



Aportes de la simulación al desarrollo del razonamiento clínico en estudiantes de pregrado de medicina

Simulation contribution to the development of clinical reasoning in undergraduate medical students

Soledad Armijo-Rivera,* Claudia Behrens-Pérez,† Edison Pablo Reyes-Aramburu,§
Cristhian Pérez-Villalobos,* Nancy Bastías-Vega*

Palabras clave:

Razonamiento clínico, toma de decisiones, simulación, pacientes estandarizados, medicina, licenciatura.

Keywords:

Clinical reasoning, decision making, simulation, standardized patients, medicine, students, undergraduate.

RESUMEN

El uso de recursos de simulación en los planes de estudio de las carreras de medicina se ha usado para promover el desarrollo de las aptitudes procesales, la comunicación con los pacientes, la entrega de los pacientes, el razonamiento ético y el trabajo en equipo. El proceso de reunir, integrar y confirmar la información, que constituyen la base del razonamiento clínico necesario para la toma de decisiones médicas, es una de las competencias esenciales para la formación de estos profesionales; sin embargo, sigue presentando dificultades a los creadores de planes de estudios. Aunque muchos reconocen que su enseñanza es predominantemente clínica, otros piensan que aún no se conoce la mejor manera de enseñar el razonamiento clínico. La simulación con pacientes estandarizados, los simuladores virtuales computarizados, la simulación inmersiva y la simulación de alta fidelidad pueden ser útiles desde el principio del programa de estudios, pero deben ir acompañados de retroalimentación o *debriefing*. Por ello, es necesario desarrollar estudios longitudinales, ya que el razonamiento clínico es una tarea compleja, cuyo desarrollo se establece a lo largo de los planes de estudio; asimismo, es preciso identificar estrategias efectivas que faciliten el *debriefing* y promuevan el razonamiento clínico o el análisis de los errores cognitivos en la toma de decisiones.

ABSTRACT

Simulation has been used within medical undergraduate curricula to promote the development of procedural skills, communication with patients, patients delivery, ethical reasoning and teamwork. The process of collecting, integrating and confirming information that constitute the basis of clinical reasoning necessary for medical decision making, is one of the essential competences training these professionals, and still presents difficulties to curricular planners. Although many recognize that their teaching is predominantly clinical, others think that the best way to teach clinical reasoning is not yet known. Simulation with standardized patients, computer-based virtual simulators, immersive simulation and high fidelity simulation, can be useful from the beginning of the curriculum, but they must be accompanied by feedback or debriefing. It is necessary to develop longitudinal studies, since clinical reasoning is a complex task whose development is established throughout the curricula and identify effective strategies to facilitate debriefing and promote clinical reasoning or the analysis of cognitive errors in decision making.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el uso de recursos de simulación en los currículos de las carreras de medicina se ha usado para promover el desarrollo de habilidades procedimentales,¹ comunicación con el paciente,² comunicación en la transición del cuidado³ y trabajo en equipo.⁴ La simulación se ha descrito como un medio de preparación para la práctica clínica^{1,5} o como un recurso de enseñanza del razonamiento ético en situaciones de urgencia.⁶ En muchos de estos casos también se observa o analiza el resultado de la toma de

decisiones, esto es, que la toma de decisión es un proceso relacionado con un caso puntual o área específica del conocimiento clínico.¹⁻⁴ Sin embargo, el razonamiento clínico entendido como un proceso esencial para la toma de decisiones médicas no se analiza en profundidad.

El razonamiento clínico es el proceso en el que se recolecta rigurosamente la información clínica, la historia, los antecedentes previos, el examen físico, los exámenes, etcétera, para definir un diagnóstico, tomar decisiones respecto al estudio, al tratamiento o a la elaboración del pronóstico.⁷

* Departamento de Educación Médica de la Universidad de Concepción, Chile.
† Universidad Católica del Norte, Centro de Simulación, Chile.
§ Universidad del Desarrollo, Facultad de Medicina, Centro de Fisiología Celular e Integrativa, Chile.

Recibido: 30/12/2019
Aceptado: 20/03/2020

doi: 10.35366/92935



Se describen dos formas de razonamiento clínico:⁸ la intuitiva o sistema 1, también llamada tácita o experiencial, la cual se basa en el rápido reconocimiento de un patrón, y utiliza conocimientos y experiencias previas. La forma analítica o racional, o también sistema 2, se basa en el razonamiento consciente y sistemático basado en reglas explícitas.

