



## Validación de modelo de fantoma en simulación de fondo de ojo para alumnos de pregrado

### Validation of phantom model in funduscopy examination simulation for undergraduate students

Cristóbal Vargas-Sepúlveda,<sup>\*,†,§</sup> Leonardo Salgado,<sup>\*,§</sup>  
Pablo Musa,<sup>\*,¶</sup> Julián Varas,<sup>\*,||</sup> Arturo E Grau<sup>\*,\*\*</sup>

#### Palabras clave:

simulación, modelo, fondo de ojo, validez.

#### Keywords:

simulation, model, funduscopy examination, validity.

#### RESUMEN

**Introducción:** el examen de fondo de ojo es una competencia necesaria para alumnos de medicina; sin embargo, la docencia en torno a ella es limitada y la confianza de los estudiantes en sus habilidades oftalmológicas es baja. **Material y métodos:** se realizó una sesión estructurada en tres partes: pre-instrucción, instrucción especialista, y simulación postinstrucción. Los estudiantes recibieron material de aprendizaje en línea previo a la simulación, donde se evaluó su competencia en la examinación del fondo de ojo mediante una lista de verificación. Luego, se brindó instrucción práctica y teórica, incluyendo una demostración en vivo guiada por un especialista. Posteriormente, se realizó una segunda simulación para evaluar la adquisición de habilidades. **Resultados:** el estudio evaluó el desempeño de 119 estudiantes de medicina. Tras la sesión de simulación, se observó una mejora promedio del 57.2% en relación al cumplimiento de los objetivos de la pauta. Los resultados destacaron incremento en la capacidad de los estudiantes para identificar la mácula y la fovea, con un aumento del 162.8% en esta competencia. **Conclusión:** los resultados muestran que una sesión de simulación en oftalmoscopia directa mejora considerablemente las competencias de los estudiantes de medicina de pregrado. La utilización de simulación en la formación oftalmológica permite practicar sin poner en riesgo a pacientes reales, brindando un espacio seguro y estandarizado para practicar sus habilidades clínicas.

#### ABSTRACT

**Introduction:** the funduscopy examination is a necessary skill for medical students; however, the instruction related to it is limited, and students have low confidence in their ophthalmological abilities. **Material and methods:** a structured session was conducted in three parts: pre-instruction, specialist instruction, and post-instruction simulation. Students received online learning material before the simulation, where their competency in funduscopy examination was evaluated using a checklist. Practical and theoretical instruction was provided, including a specialist-guided live demonstration. Subsequently, a second simulation was performed to assess skill acquisition. **Results:** the study evaluated the performance of 119 medical students. Following the session, an average improvement of 57.2% was observed in relation to the fulfillment of the assessment criteria for the students. The results highlighted an increase in students' ability to identify the macula and fovea, with a 162.8% improvement in this competency. **Conclusion:** the results demonstrate that a funduscopy examination simulation session significantly enhances the competencies of undergraduate medical students. The use of simulation in ophthalmological education enables practice without jeopardizing real patients, providing a safe and standardized environment to hone their clinical skills.

\* Pontificia Universidad Católica de Chile.

† Licenciado en Ciencias de la Ingeniería, mención Biomédica.

§ Estudiante de Medicina.

¶ Instructor adjunto Oftalmología, Facultad de Medicina.

|| Cirujano General, Director Alterno de Simulación UC, Profesor Asociado de la División de Cirugía.

\*\* Profesor Asociado Oftalmología, Facultad de Medicina.

Recibido: 13/11/2023.

Aceptado: 12/03/2024.

doi: 10.35366/115802

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, se estima que 596 millones de personas tienen problemas de visión de lejos, de los cuales 43 millones son ciegos. Por su parte, 510 millones de personas tienen problemas de visión de cerca no corregidos, simplemente

por no tener anteojos para leer, dando así más de mil millones de personas con problemas de visión. El 90% de los afectados vive en países de bajos y medianos ingresos, aun así, es esperanzador saber que más de 90% de las personas con discapacidad visual tienen una causa tratable o prevenible.<sup>1</sup>

**Citar como:** Vargas-Sepúlveda C, Salgado L, Musa P, Varas J, Grau AE. Validación de modelo de fantoma en simulación de fondo de ojo para alumnos de pregrado. Rev Latinoam Simul Clin. 2024; 6 (1): 17-24. <https://dx.doi.org/10.35366/115802>



