

Construcción de algoritmos como estrategia de aprendizaje en medicina

Fernando René Pérez Romero^{a,†,*}

Facultad de Medicina



Resumen

Introducción: Los algoritmos están en casi todos los procesos de interacción y coordinación para completar tareas físicas y mentales exigentes a futuro, suponiendo en medicina, el paso de los algoritmos biológicos a los artificiales con eliminación del error y un manejo óptimo de la información con mayor beneficio para el humano.

Objetivo: Determinar la percepción de la utilidad en la aplicación de la teoría de algoritmos para la solución a problemas clínicos mediante la aplicación del razonamiento algorítmico.

Material y método: Para evaluar la percepción de la aplicación de la teoría de algoritmos en la solución a problemas clínicos, teóricos y reales, se exploró la percepción de la utilidad de la teoría de algoritmos en estudiantes de la carrera de medicina, mediante la aplicación de encuestas previas y posteriores a una intervención educativa.

Resultados: Posterior a la intervención, la percepción de los estudiantes es que la mayoría (más del 70%) considera que los algoritmos son indispensables para los médicos, que su uso es evidente en la literatura médica y que es necesario tener un conocimiento profundo del tema a tratar. En cuanto a la utilidad para el aprendizaje, la mayoría (más del 60%) considera que sirven para describir o recordar un tema, para explicar o resumir, y para organizar y establecer soluciones a un problema. Las opiniones del estudiantado fueron predominantemente positivas para la utilidad de los algoritmos.

Conclusión: La teoría de algoritmos proporciona una alternativa metodológica de aprendizaje, pues se integran distintas áreas del conocimiento médico, proporcionando una o varias vías de solución, que ayudan a la descripción o explicación de la patología, o para su aplicación en un contexto real de atención al paciente.

^a Departamento de Ciencias Médicas Básicas, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guadalajara, Gdl., Jalisco, México.

ORCID ID:

[†] <https://orcid.org/0000-0003-0411-2395>

Recibido: 30-mayo-2022. Aceptado: 13-octubre-2022.

* Autor para correspondencia: Fernando René Pérez Romero. Edificio de Medicina y Ciencias de la Salud 4º piso. Av. Gral. Ramón Corona 2514, Colonia Nuevo México. Zapopan, Jalisco. C.P. 45201. Teléfono: 33 3201 4676.

Correo electrónico: engrama02@hotmail.com

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

Palabras clave: Algoritmos; aprendizaje; razonamiento lógico.

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

Construction of algorithms as a learning strategy in medicine

Abstract

Introduction: The processes are in almost all the processes of interaction and coordination to complete demanding physical and mental tasks in the future, assuming in medicine, the passage from biological algorithms to artificial ones with error elimination and optimal management putting information with greatest benefit to humans.

Objective: To determine the perception of the usefulness of the application of the theory of algorithms for the solution of clinical problems through the application of algorithmic reasoning.

Material and method: To evaluate the perception of the application of the theory of algorithms in the solution of clinical, theoretical and real problems, the perception of the usefulness of the theory of algorithms in medical

students was explored, through the application surveys before and after an educational intervention.

Results: After the intervention, the perception of the students is that the majority (more than 70%) considers that they are essential for doctors, that their use is evident in the medical literature and that it is necessary to have a deep knowledge of the subject to be treated. Regarding the usefulness for learning, the majority (more than 60%) consider that they serve to describe or remember a topic, to explain or summarize and to organize and establish solutions to a problem. The opinions of the student body were predominantly positive for the usefulness of the algorithms.

Conclusion: The theory of algorithms provides a methodological alternative for learning since different areas of medical knowledge are integrated, it requires one or several ways of solution and that help to describe or explain the pathology, or for its application in a real context of care. to the patient.

Key words: Algorithms; learning; logical reasoning.

This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

INTRODUCCIÓN

Aún hoy en día, la tendencia en la enseñanza en la práctica médica, se ha desplazado hacia una visión fragmentaria con profundización en algunas áreas o especialidades, perdiendo la visión de conjunto¹.

Resulta preocupante que en las escuelas de medicina de México dicha enseñanza se limita a preparar médicos para cumplir con el mínimo indispensable, observándose que los planes y programas de estudio muestran una clara desvinculación de los conocimientos con la práctica, ya que están constituidos principalmente por “simples agregados de materias con orientación anticientífica y productora de valores que fortalecen nuestra dependencia teórica, técnica y conceptual”^{1,2}.