El proceso de toma de decisiones clínicas se realiza en un continuo, es decir, va desde la intuición hasta la forma analítica.⁹ Desde una perspectiva de seguridad el patrón analítico puede ser entendido como un sistema de control de las decisiones iniciales que naturalmente tienden a ser intuitivas.⁸

Con regularidad, la enseñanza del razonamiento clínico no se declara explícitamente en los currículos de medicina,¹⁰ pues, de forma tradicional, se ha enseñado el razonamiento clínico a través de actividades clínicas,¹¹⁻¹³ mediante discusiones de casos clínicos¹⁴ o adquiriendo el aprendizaje basado en problemas.¹⁵ Además, se ha descrito que un elemento clave para la mejor enseñanza del razonamiento clínico es contar con docentes entrenados que faciliten su aprendizaje.¹³

Pese a ser una tarea compleja y requerida para ejercer la profesión médica, los resultados del aprendizaje del razonamiento clínico son poco reportados en la literatura. Un ejemplo reciente con estaciones de OSCE (*Objective and Structured Clinical Examination*) en las que se midió el proceso de razonamiento en estudiantes de medicina de universidades chilenas demostró un bajo nivel de logro en la competencias de razonamiento clínico en escenarios simulados con pacientes estandarizados.¹⁶ De ahí la relevancia de repensar las formas de enseñanza de razonamiento clínico e incluir a la simulación como una herramienta para guiar su desarrollo.

Considerando que aún en la actualidad el desarrollo del razonamiento clínico es un desafío para los currículos de pregrado de medicina, se realizó una revisión de la literatura para determinar de qué manera la simulación clínica aporta hoy al desarrollo de la competencia de razonamiento clínico en estudiantes de pregrado de medicina.

Para ello, se realizó una revisión de la literatura relacionada con los aportes de la simulación en el desarrollo del razonamiento clínico en estudiantes de medicina. Las bases de datos consultadas fueron: PubMed, y Google Scholar entre los años

2015 y 2019. Las palabras claves que se buscaron fueron: *clinical reasoning, decision making, simulation, standardized patients, medicine, students, undergraduate* (Tabla 1). Los criterios de inclusión fueron las investigaciones realizadas en estudiantes de medicina de pregrado, cuya modalidad de simulación utilizada hubiera sido la simulación clínica. De esta manera, se encontraron 106 artículos en las bases de datos antes mencionadas, los cuales se complementaron con trabajos conocidos por los autores que no aparecieron en la búsqueda y que eran pertenecientes al tema. Así, se completó un total de 104 artículos. Luego de remover los duplicados, 28 cumplieron con los criterios de inclusión (Figura 1). A partir de esta selección se llevó a cabo una revisión narrativa y se describieron los aportes de la simulación en la literatura médica reciente con base en la experiencia y reflexión de los autores.

RESULTADOS

Una vez que se consideraron las diferencias metodológicas en el diseño de los artículos y la diversidad de resultados se decidió estructurar una revisión narrativa, la cual se organizó en tres áreas temáticas principales: pacientes estandarizados, simuladores virtuales y simulación de alta fidelidad con maniqués, y *debriefing*.

Pacientes estandarizados: más allá de la comunicación

El uso de pacientes estandarizados como un recurso en la enseñanza de la comunicación y el desarrollo de habilidades de comunicación verbal, no verbal y de empatía² ha sido ampliamente documentado. No obstante, más allá de la comunicación o de su uso como recurso de evaluación, existen diversos reportes en la literatura que describen cómo las actividades de simulación clínica con pacientes estandarizados aportan al desarrollo de la competencia de razonamiento clínico en estudiantes e internos de medicina.^{14,17-19}

El uso de pacientes estandarizados se ha descrito desde el comienzo del desarrollo de la competencia de razonamiento clínico. Desde el ciclo inicial de la carrera, en los cursos de anatomía¹⁴ y otras asignaturas básicas,¹⁷ las simulaciones se utilizan para promover la integración curricular a fin de que los estudiantes puedan visualizar la utilidad clínica de los conocimientos básicos de la estructura y la función del cuerpo humano normal, cuyo enfoque de enseñanza se centra más en

el estudiante que en el contenido; la integración y realismo que se logra al trabajar con “casos reales” con estudiantes jóvenes genera también un efecto en la motivación hacia el aprendizaje.

La simulación basada en pacientes estandarizados respecto a la formación del razonamiento clínico de pacientes con patologías neurológicas permite el desarrollo y evaluación de competencias para el diagnóstico agudo, el manejo terapéutico y las medidas de soporte; adicionalmente, ayuda a revelar defectos específicos en partes del proceso diagnóstico.¹⁸ Estos aportes resultan fundamentales cuando se tratan de mejorar las capacidades diagnósticas y terapéuticas en patologías tiempo-dependientes que, además, requieren de la articulación de múltiples unidades que trabajen de manera colaborativa.