La prevalencia de trastornos oculares en atención primaria de salud es significativa, oscilando entre 5 y 19% del total de pacientes que acuden a este servicio.<sup>2</sup>

Por lo anterior, la formación oftalmológica en estudiantes de medicina se vuelve esencial, siendo de suma importancia que la educación oftalmológica se centre en el desarrollo de habilidades, conocimientos y competencias con el objetivo de brindar una atención oftalmológica de calidad,<sup>3,4</sup> ya que, el entendimiento preciso de las manifestaciones oculares es crucial para identificar cuándo consultar de forma oportuna a un oftalmólogo.<sup>5</sup>

La literatura actual señala que en las últimas cuatro décadas existe una tendencia hacia la reducción de la enseñanza de oftalmología en los estudiantes de pregrado; de hecho, en algunas facultades de medicina de Estados Unidos, Canadá y Reino Unido, la oftalmología ya no está incluida en el currículo formal.<sup>3,4,6,7</sup> Esta situación se agrava debido al amplio espectro de conocimientos médicos que los estudiantes deben asimilar en un periodo acotado durante su formación académica de pregrado.<sup>8</sup>

Actualmente, a nivel mundial, tanto estudiantes de medicina como médicos recién graduados presentan niveles bajos de confianza en sus conocimientos y habilidades en oftalmología.<sup>6,9,10</sup>

Por lo anterior, se vuelve fundamental que las escuelas de medicina incluyan en sus currículos la enseñanza oftalmológica, siendo la oftalmoscopia directa la técnica actual que permite la evaluación oftalmológica de forma ambulatoria en una consulta médica.<sup>11</sup> La incorporación de la oftalmoscopia directa permite la identificación oportuna de hallazgos patológicos en el examen de fondo de ojo, mejorando, así la calidad de la atención médica.<sup>12</sup>

Ante esta necesidad, desde Simulación y Cirugía Experimental UC, y su área especializada de Oftalmología, perteneciente a la Facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile, diseñamos una sesión práctica de simulación centrada en técnicas clínicas oftalmológicas, ya que la simulación ha demostrado potenciar la asimilación de conocimientos médicos, mejorar la comunicación, el trabajo en equipo y una mejoría directa en los resultados clínicos.<sup>13,14</sup>

La sesión es escalable en el tiempo, permite acortar la curva de aprendizaje gracias a los beneficios de la simulación clínica, la cual disminuye la brecha de conocimientos, garantizando la continuidad y eficacia en la formación oftalmo-

lógica, así como el desarrollo de competencias esenciales frente a situaciones difíciles, como pueden ser restricciones en la proximidad física con pacientes.<sup>15-18</sup>

De esta manera se puede dar respuesta a la necesidad de mejorar los currículos en el ámbito de la oftalmología y a la creciente necesidad de innovación educativa en la formación de habilidades prácticas en oftalmología, en especial la incorporación de la simulación con uso de modelos como maniquíes o fantasmas en lugar de pacientes simulados o *role-play* entre pares.<sup>16,18,19</sup>

El objetivo de este estudio es proporcionar evidencia de que una sesión de entrenamiento en oftalmoscopia directa tiene un impacto positivo en las competencias de los estudiantes de medicina de pregrado.

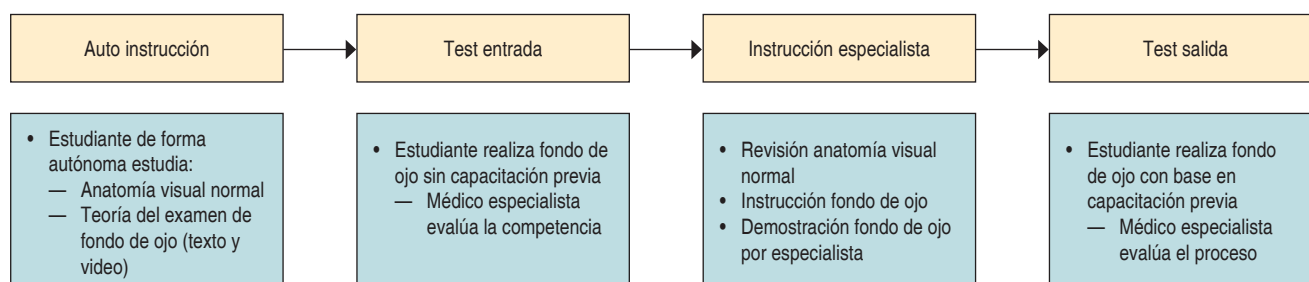
## MATERIAL Y MÉTODOS

**Población de estudio:** estudiantes de medicina de tercer año de la Pontificia Universidad Católica de Chile que se encontraban realizando el curso Clínicas I, parte de la malla curricular obligatoria de la carrera de medicina donde esta es la primera aproximación a la técnica de fondo de ojo en la malla curricular por parte de los estudiantes de pregrado.