Dado que los algoritmos están en casi todos los procesos de interacción y coordinación para completar tareas físicas y mentales exigentes, la fuente

o código que se puede obtener de todas las cosas³, es una forma de representación mental que puede ser utilizada también en la medicina. Así mismo, a futuro, se supone que el paso de los algoritmos biológicos a los artificiales elimina a la larga el error y proporciona un manejo óptimo de la información con mayor beneficio para el humano⁴.

Educación en medicina

En la enseñanza formal de la medicina en México se han observado cambios derivados de su evolución en cuanto al conocimiento, tecnología y cultura de la humanidad. De tal forma que, en México, se han presentado tres corrientes de enseñanza de la medicina, generadas por el intercambio sociocultural nacional e internacional: La escuela tradicional, la tecnología educativa y el enfoque cognitivo⁵.

La escuela tradicional se caracteriza por la cáte-

Tabla 1. Estrategias de aprendizaje en medicina

Estrategias para la problematización-disposición	<ul style="list-style-type: none"> • Discusión guiada • Presentación de temas • Integración de los alumnos • Expresión de puntos de vista por parte de los alumnos • Estimular razonamiento analítico, reflexivo y crítico
Estrategias para el procesamiento de la información	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategias para organizar la información nueva por aprender • Resúmenes • Mapa conceptual • Estrategia para enlazar los conocimientos previos con la nueva información • Analogías
Estrategias para la adquisición del conocimiento y para mejorar la codificación de la información a aprender	<ul style="list-style-type: none"> • Ilustraciones • Preguntas intercaladas
Estrategias para la aplicación de la información	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje basado en problemas • Método del caso
Otras	<ul style="list-style-type: none"> • Simulación • TIC • Medicina basada en evidencias

dra, acompañada de demostraciones y prácticas de laboratorio. Esta escuela es influida por la pedagogía positivista, y tiene a la educación clínica como un aprendizaje de tipo tutorial sin un reglamento específico⁵.

La tecnología educativa busca el aprendizaje de grandes grupos, sistematizando la enseñanza con base en la teoría de los sistemas, la explotación de los medios de comunicación y el conductismo, tiene como requisito la elaboración de objetivos de aprendizaje para definir la conducta final del estudiante⁵.

En el cognoscitivismo/constructivismo se hace una analogía entre la mente y la computadora como sistemas de procesamiento que codifican, retienen y operan con símbolos y representaciones internas⁵. Por lo que se coincide en que tanto la mente como la computadora son sistemas que procesan información, la retienen y operan con símbolos y representaciones internas⁶.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de medicina, así como en muchas otras profesiones, se han observado estrategias comunes que se apoyan en el modelo de ciclo de aprendizaje de Marzano que se muestran en la **tabla 1**⁷.

El razonamiento lógico en medicina

Se define al razonamiento lógico como “aquel proceso intelectual mediante el cual el ser humano iden-

tifica y selecciona entre varias opciones, la más adecuada para dar solución a un problema existente”. En el caso del médico, este interactúa con el sujeto de estudio (paciente) y debe identificar el problema en él (diagnóstico), para posteriormente proponer un plan de acción dirigido a revertir el problema (tratamiento)⁸.

Para resolver un problema, el hombre utiliza un procedimiento caracterizado por:

1. Comprender lo que se debe hacer.
2. Entender la información provista para buscar una solución.
3. Búsqueda de estrategias para encontrar la solución con la información provista.

Dentro del razonamiento lógico se encuentran dos tipos de razonamiento inferencial que son:

- Razonamiento inductivo: Capacidad de desarrollar conceptos generales a partir de una particularidad utilizando como herramientas a la clasificación y las analogías, entre otras.
- Razonamiento deductivo. Elaboración de proposiciones basadas en las leyes de la lógica, a partir de una generalidad hasta lo particular, y sirve para demostrar la veracidad de las proposiciones alcanzadas por el razonamiento inductivo, que

además utiliza un razonamiento condicional en donde, se establecen dos premisas, de las cuales una es el antecedente; y otra, la consecuencia⁹.