El uso de pacientes estandarizados en un OSCE diseñado para la evaluación del examen físico musculoesquelético en la modalidad de examen físico guiado por hipótesis demostró que la anticipación precisa de los resultados de los exámenes discriminatorios se correlaciona con la

capacidad de realizar la maniobra asociada; sin embargo, la capacidad de anticiparse no se relaciona con que el estudiante llegue al diagnóstico correcto. Pareciera que los estudiantes no usan los hallazgos del examen físico de buena forma para llegar a un diagnóstico correcto.¹⁹

Simuladores virtuales y *serious games*: una herramienta emergente

Una de las primeras disciplinas en las cuales se demostró que el uso de simuladores virtuales lograba mejorar el aprendizaje del razonamiento clínico en estudiantes de tercer año de medicina fue el manejo de casos virtuales quirúrgicos.²⁰ Por una parte, en un estudio en el que se analizó qué elementos pueden predecir el desempeño de estudiantes de medicina en evaluaciones de razonamiento clínico con simuladores computacionales, se demostró que el resultado de los OSCE era la condición que podía predecir los resultados en estas evaluaciones, lo que abrió la opción a considerarlas como una alternativa

PRISMA 2009. Diagrama de flujo
Aportes de la simulación al razonamiento clínico en estudiantes de pregrado de medicina (2015-2019)

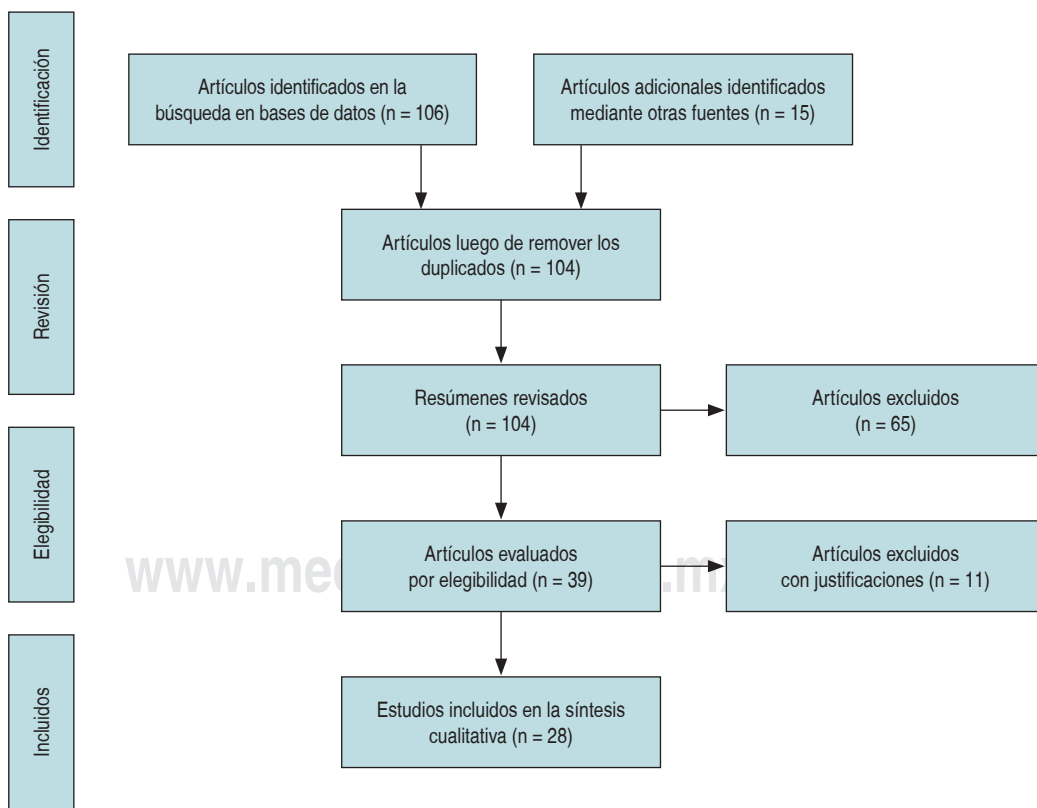


Figura 1:

Algoritmo de flujo (adaptado de: Flow Chart PRISMA 2009).

Tabla 1: Resultados de búsqueda en literatura.