**Descripción del modelo:** la unidad de trabajo de nuestro estudio consistió en una sesión de oftalmoscopia directa con fantoma, la cual es una actividad teórico-práctica cuya finalidad es la adquisición de las competencias necesarias para realizar una oftalmoscopia directa, así como el reconocimiento de la estructura anatómica normal visible mediante este examen.

La sesión tuvo una duración de 60 minutos por grupo de alumnos, y se realizó secuencialmente en total para cinco grupos de 20 a 22 estudiantes divididos en dos grupos pequeños de 10 a 11 estudiantes, donde se contó con tres fantasmas Kyoto Kagaku M82 en midriasis (5.0 mm), con sus respectivos oftalmoscopios por cada grupo pequeño. Cada grupo pequeño estuvo a cargo de un docente especialista en oftalmología.

Cada sesión constó de tres partes: simulación inicial preinstrucción práctica, instrucción práctica y teórica guiada y, por último, simulación postinstrucción práctica (*Figura 1*). Previamente a la sesión de simulación, los alumnos recibieron material e-learning el cual consistió en una presentación con información teórica para la examinación y un video demostrativo de la oftalmoscopia directa, que describía los detalles



**Figura 1:** Estructura cronológica sesión práctica.

de la competencia que debían aprender. Los estudiantes enfrentaron la simulación inicial solo con esta información.

La simulación inicial preinstrucción práctica buscó evaluar la competencia por medio de la aplicación de una pauta de cotejo tipo checklist de seis ítems a evaluar con respuesta dicotómica (logrado/no logrado). Dicha pauta fue desarrollada en su totalidad por los autores de este estudio.

El docente aplicó la pauta siguiendo el siguiente protocolo: los alumnos eran nombrados uno a uno para pasar a realizar el examen en los fantasmas con la habitación a oscuras. El docente facilitó el oftalmoscopio apagado a cada alumno al comenzar el examen. Luego mientras el alumno realizaba el examen, el docente preguntaba una a una las preguntas de la pauta y registraba las respuestas del alumno. El protocolo anterior ocurrió sin *feedback* por parte del tutor ni de los alumnos que no se encontraban realizando el examen.

La aplicación de la pauta consistió en evaluar mediante preguntas la capacidad de los estudiantes para identificar correctamente estructuras anatómicas visibles en el examen, así como la correcta técnica oftalmoscópica (Tabla 1).

En la instrucción práctica y teórica guiada, se revisó de manera presencial el material teórico básico del sistema visual y luego se realizó una demostración de oftalmoscopia directa realizada por el médico especialista en vivo.

Finalmente, en la simulación postinstrucción práctica, los estudiantes repitieron el examen en las mismas condiciones que las iniciales, mientras el tutor aplicaba una segunda pauta, siguiendo el mismo protocolo que en la primera simulación.

El objetivo fue determinar si la sesión de simulación permite o no que los alumnos adquieran esta habilidad o competencia clínica y, al mismo tiempo, evaluar qué aspectos de esta habilidad resultan más o menos difíciles de enseñar por medio de este método (Figura 2).

**Análisis de datos:** En este estudio se utilizaron diversas técnicas estadísticas para analizar los datos recolectados. Utilizando el programa R se calcularon medidas de tendencia central y dispersión, como las medias y las desviaciones estándar para tener una idea general de la distribución de los datos y poder compararlos entre los grupos y comparar el desempeño antes y después de la sesión.

Además, se aplicaron pruebas de hipótesis para determinar si existían diferencias significativas entre los datos.

El test de Wilcoxon para variables pareadas se usó para comparar las diferencias entre los promedios de los grupos con el fin de evaluar si la sesión tuvo un efecto significativo en el aprendizaje de los estudiantes. Se calculó la desviación estándar de las respuestas a cada pregunta con relación a su media para identificar un límite inferior y cuantificar la cantidad de estudiantes que se encontraban por encima de él. Por último, se realizó una prueba de diferencia en la densidad de respuestas entre los grupos antes y después de la sesión para evaluar el efecto de la sesión en la comprensión y aplicación de la oftalmoscopia directa.