Toma de decisiones en medicina

Existen distintos componentes a considerar en la toma de decisiones, y entre ellos se encuentran:

- El nivel de conocimientos.
- Los procesos cognitivos que se ven influenciados por diversos factores psicológicos y fisiológicos (hambre, sueño, emociones, etc.).
- Los procesos metacognitivos que se refieren a la toma de conciencia de los conocimientos y recursos intelectuales y que son característicos del profesional experimentado¹⁰.

Derivado de lo anterior, un razonamiento clínico puede percibirse de dos formas:

- Un sistema instintivo y alimentado por el reconocimiento de un patrón determinado que es obtenido a través de la experiencia.
- Un sistema analítico y sistemático (valga la redundancia), que es más fiable y menos propenso al error, aunque más tardado y caro.

Ambos sistemas son efectivos en la clínica; sin embargo, es necesario obtener una retroalimentación de nuestro proceso de decisión para poder mantener esta habilidad profesional¹⁰.

Una de las formas más utilizadas para facilitar la toma de decisiones es el método clínico, que es una secuencia ordenada de pasos para la búsqueda y aproximación a un diagnóstico que permitirá la toma de decisiones para satisfacer las demandas del paciente, por lo tanto, es un método auxiliar para la toma de decisiones^{11,12}.

Los algoritmos en medicina

Un término que es necesario establecer para entender la utilidad de los algoritmos médicos es el de “informática médica” que es definida por el Departamento de Informática Biomédica de la Universidad de Columbia en Nueva York, como “una disciplina científica para almacenar, localizar, compartir y usar de manera óptima la información biomédica

y los datos y conocimientos necesarios para resolver problemas y tomar decisiones...”, de tal forma que la informática se aplica en cuestiones prácticas para proveer de información oportuna y precisa a los médicos¹³.

Un algoritmo tiene como objetivo el proveer la mejor manera para solucionar sistemáticamente un problema y pueden tener objetivos preventivos, diagnósticos o terapéuticos^{13,14}. En el área de las matemáticas, algoritmo se define como “un conjunto finito de reglas que da una secuencia de operaciones o acciones a realizar para resolver un tipo específico de problemas”¹⁵.

Aun cuando se tenga una probada utilidad de los algoritmos, no hay una utilización del término *razonamiento algorítmico* y que incluso puede ser no congruente con el método o razonamiento clínico, y aunque ambos (algoritmos y método clínico) son procedimientos utilizados en la toma de decisiones, pueden ser herramientas con valor inversamente proporcional entre sí, es decir, que a mayor uso de algoritmos, menos razonamiento clínico. Sin embargo, es de resaltar que el razonamiento clínico tiene para sí mismo un algoritmo, puesto que los procesos mentales necesarios para la toma de decisiones clínicas deben seguir una secuencia lógica¹⁴.

Utilidad de los algoritmos en medicina

Los algoritmos o los diagramas de flujo son métodos que simplifican el proceso de decisión, de tal forma que el médico debe familiarizarse con las bases científicas de estos protocolos para mantener una actitud abierta y receptiva para otras opciones tanto diagnósticas como terapéuticas¹⁰.

Los algoritmos son una técnica de ramificación muy útil en la enseñanza-aprendizaje para establecer alternativas de solución a un problema. Así mismo, facilitan el aprendizaje de reglas, instrumentos para planificación y prescripción, además de ser instrumentos metodológicos para la investigación^{13,15}.

Sin embargo, se debe atender a las ventajas y desventajas que con estos vienen, en medicina se encuentran las siguientes¹⁴:

- Ventajas
 - Aprendizaje rápido con retención duradera.
 - Identificación de situaciones de exploración

Tabla 2. Secuencia de actividades y recursos para la intervención

Actividad programada	Responsable	Método de evaluación	Recurso para utilizar
Presentación de la metodología de la intervención	Profesor investigador	No se requiere	Presentación del profesor
Algoritmos diagnósticos en medicina	Profesor investigador	No se requiere	Video explicativo
Presentación en sesión de la información para construcción de un algoritmo diagnóstico	Profesor investigador	No se requiere	Tema del programa de medicina
Elaboración de un algoritmo diagnóstico	Profesor investigador	Rúbrica de evaluación de algoritmos (formativa)	Rúbrica de evaluación de algoritmos (formativa)

Fuente: Elaboración propia.

física innecesaria o peligrosa (aplicación de triage).