Estrategia de búsqueda (30 de diciembre de 2019)	Artículos obtenidos
((decision making) AND simulation) AND undergraduate) AND medicine students Sort by: Best Match Filters: published in the last 5 years	34
((clinical reasoning) AND simulation) AND undergraduate) AND medicine students Sort by: Best Match Filters: published in the last 5 years	25
((decision making) AND standardized patients) AND undergraduate) AND medicine students Sort by: Best Match Filters: published in the last 5 years	27
((clinical reasoning) AND standardized patients) AND undergraduate) AND medicine students Sort by: Best Match Filters: published in the last 5 years	20

para la enseñanza y evaluación.²¹ Por la otro, los estudiantes expuestos al uso de simulaciones de urgencias virtuales para el desarrollo del razonamiento clínico expresaron una alta percepción de su aprendizaje inmediato y a mediano plazo.²² El recurso de los pacientes virtuales comenzó entonces a visualizarse como una alternativa plausible para la enseñanza y evaluación a un costo menor que la simulación con maniqués, lo que generó una alta motivación por el aprendizaje en ellos.²³

Existen numerosos reportes sobre el diseño de simuladores que ilustran los elementos relevantes y emergentes del uso de estos recursos como medio de enseñanza del razonamiento clínico.²⁴⁻²⁷ Con el fin de identificar qué tipo de metodología de casos virtuales generaba mayor aprendizaje, en una escuela de medicina en Alemania, se comparó el uso de casos cortos y casos largos de pacientes simulados computarizados para cuadros de abdomen agudo, pero no se logró demostrar diferencias entre ambos métodos,²⁴ lo que abre la discusión respecto a la complejidad cognitiva que requieren los casos para provocar aprendizaje.

En otro grupo de estudiantes de origen colombiano, el uso de un simulador virtual demostró que en un diseño antes y después de la intervención, los estudiantes mejoraban en las habilidades de entrevista clínica, examen físico, juicio clínico, relevancia de los exámenes de apoyo diagnóstico solicitados y presentación del caso,²⁵ y no sólo se limitaban a las descripciones de mejora en la realización de procedimientos²⁶ o anamnesis y examen físico,^{27,28} los cuales son los elementos caracterizados en la mayor parte de los trabajos en la literatura.

Un estudio controlado y aleatorizado reciente encontró diferencias positivas en el razonamiento clínico para simulaciones basadas en computadora en comparación con el aprendizaje basado en papel en estudiantes de sexto semestre de medicina y que fueron sometidos a un examen OSCE.²⁷ Éstos tuvieron un significativo mejor desempeño en la obtención de historias clínicas de pacientes con dolor abdominal agudo y crónico.

Algunas de las limitaciones de los pacientes virtuales como medio de enseñanza tienen que ver con el realismo conversacional y la capacidad de entregar un *feedback* pertinente al caso. En un estudio reciente sobre un paciente virtual que incorpora análisis de las interacciones en la conversación, los autores refieren que la exactitud conversacional del sistema varía entre 79 y 86%, y que aún no cuenta con capacidades para proveer *feedback* inmediato al estudiante.²⁸ Esta limitante se debe tener en cuenta todavía más si se consideran algunos estudios que demuestran que los estudiantes sobrestiman su desempeño en la realización de anamnesis y examen físico comparado con el observado por sus instructores, que su capacidad de reflexión no guiada les permite generar limitados aprendizajes metacognitivos²⁹ y que los estudiantes cometen más errores que los expertos³⁰ o que los simuladores virtuales pueden ser sensibles, pero muy poco específicos para diferenciar novatos de expertos.³¹

Todo lo anterior revela la importancia de contar con *feedback* externo e, idealmente, la necesidad de realizar *debriefing* en profundidad para establecer estrategias de mejora que vayan más allá de la retroalimentación automática de los tópicos meramente cognitivos relacionados con un caso puntual.

La simulación virtual inmersiva fue descrita ya en 2015 como una herramienta útil para la enseñanza de los flujos de trabajo en oncología quirúrgica, contexto en el cual además demostró ser útil para evaluar el aprendizaje relacionado con los casos oncológicos en estudiantes de tercer año de medicina.³²

Un estudio en patología quirúrgica realizado en Alemania sobre *serious games* (juego virtual tridimensional) de una sala de emergencia demostró un cambio positivo en la medición postintervención del conocimiento declarativo de 140 estudiantes de medicina participantes en el juego y evaluados en una prueba de selección múltiple, que evidenciaron cambios mayores en estudiantes de cursos iniciales.³³

