante la planeación, la monitorización y la evaluación de los diferentes momentos del aprendizaje de un curso completo o una asignatura^{3,34,35}. La implicación práctica de este estudio también reside en la planificación del diseño instruccional en el Aula Invertida, focalizado en especial en el aprendizaje cooperativo en las sesiones presenciales. Creemos que estas observaciones resaltan la importancia de no concentrar los esfuerzos exclusivamente en el uso de plataformas tecnológicas y entornos virtuales, sino en enriquecer la interacción entre estudiantes y profesores en situaciones de simulación de baja y mediana fidelidad (en el caso del Aula Invertida Extendida).

En conclusión, el Aula Invertida tiene efectos positivos en el conocimiento declarativo, procedimental y condicional percibido por estudiantes de cirugía. Además, en las habilidades para planificar y evaluar su aprendizaje. Estos resultados tienen implicaciones prácticas y ofrecen oportunidades para realizar nuevos estudios.

Financiación

Facultad de Medicina, Universidad de la Sabana, Chía, Colombia.

Conflicto de intereses

Ninguno.

BIBLIOGRAFÍA

1. Zohar A, Barzilai S. A review of research on metacognition in science education: current and future directions. *Studies in Science Education*. 2013;49:121-69.
2. Driessen E. When I say... metacognition. *Med Educ*. 2014;48:561-2.
3. Medina MS, Castleberry AN, Persky AM. Strategies for improving learner metacognition in health professional education. *Am J Pharm Educ*. 2017:81.
4. Huertas Bustos AP, Vesga Bravo GJ, Galindo LM. Validación del instrumento "Inventario de habilidades metacognitivas (MAI)" con estudiantes Colombianos. *Prax Saber*. 2014;5:55-74.
5. Dang NV, Chiang JC, Brown HM, McDonald KK. Curricular activities that promote metacognitive skills impact lower-performing students in an introductory biology course. *J Microbiol Biol Educ*. 2018:19.
6. Rashid H, Lebeau R, Saks N, Cianciolo AT, Artino AR, Shea JA, et al. Exploring the role of peer advice in self-regulated learning: metacognitive, social, and environmental factors. *Teach Learn Med*. 2016;28:353-7.
7. Ku KYL, Ho IT. Metacognitive strategies that enhance critical thinking. *Metacognition Learn*. 2010;5:251-67.
8. Magno C. The role of metacognitive skills in developing critical thinking. *Metacognition Learn*. 2010;5:137-56.
9. Artino AR, Dong T, DeZee KJ, Gilliland WR, Waechter DM, Cruess D, et al. Achievement goal structures and self-regulated learning: relationships and changes in medical school. *Acad Med*. 2012;87:1375-81.
10. Dunphy BC, Cantwell R, Bourke S, Fleming M, Smith B, Joseph KS, et al. Cognitive elements in clinical decision-making: toward a cognitive model for medical education and understanding clinical reasoning. *Adv Health Sci Educ Theory Pract*. 2010;15:229-50.
11. Gay S, Bartlett M, McKinley R. Teaching clinical reasoning to medical students. *Clin Teach*. 2013;10:308-12.
12. Hong WH, Vadivelu J, Daniel EGS, Sim JH. Thinking about thinking: changes in first-year medical students' metacognition and its relation to performance. *Med Educ Online*. 2015:20.
13. Moffett J. Twelve tips for "flipping" the classroom. *Med Teach*. 2015;37:331-6.
14. Eaton M. The flipped classroom. *Clin Teach*. 2017;14:301-2.
15. Domínguez LC, Sierra D, Pepín JJ, Moros G, Villarraga A. Efecto del Aula Invertida Extendida a simulación clínica para la resucitación del paciente traumatizado: estudio piloto de las percepciones estudiantiles sobre el aprendizaje. *Rev Colomb Anestesiología*. 2017;45:4-11.
16. Domínguez LC, Vega NV, Espitia EL, Sanabria ÁE, Corso C, Serna AM, et al. Impacto de la estrategia "flipped classroom" en el ambiente de aprendizaje en cirugía: una comparación con la clase magistral. *Biomédica*. 2015;35:513-21.
17. Domínguez LC, Sanabria ÁE, Sierra DO. El clima productivo en cirugía: ¿una condición para el aprendizaje en el aula invertida? *Educ Med*. 2017;19:263-9.
18. Domínguez LC, Alfonso E, Restrepo JA, Pacheco M. Clima de aprendizaje y preparación para el aprendizaje autodirigido en cirugía: ¿influye el enfoque de enseñanza? *Educ Med*. 2018:18.
19. Van Vliet EA, Winnips JC, Brouwer N. Flipped-class pedagogy enhances student metacognition and collaborative-learning strategies in higher education but effect does not persist. *CBE Life Sci Educ*. 2015;14:1-10.
20. Chen F, Lui AM, Martinelli SM. A systematic review of the effectiveness of flipped classrooms in medical education. *Med Educ*. 2017;51:585-97.
21. Persky AM, McLaughlin JE. The flipped classroom — from theory to practice in health professional education. *Am J Pharm Educ*. 2017;81:118.
22. Rotellar C, Cain J. Research, perspectives, and recommendations on implementing the flipped classroom. *Am J Pharm Educ*. 2016;80:34.
23. Berkhout JJ, Helmich E, Teunissen PW, van der Vleuten CPM, Jaarsma ADC. Context matters when striving to promote active and lifelong learning in medical education. *Med Educ*. 2018;52:34-44.
24. Schraw G, Dennison RS. Assessing metacognitive awareness. *Contemp Educ Psychol*. 1994;19:460-75.
25. Akturk AO, Sahin I. Literature review on metacognition and its measurement. *Soc Behav Sci*. 2011;15:3731-6.
26. Cronbach LJ, Warrington WG. Time-limit tests: Estimating their reliability and degree of speeding. *Psychometrika*. 1951;16:167-88.
27. Hatcher L. Advanced statistics in research: reading, understanding, and writing up data analysis results. ShadowFinch Media; 2013.
28. Mason GS, Shuman TR, Cook KE. Comparing the effectiveness of an inverted classroom to a traditional classroom in an upper-division engineering course. *IEEE Trans Educ*. 2013;56:430-5.
29. Sabel JL, Dauer JT, Forbes CT. Introductory biology students' use of enhanced answer keys and reflection questions to engage in metacognition and enhance understanding. *CBE Life Sci Educ*. 2017;16:1-12.
30. Medina MS. Making students' thinking visible during active learning. *Am J Pharm Educ*. 2017:81.
31. Rana J, Burgin S. Teaching & learning tips 3: Active learning strategies. *Int J Dermatol*. 2018;57:79-82.
32. Domínguez LC, Sanabria Á, Sierra D. ¿Cómo perciben los estudiantes el clima de aprendizaje en el aula invertida en cirugía?: Lecciones aprendidas y recomendaciones para su implementación. *Rev Chil Cir*. 2018;70:140-6.
33. Ramnanan C, Pound L. Advances in medical education and practice: student perceptions of the flipped classroom. *Adv Med Educ Pract*. 2017;8:63-73.
34. Connell GL, Donovan DA, Chambers TG. Increasing the use of student-centered pedagogies from moderate to high improves student learning and attitudes about biology. *CBE Life Sci Educ*. 2016;15:1-15.
35. Tanner KD. Promoting student metacognition. *CBE Life Sci Educ*. 2012;11:113-20.