- Minimiza errores y estandariza criterios.
- Mayor consistencia y eficiencia clínica.
- Resume información.
- Desventajas
 - Estructura rígida y cerrada.
 - Pacientes variables para la aplicación del algoritmo.
 - La inexperiencia impide visualizar alternativas.
 - Poca utilidad al profesional experimentado.
 - Sensación de pérdida de la autonomía profesional.
 - Reduccionismo o mecanización del razonamiento.

Ante la aplicación de un algoritmo se debe estar preparado a la modificación de este, puesto que la ausencia de modificación traduce una falta de conocimiento o información pertinente para dicha modificación. Es posible que lo anterior pueda suceder con los estudiantes, puesto que un algoritmo puede no cubrir todo el espectro o variaciones de una condición patológica y en consecuencia se debe modificar¹⁴.

También debemos establecer que las ventajas de los algoritmos en la educación yacen en situaciones en las que el profesor transmite su conocimiento y experiencia, así como alternativas de solución de problemas, pueden ser una herramienta de simulación para el entrenamiento de situaciones determinadas de una especialidad o de la generalidad, y pueden ser instrumentos que ayuden a la evaluación tanto formativa como sumativa¹⁵.

OBJETIVO

Determinar la percepción en la utilidad de la aplicación de la teoría de algoritmos para la solución a problemas clínicos mediante la aplicación del razonamiento algorítmico.

MÉTODO

El presente estudio descriptivo de tipo cualitativo, se realizó mediante una intervención educativa durante 2021, previamente diseñada y aplicada a un grupo de alumnos pertenecientes al 6º semestre de la carrera de medicina, enfocada en la elaboración de algoritmos como metodología de aprendizaje mediante la aplicación de la siguiente secuencia:

1. Elaboración de documentos, como recursos de apoyo para los alumnos (video y documento explicativo de las características y utilidad de los algoritmos).
2. Encuestas preintervención.
3. Secuencia de intervención expuesta en la **tabla 2**.
4. Encuestas postintervención.
5. Análisis de los resultados de las encuestas mediante medidas de tendencia central.
6. Compilación y organización de las opiniones de alumnos obtenidas de las encuestas postintervención.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Se declara que la participación de las personas en el presente trabajo de investigación fue totalmente voluntaria y anónima, de acuerdo con los protocolos y previa autorización de la institución en donde se realizó el trabajo.

Tabla 3. Percepción de los algoritmos por el alumnado

Aspecto explorado	% de alumnos de acuerdo*		% alumnos en desacuerdo*	
	Encuesta inicial	Encuesta final	Encuesta inicial	Encuesta final
Son indispensables para los médicos	85.7	76.9	14.3	23.1
Se requiere un lenguaje específico	28.6	61.5	28.6	15.4
Es evidente el uso de algoritmos en la literatura	71.4	84.6	7.1	7.7
Es necesario ser versado en el tema a tratar	71.4	84.6	7.1	0

* Los restantes porcentajes corresponden a respuestas de indecisión o de desconocimiento del tema.

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

Percepciones de la teoría de algoritmos en alumnos

Posterior a la realización de las encuestas, solo el 50% de los alumnos conocía la definición de algoritmo, y un 93% conocía la definición de diagrama de flujo, lo que permite establecer que la mayoría de los alumnos tuvieron contacto con la teoría de los algoritmos en algún momento de su formación académica previa al momento de la intervención.

Para explorar y contrastar la percepción de los alumnos con respecto a algunas características de los algoritmos en medicina en las encuestas inicial y final se obtuvieron los resultados que se muestran en la **tabla 3**.

De los resultados anteriores, la percepción general al final de la intervención fue que los alumnos

entienden a los algoritmos en medicina como una herramienta que requiere de conocimientos de diagramación, así como del tema sobre el que se desarrolla. Un cambio al final de la intervención fue que aproximadamente un 23% de los alumnos consideró que no eran indispensables para el médico.

Relevancia de las características de los algoritmos para el estudiante de medicina

Otro aspecto explorado por las encuestas fue el de la percepción de la importancia de las principales características que debe tener un algoritmo en medicina, encontrándose los datos que se muestran en la **tabla 4**.