En Alemania, un estudio prospectivo y cualitativo con pacientes virtuales encontró que estudiantes de niveles intermedios y avanzados de su carrera establecían cerca de 50% de los diagnósticos errados.³⁴ El mismo grupo realizó un estudio de corte transversal en una cohorte de estudiantes, en la que se comparó el uso de pacientes virtuales sin *feedback* con aquéllos con *feedback* informativo y limitado a 100 palabras entregado por el docente, pero no se encontraron diferencias entre los grupos.³⁵

Simulación de alta fidelidad y *debriefing* para promover el razonamiento clínico

En Chile, un estudio de 30 minutos de duración sobre simulaciones complejas de turnos de urgencia con múltiples pacientes, en el cual los internos de medicina debían tomar decisiones clínicas, priorizar tareas y trabajar en equipo, reportó mejoras en el aprendizaje, tanto en el proceso de toma de decisiones como en el trabajo en equipo.³⁶ Los *debriefing* fueron guiados por un docente formado en *debriefing* y en razonamiento clínico. Estas simulaciones son demandantes en cuanto al tiempo necesario para realizar el escenario y el *debriefing*, además de que requieren un espacio habilitado para la simulación de un servicio de urgencia y de un facilitador altamente capacitado, condiciones que pueden limitar su aplicabilidad en otros contextos.

En cuanto a las simulaciones de alta fidelidad de paciente único, recientemente, ha emergido un modelo denominado “simulaciones con discusiones iterativas”, el cual se basa en principios de la teoría de procesamiento dual del razonamiento clínico.³⁷ En este modelo, el instructor interrumpe el flujo del escenario en tres momentos del proceso de razonamiento: obtención de información, integración y confirmación. El escenario continúa después de cada interrupción, y finalmente se realiza una sesión de *debriefing*. Este tipo de simulación pretende explorar en diferentes momentos los procesos de razonamiento clínico, identificando el patrón tipo 1⁸ mediante la verbalización durante el manejo del caso, y el tipo 2⁸ durante las discusiones iterativas sin entrega del *feedback*.³⁷ En este estudio se propone, además, un instrumento de evaluación del razonamiento clínico en escenarios de simulación de alta fidelidad, que pretende registrar tanto los errores de razonamiento por déficit en los procesos de recogida, integración y confirmación de datos para la elaboración del plan diag-

nóstico y terapéutico, como los sesgos cognitivos en la toma de decisiones,³⁷ poniendo el foco en el error y las debilidades del sistema intuitivo y analítico más que en las fortalezas adaptativas de cada uno de ellos;³⁸ también sólo contempla el registro de algunos de los errores cognitivos que se describen en otras áreas³⁹ y no pretende usar el registro de errores cognitivos para reconocer la progresión en el desarrollo del razonamiento clínico como se ha hecho en anestesia,^{40,41} o de los errores que pueden derivar de los procesos heurísticos que llevaron a la creación de la teoría del procesamiento dual.⁹

Existen diversos instrumentos descritos para evaluar el razonamiento clínico, los cuales se aplican fuera del contexto clínico (pruebas teóricas orales o escritas) en contextos simulados (OSCE o simulaciones) y en el campo clínico (observaciones de desempeño real, miniCEX o test de concordancia SCRIPT).⁴²

En una revisión sistemática sobre la conciencia de situación medida en exámenes OSCE y aplicada a estudiantes de medicina,⁴³ se sugiere que el desempeño en la tarea completa en un OSCE permite la evaluación de la conciencia de una situación asociada con el razonamiento clínico, y que el entregar un *feedback* sobre los desempeños observados promueve el desarrollo de esta competencia.

Así como ocurrió en las simulaciones de múltiples casos³⁶ y como se describió en las simulaciones iterativas,³⁷ una asociación de médicos internistas en Francia reconoció el *debriefing* después de la simulación como una herramienta pedagógica esencial para la enseñanza del razonamiento clínico en esa especialidad, pero cuestionaron la justificación de una metodología, la cual consume tiempo y que requiere además de entrenamiento de los docentes, que no ha permitido, en el contexto francés, demostrar su validez pedagógica.⁴⁴ El *debriefing* se reconoce como el espacio para reflexionar luego de la simulación y para promover aprendizajes a largo plazo. El análisis conversacional de los *debriefing* de médicos jóvenes ha aportado alguna información sobre las interacciones que se produce en esas instancias,⁴⁵ reconociendo que muchas de las interacciones se quedan en la superficie y no logran promover efectivamente reflexiones profundas.

CONCLUSIONES

La simulación es una herramienta útil que complementa las actividades clínicas en el desarrollo del

razonamiento clínico para la toma de decisiones médicas.