## RESULTADOS

En este estudio se analizó el desempeño reflejado en una pauta de una sesión de instrucción en oftalmología directa en 119 estudiantes de tercer año de medicina en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Los resultados mostraron que el promedio de los estudiantes mejoró en un 57.2% (significativo al 99% de confianza) después de la sesión (Tabla 2).

La Figura 3 muestra los resultados obtenidos por los 119 estudiantes. Para el análisis se realizó una diferencia de medias pareadas y se evaluó la mejora (Anexos 1 a 6), resultando en un cambio estadísticamente positivo y distinto de cero.

Tabla 1: Pauta validación simulación fondo de ojo.

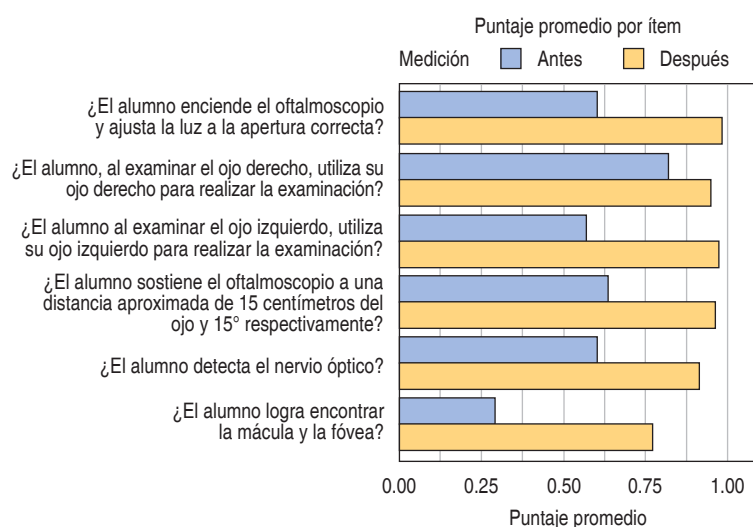
Habilidad	Antes		Después	
	Sí = 1	No = 0	Sí = 1	No = 0
¿El alumno enciende el oftalmoscopio y ajusta la luz a la apertura correcta?				
¿El alumno al examinar el ojo derecho, utiliza su ojo derecho para realizar la examinación?				
¿El alumno, al examinar el ojo izquierdo, utiliza su ojo izquierdo para realizar la examinación?				
¿El alumno sostiene el oftalmoscopio a una distancia aproximada de 15 centímetros del ojo y 15 grados respectivamente?				
¿El alumno detecta el nervio óptico?				
¿El alumno logra encontrar la mácula y la fovea?				
Puntaje esperado	6		6	

Tabla 2: Puntaje promedio por habilidad antes y después de la instrucción dada por el especialista.

Habilidad	Antes	Después	% mejora	p
¿El alumno enciende el oftalmoscopio y ajusta la luz a la apertura correcta?	0.605	0.983	62.50	0.001
¿El alumno al examinar el ojo derecho, utiliza su ojo derecho para realizar la examinación?	0.824	0.950	15.31	0.001
¿El alumno al examinar el ojo izquierdo, utiliza su ojo izquierdo para realizar la examinación?	0.571	0.975	70.59	0.001
¿El alumno sostiene el oftalmoscopio a una distancia aproximada de 15 centímetros del ojo y 15° respectivamente?	0.639	0.966	51.32	0.001
¿El alumno detecta el nervio óptico?	0.605	0.916	51.39	0.001
¿El alumno logra encontrar la mácula y la fovea?	0.294	0.773	162.86	0.001
Puntaje promedio de los 6 ítems	3.538	5.563	57.24	0.001



**Figura 2:** Simulación de oftalmoscopia directa A) Estudiantes en simulación de oftalmoscopia directa B) Fantoma Kyoto Kagaku M82.



**Figura 3:** Puntaje promedio de todos los ítems antes y después de la instrucción dada por el especialista.

Los estudiantes, previo a la sesión sólo un 29.4% logró identificar correctamente la mácula y la fovea mientras que posterior a la sesión un 77.3% logró identificarla de forma correcta (*Anexo 6*), obteniendo así un 162.8% de mejora en esta competencia (*Tabla 2*).