Al inicio de la intervención, todos los alumnos consideraron que la identificación del problema era la característica más importante, seguida de la toma

Tabla 4. Percepción de utilidad de los algoritmos para el alumnado

Característica del algoritmo	Nivel de importancia	% alumnos	
		Encuesta inicial	Encuesta final
Que sea adecuado para el problema (identificación del problema)	Muy importante	42.9	53.8
	Importante	57.1	7.7
	Mediana importancia	0	15.4
	Poco importante	0	23.1
	Nada importante	0	0
Que pueda utilizar los datos que tengo (obtención de datos)	Muy importante	14.3	15.4
	Importante	14.3	23.1
	Mediana importancia	35.7	15.4
	Poco importante	14.3	0
	Nada importante	21.4	46.2

Continúa en la siguiente página...

Característica del algoritmo	Nivel de importancia	% alumnos	
		Encuesta inicial	Encuesta final
Que me proporcione opciones y vías de solución (toma de decisiones)	Muy importante	28.6	46.2
	Importante	35.7	30.8
	Mediana importancia	14.3	15.4
	Poco importante	21.4	7.7
	Nada importante	0	0
Que me indique el mejor recurso a utilizar (jerarquizar)	Muy importante	35.7	38.5
	Importante	14.3	23.1
	Mediana importancia	21.4	7.7
	Poco importante	14.3	23.1
	Nada importante	14.3	7.7
Que sea entendible y visualmente adecuado	Muy importante	21.4	15.4
	Importante	7.1	15.4
	Mediana importancia	21.4	23.1
	Poco importante	7.1	23.1
	Nada importante	42.9	23.1

Fuente: Elaboración propia.

de decisiones. Llama la atención que la obtención de datos no fuera importante, pues sin la obtención de datos no es posible desarrollar una secuencia de solución y manteniéndose como una de las características de menos importancia.

Utilidad de la elaboración de algoritmos para el estudiante de medicina

La percepción de los alumnos hacia la utilidad de los algoritmos diagnósticos para su aprendizaje o desempeño académico se muestra en la **tabla 5**.

Previo a la intervención se percibió por parte de los alumnos que las principales utilidades de los algoritmos se relacionan con la organización de posibles soluciones a un problema, seguido de la utilidad para resumir y explicar un problema médico y a la selección lógica de los principales elementos de un problema.

Es de notar que al final de la intervención los alumnos consideraron que una utilidad importante es ayudar a recordar o describir un problema o tema, además de las ya mencionadas previamente.

Percepciones finales de los alumnos

Posterior a la intervención, y apoyando los resultados de las encuestas inicial y final, el 84.6% de los alumnos mencionó que sí utilizarían los algoritmos,

y al solicitarles que ampliaran la decisión, se dieron las siguientes explicaciones.

- “Es una manera fácil de repasar el tema... También ayudan a memorizar bien el proceso o al menos a entenderlo mejor”.
- “Los diagramas o algoritmos son muy útiles para describir un diagnóstico y tratamiento”.
- “Ayudan a jerarquizar la información y determinar el diagnóstico correcto para dar el tratamiento más adecuado”.
- “Son de mucha utilidad y prácticos para entender un tema; sin embargo, se me dificulta hacerlos”.
- “Es la manera más sencilla de sintetizar un tema, y aprender acerca de este”.
- “Son muy prácticos para saber qué ya has hecho y qué te falta... y esto es muy útil para evitar el error”.
- “Mejoran mi nivel de comprensión”.
- “Prefiero ver un algoritmo que leer la misma información textualmente”.
- “Son bastantes útiles sobre todo a la hora de seleccionar el tratamiento”.
- “Una manera rápida y concisa para conocer acerca de un tema”.
- “Me permiten ordenar mis ideas y profundizar más”.