Los pacientes estandarizados han demostrado ser útiles en patologías en las que la historia clínica y el examen físico requieren realismo de la persona humana más que de maniqués. Sin embargo, según lo reportado en la literatura, esta modalidad de simulación ha sido sólo utilizada para mejorar las habilidades clínicas básicas y la comunicación, habilidades que constituyen la base para un buen razonamiento clínico, pero en las que no se ha profundizado en cómo mejorar el proceso de razonamiento.

Los simuladores virtuales se desarrollaron como una alternativa en diversos contextos y especialidades clínicas. Éstos permiten la práctica autónoma y tienen una alta aceptabilidad por parte de los estudiantes; no obstante, todavía existe un porcentaje elevado de imprecisiones en la representación de la realidad de la conversación. En este sentido, es necesario desarrollar estrategias de *feedback* o reflexión profunda, ya que los estudiantes sobreestiman su desempeño.

La simulación de alta fidelidad con *debriefing* parece ser una herramienta valiosa para desarrollar el razonamiento clínico; empero, aún existen vacíos respecto de cómo facilitar el *debriefing* para de esta manera se logre promover el razonamiento clínico en estudiantes de pregrado de medicina, o bien para determinar cuáles son sus errores cognitivos en esos contextos.

En todos los casos, es necesario desarrollar estudios longitudinales y no sólo estudios de corte transversal antes y después de la intervención en niveles aislados de la carrera, toda vez que el razonamiento clínico es una tarea compleja cuyo desarrollo se establece a lo largo de los currículos.

REFERENCIAS

- Dversdal RK, Gold JA, Richards MH, Chiovaro JC, Iossi KA, Mansoor AM, et al. A 5-day intensive curriculum for interns utilizing simulation and active-learning techniques: addressing domains important across internal medicine practice. *BMC Res Notes*. 2018; 11 (1): 916. doi: 10.1186/s13104-018-4011-4.
- Vogel D, Meyer M, Harendza S. Verbal and non-verbal communication skills including empathy during history taking of undergraduate medical students. *BMC Med Educ*. 2018; 18 (1): 157. doi: 10.1186/s12909-018-1260-9.
- Davis J, Roach C, Elliott C, Mardis M, Justice EM, Riesenber LA. Feedback and assessment tools for handoffs: a systematic review. *J Grad Med Educ*. 2017; 9 (1): 18-32. doi: 10.4300/JGME-D-16-00168.1.
- Freytag J, Stroben F, Hautz WE, Eisenmann D, Kämmer JE. Improving patient safety through better teamwork: how effective are different methods of simulation debriefing? Protocol for a pragmatic, prospective and randomised study. *BMJ Open*. 2017; 7 (6): e015977. doi: 10.1136/bmjopen-2017-015977.
- Morgan J, Green V, Blair J. Using simulation to prepare for clinical practice. *Clin Teach*. 2018; 15 (1): 57-61. doi: 10.1111/tct.12631. Epub 2017 Mar 30.
- Lewis G, McCullough M, Maxwell AP, Gormley GJ. Ethical reasoning through simulation: a phenomenological analysis of student experience. *Adv Simul (Lond)*. 2016; 1: 26. doi: 10.1186/s41077-016-0027-9. eCollection 2016.
- Armijo S, Ronco R. Pensamiento o razonamiento clínico. En: *Manual del tutor clínico*. UDD; 2018. pp. 129-135.
- Pelaccia T, Tardif J, Emmanuel T, Charlin B. An analysis of clinical reasoning through a recent and comprehensive approach: the dual process theory. *Medical Education Online*. 2011; 16. doi: 10.3402/meo.v16i0.5890.
- Croskerry P. The theory and practice of clinical decision making. *Can J Anesth*. 2005; 52: R1-R8.
- Wolpaw T, Papp K, Bordage G. Using SNAPPS to facilitate the expression of clinical reasoning and uncertainties: a randomized comparison group trial. *Acad Med*. 2009; 84: 517-524.
- Fleming A, Cutrer W, Reimschisel T, Gigante J. You too can teach clinical reasoning. *Pediatrics*. 2012; 130 (5): 795-797. doi: 10.1542/peds.2012-2410.
- Kassirer J. Teaching clinical reasoning: case-based and coached. *Acad Med*. 2010; 85: 1118-1124.
- Khin-Htun S, Kushairi A. Twelve tips for developing clinical reasoning skills in the pre-clinical and clinical stages of medical school. *Med Teach*. 2019; 41 (9): 1007-1011. doi: 10.1080/0142159X.2018.1502418. Epub 2018 Oct 9.
- Amey L, Donald KJ, Teodorczuk A. Teaching clinical reasoning to medical students. *Br J Hosp Med*. 2017; 78 (7): 399-401.
- Montaldo G, Herskovic P. Teaching of clinical reasoning to medical students using prototypical clinical cases. *Rev Med Chil*. 2013; 141 (7): 823-830. doi: 10.4067/S0034-98872013000700001.
- Behrens C, Morales V, Parra P, Hurtado A, Fernández R, Giacconi E, et al. Diseño e implementación de OSCE para evaluar competencias de egreso en estudiantes de Medicina en un consorcio de universidades chilenas. *Rev Med Chile*. 2018; 146: 1197-1204.
- Ginzburg SB, Brenner J, Cassara M, Kwiatkowski T, Willey JM. Contextualizing the relevance of basic sciences: small-group simulation with debrief for first- and second-year medical students in an integrated curriculum. *Adv Med Educ Pract*. 2017; 8: 79-84. doi: 10.2147/AMEPS124851.
- Lukas RV, Blood A, Park YS, Brorson JR. Assessment of neurological clinical management reasoning in medical students. *J Clin Neurosci*. 2014; 21 (6): 919-922.
- Stansfield RB, Diponio L, Craig C, Zeller J, Chadd E, Miller J, et al. Assessing musculoskeletal examination skills and diagnostic reasoning of 4th year medical students using a novel objective structured clinical exam. *BMC Med Educ*. 2016; 16 (1): 268.