Los resultados obtenidos mostraron una mejora significativa en el promedio de puntajes en la evaluación después de la sesión, sugiriendo que esta sesión logró mejorar las habilidades y conocimientos en oftalmoscopia directa en los estudiantes participantes.

## DISCUSIÓN

Este estudio contó con una amplia participación de un total de 119 estudiantes de tercer año de medicina, lo que garantiza que los datos obtenidos sean estadísticamente significativos y tenga una mayor validez externa. Esta muestra representativa permite que los resultados sean generalizables a otras escuelas de medicina, lo que contribuye a la replicabilidad y la posibilidad de extrapolar los hallazgos a diferentes contextos educativos.

Los resultados obtenidos revelaron un impacto positivo significativo de la sesión de inducción en la adquisición de habilidades clínicas en los estudiantes. Antes de la sesión, solo el 50% de los alumnos obtuvieron un puntaje mayor o igual a 4 puntos, mientras que después de la sesión, el 99% de los alumnos lograron alcanzar dicho puntaje. Esta mejora indica que la intervención tuvo un efecto favorable en el aprendizaje de los estudiantes.

Se observó que la localización de la mácula y la fovea representó una dificultad particular para los alumnos, ya que sólo el 29.4% de ellos logró identificar correctamente estas estructuras en un primer intento. Sin embargo, después de la inducción y la práctica con fantoma, se observó una notable mejora, con un 77.3% de los alumnos logrando una localización correcta. Esto representa una mejora del 162.8% en comparación con los resultados iniciales.

Es importante mencionar que, a pesar de los resultados positivos obtenidos, el estudio



presenta una limitación debido a la falta de un grupo control que no recibiera ninguna intervención. La ausencia de un grupo control dificulta la evaluación precisa de la efectividad relativa del método de aprendizaje utilizados en el estudio. Por lo tanto, se recomienda que futuras investigaciones incluyan un grupo control adecuado para una comparación más rigurosa y una evaluación más precisa.

En futuras investigaciones, se sugiere realizar una comparación directa entre el uso de fantasmas y el aprendizaje entre pares en la enseñanza de la oftalmoscopia directa. Esta comparación permitiría evaluar cuál de estos métodos de aprendizaje resulta más efectivo para mejorar las habilidades en oftalmoscopia directa en estudiantes de medicina.

La simulación médica es ética y esencial en la formación médica, ya que permite a los futuros médicos un espacio seguro y estandarizado para practicar sus habilidades clínicas antes de enfrentarse a pacientes reales, lo cual asegura tanto la competencia clínica como el respeto a los pacientes.<sup>20</sup>

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos proporcionan evidencia de que una sesión de entrenamiento en oftalmoscopia directa tiene un impacto positivo en las competencias de los estudiantes de medicina de pregrado, evidenciando como los estudiantes mejoran su rendimiento de manera estadísticamente significativa después de recibir la instrucción.

Estos hallazgos refuerzan la importancia de implementar métodos de simulación en la formación oftalmológica de pregrado. La utilización de fantasmas y otras herramientas de simulación ofrece a los estudiantes una oportunidad única para practicar y perfeccionar sus habilidades sin poner en riesgo a los pacientes reales. La oftalmoscopia directa es una técnica crucial en el examen ocular, y es fundamental que los futuros médicos adquieran competencias sólidas en este campo.

Es necesario continuar investigando y comparando diferentes enfoques de enseñanza en oftalmología, esto permitirá identificar las mejores estrategias educativas y optimizar la formación de los estudiantes en esta área. Es fundamental basar la educación en evidencia científica sólida para garantizar que los futuros médicos adquieran los conocimientos y las habilidades necesarias para brindar una atención oftalmológica de calidad.

Los médicos bien entrenados en oftalmoscopia serán capaces de realizar diagnósticos más precisos, identificar afecciones oculares tempranamente, realizar derivaciones y tratamientos oportunos, contribuyendo así a una atención oftalmológica integral y de calidad.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los docentes que forman parte del Departamento de Oftalmología UC y a Simulación y Cirugía Experimental UC.