Tabla 5. Percepción de la utilidad de los algoritmos para el aprendizaje

Característica de utilidad	Nivel de utilidad	% alumnos	
		Encuesta inicial	Encuesta final
Ayuda a describir y recordar un tema o problema	Principal utilidad	14.3	46.2
	Bastante utilidad	21.4	0
	Buena utilidad	0	15.4
	Mediana utilidad	21.4	7.7
	Poca utilidad	14.3	30.8
	Ninguna utilidad	28.6	0
Ayuda a resumir y explicar un problema	Principal utilidad	42.9	7.7
	Bastante utilidad	7.1	53.8
	Buena utilidad	21.4	7.7
	Mediana utilidad	7.1	7.7
	Poca utilidad	21.4	7.7
	Ninguna utilidad	0	15.4
Ayuda a analizar y seleccionar lógicamente los elementos de un tema o problema	Principal utilidad	14.3	23.1
	Bastante utilidad	14.3	15.4
	Buena utilidad	35.7	23.1
	Mediana utilidad	7.1	23.1
	Poca utilidad	14.3	0
	Ninguna utilidad	14.3	15.4
Ayuda a ilustrar y resolver sobre un tema o problema	Principal utilidad	28.6	15.4
	Bastante utilidad	7.1	0
	Buena utilidad	7.1	15.4
	Mediana utilidad	28.6	23.1
	Poca utilidad	21.4	15.4
	Ninguna utilidad	7.1	30.8
Ayuda a organizar y establecer soluciones a un tema o problema	Principal utilidad	21.4	38.5
	Bastante utilidad	35.7	7.7
	Buena utilidad	21.4	23.1
	Mediana utilidad	7.1	15.4
	Poca utilidad	14.3	15.4
	Ninguna utilidad	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, el 7.7% contestó “tal vez”, y el 7.7% contestó negativamente; al solicitar que explicaran las razones se mencionaron las siguientes:

- “Hay otros métodos que me funcionan más”.
- “Me cuesta mucho hacerlos”.

Por último, se les preguntó sobre la ayuda de los algoritmos para el entendimiento de un tema, se encontró

que el 92.3% de los alumnos respondió que sí fue de ayuda, y mencionó las siguientes explicaciones:

- “Ayuda a visualizar los pasos y sintetizar”.
- “Me ayudó a identificar los factores clave y a checar las partes del tema que no entendía de manera completa... Fue muy complicado hacerlos”.
- “Pongo mis conocimientos en práctica y entiendo de mejor manera cómo es que se relaciona todo”.

- “No son fáciles de hacer, requieren entendimiento previo del tema... Hay que ordenar y jerarquizar la información, por lo que la considero una buena herramienta resumen”.
- “Aunque me haya costado realizarlo, la información de ese diagrama todavía la retengo”.
- “El descarte de información innecesaria ayuda a comprender un tema de mejor manera”.
- “Para poder realizarlos debes tener un buen entendimiento”.
- “Porque proporciona un mejor material visual para aprender”.
- “Organizan y jerarquizan la información de manera que es fácil de entender”.
- “Ayudaron a jerarquizar y estructurar el proceso fisiopatológico y la forma de abordar el problema y poder elegir el mejor tratamiento”.
- “Me ayudó a organizar información de manera que sea memorable y fácil”.
- “El hecho de ordenar información y transformarlo a una representación gráfica, me ayuda para retener y entender mejor la información”.

Del 7.7% de alumnos que respondieron negativamente a la pregunta, se proporcionó la siguiente explicación:

- “Aunque me ayudaron a poner la información de una forma más jerárquica, no es el método que me funciona para entender los temas”.

DISCUSIÓN

Como experiencia, la implementación de la intervención permitió que la clase fuera aún más estructurada, pues en sí misma puede constituirse en un algoritmo de facilitación del aprendizaje. Así mismo, permitió estimar las necesidades de una organización o sistematización de los elementos teóricos a proporcionar en una clase, en elementos que sean aplicables en la realidad y en distintas variables y contextos.

De acuerdo con lo referido por los estudiantes, la utilización de algoritmos en la medicina fue de utilidad para estudiar, sintetizar y entender, permitiendo el desarrollo del razonamiento lógico de tipo deductivo, generándose seguridad por parte del estudiante, para la solución de problemas mediante la toma de decisiones^{9,13}.

El estudio indica que, para los alumnos, la elaboración de algoritmos como metodología de enseñanza-aprendizaje, presenta diversas utilidades para la adquisición de habilidades en distintos niveles de aprendizaje como las descritas en las taxonomías más utilizadas, como la de Marzano, y que se han propuesto como una característica relevante para la integración del aprendizaje y aplicación de los recursos⁷.

Así mismo, los algoritmos son herramientas que no sustituyen al método o razonamiento clínico, sino que lo apoyan a sistematizar la información reciente y facilitar la toma de decisiones como lo percibido por los alumnos.

De las opiniones de los alumnos, se obtiene que las herramientas para el aprendizaje tales como la síntesis, interrelación, entendimiento, memoria, orden, jerarquización, memoria e investigación, entre otras, son alcanzables por esta técnica de manejo de la información¹¹.

En cuanto a las razones para utilizarlos o no utilizarlos, se puede observar que estas se relacionan con las principales características detractoras y que son las relacionadas a la dificultad de su elaboración.