20. Sullivan SA, Bingman E, O'Rourke A, Pugh CM. Piloting virtual surgical patient cases with 3rd-year medical students during the surgery rotation. *Am J Surg*. 2016; 211 (4): 689-696.e1. doi: 10.1016/j.amjsurg.2015.11.021. Epub 2016 Jan 6.
21. Fida M, Kassab SE. Do medical students' scores using different assessment instruments predict their scores in clinical reasoning using a computer-based simulation? *Adv Med Educ Pract*. 2015; 6: 135-141. doi: 10.2147/AMEP.S77459. eCollection 2015.
22. Murray H, Savage T, Rang L, Messenger D. Teaching diagnostic reasoning: using simulation and mixed practice to build competence. *CJEM*. 2018; 20 (1): 142-145. doi: 10.1017/cem.2017.357. Epub 2017 Jul 26.
23. Makransky G, Bonde MT, Wulff JS, Wandall J, Hood M, Creed PA, et al. Simulation based virtual learning environment in medical genetics counseling: an example of bridging the gap between theory and practice in medical education. *BMC Med Educ*. 2016; 16: 98. doi: 10.1186/s12909-016-0620-6.
24. Schubach F, Goos M, Fabry G, Vach W, Boeker M. Virtual patients in the acquisition of clinical reasoning skills: does presentation mode matter? A quasi-randomized controlled trial. *BMC Med Educ*. 2017; 17 (1): 165. doi: 10.1186/s12909-017-1004-2.
25. Isaza-Restrepo A, Gómez MT, Cifuentes G, Argüello A. The virtual patient as a learning tool: a mixed quantitative qualitative study. *BMC Med Educ*. 2018; 18 (1): 297. doi: 10.1186/s12909-018-1395-8.
26. Fleischer D, Hoover ML, Posel N, Razek T, Bergman S. Development and validation of a tool to evaluate the evolution of clinical reasoning in trauma using virtual patients. *J Surg Educ*. 2018; 75 (3): 779-786. doi: 10.1016/j.jsurg.2017.08.024. Epub 2017 Sep 18.
27. Jawaid M, Bakhtiar N, Masood Z, Mehar AK. Effect of paper- and computer-based simulated instructions on clinical reasoning skills of undergraduate medical students: a randomized control trial. *Cureus*. 2019; 11 (11): e6071. doi: 10.7759/cureus.6071.
28. Maicher K, Danforth D, Price A, Zimmerman L, Wilcox B, Liston B, et al. Developing a conversational virtual standardized patient to enable students to practice history-taking skills. *Simul Healthc*. 2017; 12 (2): 124-131. doi: 10.1097/SIH.000000000000195.
29. Cleary TJ, Konopasky A, La Rochelle JS, Neubauer BE, Durning SJ, Artino AR Jr. First-year medical students' calibration bias and accuracy across clinical reasoning activities. *Adv Health Sci Educ Theory Pract*. 2019; 24 (4): 767-781. doi: 10.1007/s10459-019-09897-2. Epub 2019 May 16.
30. Hayward J, Cheung A, Velji A, Altarejos J, Gill P, Scarfe A, et al. Script-theory virtual case: a novel tool for education and research. *Med Teach*. 2016; 38 (11): 1130-1138. Epub 2016 Apr 21.
31. Yu CH, Straus S, Brydges R. The ABCs of DKA: development and validation of a computer-based simulator and scoring system. *J Gen Intern Med*. 2015; 30 (9): 1319-1332. doi: 10.1007/s11606-015-3273-y.
32. Kleinert R, Heiermann N, Plum PS, Wahba R, Chang DH, Maus M, et al. Web-based immersive virtual patient simulators: positive effect on clinical reasoning in medical education. *J Med Internet Res*. 2015; 17 (11): e263. doi: 10.2196/jmir.5035.