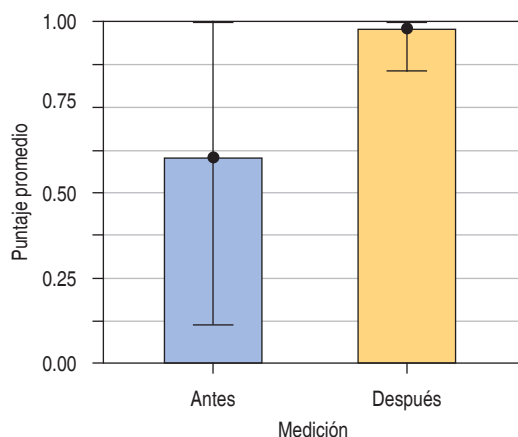
## REFERENCIAS

1. Burton MJ, Ramke J, Marques AP, Bourne RRA, Congdon N, Jones I, et al. The Lancet Global Health Commission on Global Eye Health: vision beyond 2020. *Lancet Glob Health*. 2021; 9 (4): e489-e551.
2. Succar T, Grigg J, Beaver HA, Lee AG. A systematic review of best practices in teaching ophthalmology to medical students. *Surv Ophthalmol*. 2016; 61 (1): 83-94.
3. Albert DM, Bartley GB. A proposal to improve ophthalmic education in medical schools. *Ophthalmology*. 2014; 121 (6): 1157-1159.
4. Baylis O, Murray PI, Dayan M. Undergraduate ophthalmology education - A survey of UK medical schools. *Med Teach*. 2011; 33 (6): 468-471.
5. Hazin R, Lum F, Daoud YJ. Ophthalmic features of systemic diseases. *Ann Med*. 2012; 44 (3): 242-252.
6. Zhang HH, Hepschke JL, Shulruf B, Francis IC, Spencer SKr, Coroneo M, et al. Sharpening the focus on ophthalmology teaching: perceptions of medical students and junior medical officers. *Clin Exp Ophthalmol*. 2018; 46 (9): 984-993.
7. Shah M, Knoch D, Waxman E. The state of ophthalmology medical student education in the United States and Canada, 2012 through 2013. *Ophthalmology*. 2014; 121 (6): 1160-1163.
8. Fan JC, Sherwin T, McGhee CN. Teaching of ophthalmology in undergraduate curricula: a survey of Australasian and Asian medical schools. *Clin Exp Ophthalmol*. 2007; 35 (4): 310-317.
9. Kouzmitcheva E, Grover SA, Berenbaum T, Ali A, Atkinson A, Yeh EA. Evaluation of an Ophthalmoscopy Simulator to Teach Funduscopy Skills to Pediatric Residents. *Can J Neurol Sci*. 2018; 45 (3): 320-324.
10. Schulz C, Moore J, Hassan D, Tamsett E, Smith CF. Addressing the 'forgotten art of funduscopy': evaluation of a novel teaching ophthalmoscope. *Eye (Lond)*. 2016; 30 (3): 375-384.
11. Benbassat J, Polak BC, Javitt JC. Objectives of teaching direct ophthalmoscopy to medical students. *Acta Ophthalmol*. 2012; 90 (6): 503-507.
12. Akaishi Y, Otaki J, Takahashi O, et al. Validity of direct ophthalmoscopy skill evaluation with ocular fundus examination simulators. *Can J Ophthalmol*. 2014; 49 (4): 377-381.