Como áreas de oportunidad para el presente trabajo se observan las siguientes:

- Aplicar una batería que permita evaluar objetivamente la toma de decisiones y diseñar, aún mejor, la estrategia a utilizar en el aula para la intervención.
- Incorporación más precisa del método clínico en la estructura general de los algoritmos elaborados.
- Mejorar el entendimiento y aplicación de la teoría de algoritmos de forma general para su aplicación posterior.

CONCLUSIONES

El presente trabajo proporciona una posible alternativa metodológica de aprendizaje que podría dirigir al estudiante de medicina al razonamiento lógico tan necesario para su estudio y desempeño, pues en los algoritmos se integran las distintas áreas del conocimiento médico, proporcionando una o varias vías de solución de un problema, ya sea para su descripción o explicación, o para su aplicación en un contexto real de atención al paciente.

CONTRIBUCIÓN INDIVIDUAL

- FRPR: Autoría.

AGRADECIMIENTOS

Ninguno.

PRESENTACIONES PREVIAS

Ninguna.

FINANCIAMIENTO

Ninguno.

CONFLICTOS DE INTERESES

Ninguno. 

REFERENCIAS

1. Fernández Pérez JA. Las carreras de medicina en México. Perfiles Educativos [Internet]. 1996;18(73):33. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/132/13207307.pdf>
2. Olivares-Olivares SL, Garza-Cruz A, Valdez-García JE. Etapas del modelo incremental de calidad: un análisis de las escuelas de medicina en México. Investigación en Educación Médica [Internet]. 2016 enero;5(17):24-31. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.riem.2015.08.005>
3. Saorín T. El código fuente de cada maldita cosa. Programar, explicar, fabricar, desnudar y digitalizar. Anuario ThinkE-PI [Internet]. 2016 mayo 10;10:284. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3145/thinkepi.2016.62>
4. Espinosa Rubio L. La mano y el algoritmo. Una antropología compleja ante los desafíos tecnológicos del presente. Araucaria [Internet]. 2018;(40):109-36. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.12795/araucaria.2018.i40.05>
5. Campos Castolo M. Las corrientes educativas de la medicina en México. Revista CONAMED [Internet]. 2001;10(21):27-30. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/conamed/con-2001/con014f.pdf>
6. Varela-Ruiz M. II. Aportaciones del cognoscitividad a la enseñanza de la medicina. Gac Med Mex [Internet]. 2004;140(3):307-8. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/gmm/v140n3/v140n3a8.pdf>
7. Lavalle-Montalvo C, Leyva-González FA. Instrumentación pedagógica en educación médica. Cirugía y Cirujanos [Internet]. 2011;79(1):2-10. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/662/66221253002.pdf>
8. Corona Martínez LA, Fonseca Hernández M. La toma de decisiones médicas como la habilidad profesional esencial en la carrera de Medicina. MediSur [Internet]. 2010;8(1):42-5. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1800/180014817008.pdf>
9. Iriarte Diaz-granados F, Espeleta Maya Á, Zapata Zapata E, Cortina Peñaranda L, Zambrano Ojeda E, Fernández Candama F. El razonamiento lógico en estudiantes universitarios. Zona Próxima [Internet]. 2022 mayo 18;(12):40-61. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14482/zp.12.154.22>
10. Geary U, Kennedy U. Toma de decisiones clínicas en Medicina de Urgencias y Emergencias. Emergencias [Internet]. 2010;22(1):56-60. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Una_Kennedy/publication/41208071_Toma_de_decisiones_clinicas_en_Medicina_de_Urgencias_y_Emergencias/links/0deec534283962ed9e000000.pdf
11. Arias Capote JC, Hidalgo Mesa CJ, Hidalgo Cepero HE. Utilidad de las guías, protocolos y algoritmos en la práctica clínica. Revista Cubana de Medicina [Internet]. 2019;58(1):1-10. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232019000100005
12. Lugo-Reyes SO, Maldonado-Colín G, Murata C. Inteligencia artificial para asistir el diagnóstico clínico en medicina. Revista Alergia México [Internet]. 2014 marzo 31;61(2):110-20. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.29262/ram.v61i2.33>
13. Soler Morejón Caridad, Lombardo Vaillant Ariel. En apoyo al método clínico. Rev cubana med [Internet]. 2012 marzo; 51(1):99-104. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232012000100012&lng=es
14. Tovar Ochovo R. Propuesta de “metaalgoritmo” en dolor neuromusculo-esquelético para el aprendizaje y la solución de problemas en fisioterapia. Fisioterapia y Divulgación [Internet]. 2015;3(3):20-9. Disponible en: <https://bit.ly/3EENy1Q>
15. Marrón-Peña M, Uribe-Elias R. Algoritmos para la solución de problemas en clínica médica. Rev Mex Anest [Internet]. 1989;12:54-64. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-1989/cma89li.pdf>