33. Chon SH, Timmermann F, Dratsch T, Schuelper N, Plum P, Berth F, et al. Serious games in surgical medical education: a virtual emergency department as a tool for teaching clinical reasoning to medical students. *JMIR Serious Games*. 2019; 7 (1): e13028. doi: 10.2196/13028.
34. Braun LT, Zwaan L, Kiesewetter J, Fischer MR, Schmidmaier R. Diagnostic errors by medical students: results of a prospective qualitative study. *BMC Med Educ*. 2017; 17: 191.
35. Braun LT, Borrmann KF, Lottspeich C, Heinrich DA, Kiesewetter J, Fischer MR, et al. Scaffolding clinical reasoning of medical students with virtual patients: effects on diagnostic accuracy, efficiency, and errors. *Diagnosis (Berl)*. 2019; 6 (2): 137-149. doi: 10.1515/dx-2018-0090.
36. Behrens C, Dolmans DHJM, Leppink J, Gormley GJ, Driessen EW. Ward round simulation in final year medical students: Does it promote students learning? *Med Teach*. 2018; 40 (2): 199-204.
37. Pennaforte T, Moussa A, Loye N, Charlin B, Audétat MC. Exploring a new simulation approach to improve clinical reasoning teaching and assessment: randomized trial protocol. *JMIR Res Protoc*. 2016; 5 (1): e26. doi: 10.2196/resprot.4938.
38. Croskerry P, Petrie DA, Reilly JB, Tait G. Deciding about fast and slow decisions. *Acad Med*. 2014; 89 (2): 197-200. doi: 10.1097/ACM.0000000000000121.
39. Stiegler MP, Neelenkavil JP, Canales C, Dhillon A. Cognitive errors detected in anesthesiology: a literature review and pilot study. *Br J Anaesth*. 2012; 108 (2): 229-235.
40. Sidi A, Gravenstein N, Vasilopoulos T, Lampotang S. Simulation-based assessment identifies longitudinal changes in cognitive skills in an Anesthesiology residency training program. *J Patient Saf* 2017 Jun 2 doi: 10.1097/PTS.0000000000000392.
41. Prakash S, Bihari S, Need P, Sprick C, Schuwirth L. Immersive high fidelity simulation of critically ill patients to study cognitive errors: a pilot study. *BMC Med Educ*. 2017; 17 (1): 36.
42. Daniel M, Rencic J, Durning SJ, Holmboe E, Santen SA, Lang V, et al. Clinical reasoning assessment methods: a scoping review and practical guidance. *Acad Med* 2019. doi: 10.1097/ACM.0000000000002618.
43. Fischer MA, Kennedy KM, Durning S, Schijven MP, Ker J, O'Connor P, et al. Situational awareness within objective structured clinical examination stations in undergraduate medical training: a literature search. *BMC Med Educ*. 2017; 17 (1): 262. doi: 10.1186/s12909-017-1105-y.
44. Galland J, Abbara S, Terrier B, Samson M, Tesnières A, Fournier JP, et al. Simulation-based learning and internal medicine: opportunities and current perspectives for a national harmonized program. *Rev Med Interne*. 2018; 39 (6): 414-420. doi: 10.1016/j.revmed.2017.11.011. Epub 2018 Mar 13.
45. Kihlgren P, Spanager L, Dieckmann P. Investigating novice doctors' reflections in debriefings after simulation scenarios. *Med Teach*. 2015; 37 (5): 437-443. doi: 10.3109/0142159X.2014.956054. Epub 2014 Sep 5.

Correspondencia:**Soledad Armijo-Rivera**

Av. Las Condes 12438, Lo Barnechea.

Teléfono: +56 9 9679 6889

E-mail: soledad.armijo@gmail.com