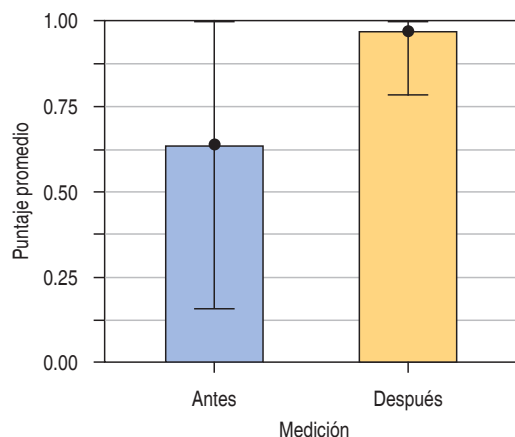
13. Corvetto M, Bravo MP, Montaña R, Utili F, Escudero E, Boza C, et al. Simulación en educación médica: una sinopsis. *Revista médica de Chile*. 141 (1), 70-79.
14. Flanagan JL, De Souza N. Simulation in Ophthalmic Training. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2018; 7 (6): 427-435.
15. Ferrara M, Romano V, Steel DH, Gupta R, Iovino C, Van Dijk EHC, et al. Reshaping ophthalmology training after COVID-19 pandemic. *Eye (Lond)*. 2020; 34 (11): 2089-2097.
16. Succar T, Beaver HA, Lee AG. Impact of COVID-19 pandemic on ophthalmology medical student teaching: educational innovations, challenges, and future directions. *Surv Ophthalmol*. 2022; 67 (1): 217-225.
17. Pradeep TG, Sundaresh DD, Ramani S. Adoption of newer teaching methods to overcome challenges of training in ophthalmology residency during the COVID-19 pandemic. *Indian J Ophthalmol*. 2021; 69 (5): 1292-1297.
18. Duong AT, Van Tassel SH, Alzaga Fernandez AG, Amin A, Chadha N, Dagi Glass LR, et al. Medical Education and Path to Residency in Ophthalmology in the COVID-19 Era: Perspective from Medical Student Educators. *Ophthalmology*. 2020; 127 (11): e95-e98.
19. Dub N, Konopiska J, Obuchowska I, Lisowski, Dmuchowska DA, Rkas M. The Impact of the COVID-19 Pandemic on Ophthalmology Residents: A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18 (21): 11567.
20. Rojas A, Borja H. ¿Es ética la utilización de técnicas de simulación en la docencia médica de pregrado? Reflexión bioética. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 32 (1), 34-37.

**Correspondencia:**  
**Cristóbal Vargas-Sepúlveda**  
**E-mail:** cavargas8@uc.cl

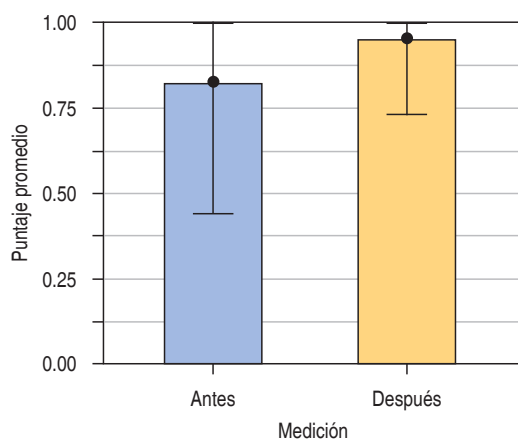
**Anexo 1:** ¿El alumno enciende el oftalmoscopio y ajusta la luz a la apertura correcta?



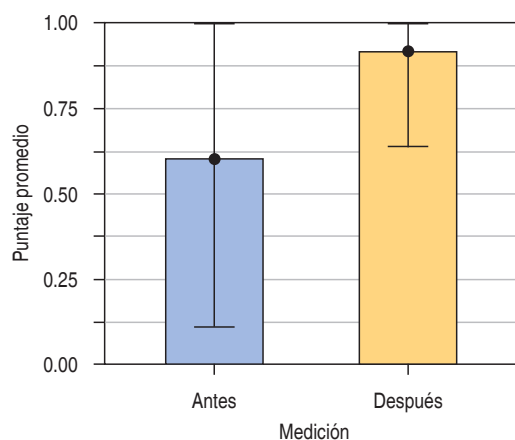
**Anexo 2:** ¿El alumno sostiene el oftalmoscopio a una distancia aproximada de 15 centímetros?



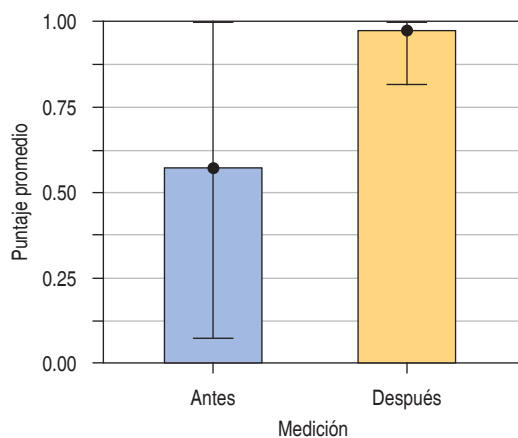
**Anexo 3:** ¿El alumno, al examinar el ojo derecho, utiliza su ojo derecho para realizar la examinación?



**Anexo 4:** ¿El alumno detecta el nervio óptico?



**Anexo 5:** ¿El alumno al examinar el ojo izquierdo, utiliza su ojo izquierdo para realizar la examinación?



**Anexo 6:** ¿El alumno logra encontrar la mácula y la fovea?