ANEXO

Encuesta final “Algoritmos/diagramas de flujo en Medicina”

La presente encuesta está dirigida a alumnos de la Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey como un proceso exploración de la percepción de la utilidad de la construcción de algoritmos/diagramas de flujo, como método de aprendizaje en medicina.

La encuesta es de carácter privado y la información recabada será utilizada únicamente con fines educativos y como parte de un proyecto de intervención, manteniendo en todo momento el anonimato de las y los participantes.

Se le pide que lea con atención las preguntas y responda honestamente.

Gracias de antemano por la participación.

*Obligatorio

1. Un algoritmo es: *

Marca solo un óvalo.

- Una ecuación matemática para la solución de problemas
- Una descripción por pasos de la solución de un problema
- Un gráfico que nos proporciona una vía de solución de problemas
- Un tipo de programación computacional

2. Un diagrama de flujo es: *

Marca solo un óvalo.

- Una ecuación matemática para la solución de problemas
- Una descripción por pasos de la solución de un problema
- Representación gráfica para la solución de problemas
- Un programa computacional para solución de problemas

3. Responde con la opinión mas adecuada a las siguientes aseveraciones *

Marca solo un óvalo por fila.

	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Desconozco sobre el tema
Los algoritmos/diagramas de flujo son herramientas indispensables para los médicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Para la construcción de los algoritmos/diagramas de flujo se requiere un lenguaje gráfico específico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
En la literatura médica es totalmente evidente el uso de los algoritmos/diagramas de flujo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Para la construcción de algoritmos/diagramas de flujo es indispensable el ser versado en el tema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Instrucción: Para los algoritmos/diagramas de flujo en medicina, de acuerdo a tu consideración, ordena en importancia las siguientes características, siendo 1 la más importante y 5 la menos importante, sin que se repita el mismo valor. *

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4	5
Que sea adecuado al problema que tengo (identificar el problema)	<input type="radio"/>				
Que pueda utilizar los datos que tengo del problema (obtención de datos)	<input type="radio"/>				
Que me proporcione opciones y vías de solución (toma de decisiones)	<input type="radio"/>				
Que me indique el mejor recurso a utilizar para solucionar el problema (jerarquizar)	<input type="radio"/>				
Que sea entendible y visualmente adecuado	<input type="radio"/>				

5. Instrucción: Por favor, ordene por importancia en la utilidad para usted (1 es el más importante y 6 el menos importante) las siguientes utilidades de los algoritmos/diagramas de flujo en medicina. Por favor no repita valores o número de orden.

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4	5	6
Me ayudan a describir y recordar un tema o problema	<input type="radio"/>					
Me ayudan a resumir y explicar un tema o problema	<input type="radio"/>					
Me ayudan a analizar y seleccionar lógicamente elementos de un tema o problema	<input type="radio"/>					
Me ayudan a ilustrar y resolver sobre un tema o un problema	<input type="radio"/>					
Me ayudan a organizar y establecer soluciones a un tema o problema	<input type="radio"/>					
Me ayudan a seleccionar, detectar y probar una solución a un tema o problema	<input type="radio"/>					

6. Instrucción: Indica tu opinión actual de las siguientes características generales de los algoritmos/diagramas de flujo en medicina.*

Marca solo un óvalo por fila.

	De acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	No la considero
Son fáciles de usar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Son fáciles de hacer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ayudan en el proceso de diagnóstico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ayudan en el proceso terapéutico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ayudan a evitar el error	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. ¿Utilizarías los algoritmos/diagramas de flujo en medicina? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- Tal vez

8. Explica tu respuesta anterior *

9. ¿Consideras que la elaboración de algoritmos/diagramas de flujo ayudaron a mejorar el entendimiento de los temas tratados con esta metodología?*

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- Tal vez

10. Explica tu respuesta anterior *

Google no creó ni aprobó este contenido.