

ARTÍCULOS

Aplicaciones de la inteligencia artificial en la Medicina: perspectivas y problemas

Artificial intelligence applied to medicine: prospects and problems

María del Carmen Expósito Gallardo¹; Rafael Ávila Ávila¹¹

¹Licenciada en Educación. Departamento de Bioestadística. Facultad de Ciencias Médicas "Mariana Grajales Coello". Holguín. Cuba.

¹¹Licenciado en Física. Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales y Tecnológicos (CISAT). Holguín. Cuba.

RESUMEN

Los avances experimentados en el campo de la informática médica en Cuba comprenden la investigación, la docencia, la asistencia secundaria y primaria; así como la gerencia de las instituciones de salud. En este campo, las aplicaciones pertenecientes a la denominada área de la inteligencia artificial despiertan un gran interés, debido a sus posibilidades para involucrarse en situaciones donde se requiere un gran acervo de conocimientos médicos, el veloz procesamiento de los datos y la toma efectiva de decisiones. Se valoran las perspectivas de uso de sistemas con comportamiento inteligente en el ámbito médico cubano, un objetivo básico en el sector de la salud, debido a la prioridad concedida a las investigaciones fundamentales y aplicadas en ciencias médicas en función de los programas dirigidos al mejoramiento de la salud de nuestro pueblo. Se plantean algunos problemas relevantes de cuya solución dependerá la implementación de ingenios que simulen el intelecto del médico en toda su dimensión. La aplicación de la inteligencia artificial en la Medicina, además de requerir de una adecuada delimitación de sus metas y tareas, plantea serias dificultades en los planos científicos, tecnológicos, filosóficos y éticos. A pesar de los esfuerzos, su concepto se utiliza todavía en no pocos casos para referirse a ciertas simulaciones por computadoras de operaciones consideradas antes inherentes al hombre mientras que las computadoras con atributos de inteligencia artificial son aún muy limitados, no perciben la semántica de la información y exhiben posibilidades lógicas muy modestas comparadas con las mostradas por los médicos.

Palabras clave: Inteligencia artificial, informatización, informática médica, salud, medicina.

ABSTRACT

The advances attained in Medical Informatics in Cuba include research, teaching, primary and secondary health care, as well as the management of health institutions. In this field, the

applications in the area called Artificial Intelligence arouse great interest because of their possibilities to be involved in situations where it is required a wealth of medical knowledge, the rapid data processing and the effective decision making. The prospects for using systems with intelligent behaviour in the Cuban medical area, a basic objective in the health sector due to the priority given to the fundamental and applied research in the medical sciences in function of the programs aimed at improving the health of our people, are assessed. The implementation of devices simulating the intellect of the doctor in all its dimension will depend on the solution of some significant problems that are exposed. The application of Artificial Intelligence in medicine, in addition to require an adequate delimitation of tasks and goals, poses serious difficulties at the scientific, technological, philosophical and ethic spheres. Despite the efforts, its concept is yet used in many cases to refer to certain computer simulations of operations that before were considered inherent to man while the computers with attributes of Artificial Intelligence are still very limited, do not perceive the semantics of the information and show very modest logical possibilities in comparison with those of the physicians.

Key words: Artificial Intelligence, Medical Informatics, health, medicine.

El progreso sorprendente experimentado por el uso de los medios informáticos durante los últimos años constituye un indicador del nivel de integración, la utilidad y el papel excepcional que desempeñan las computadoras en el mundo contemporáneo y en particular, en la esfera médica. Una simple revisión de un tema conexo: la ingeniería biomédica, basta para apreciar el resultado de las aplicaciones realizadas.¹

Cuba no se encuentra ajena a los avances experimentados en el sector de las nuevas tecnologías. Una de las expresiones de la importancia concedida a este novedoso campo consiste en el desarrollo de un impetuoso programa de informatización que enfatiza en "la conveniencia y necesidad de dominar e introducir en la práctica social, las tecnologías de la información y las comunicaciones y lograr una cultura digital",² en especial en la esfera de la salud, a causa de la relevancia que atribuye el estado, al bienestar general, físico y mental de la población. Aún queda un gran camino por recorrer en aras de emplear más eficientemente las computadoras en el desarrollo de software que reduzcan la dependencia de los creados en países que marchan a la vanguardia de la informática, sobre todo, si se trata de tecnologías propietarias.

Varias disciplinas encuentran zonas de convergencia con la informática. Los programas computacionales en ciernes que tratan de emular con la inteligencia humana constituyen una muestra de la integración de diversas ciencias y áreas del conocimiento. Su perfeccionamiento futuro pudiera permitir una asistencia apropiada al médico en la toma de decisiones, a los futuros profesionales durante su práctica y en el especial a quienes atienden el diagnóstico de enfermedades de difícil identificación.³

El desarrollo de tecnologías asociadas con las técnicas de inteligencia artificial (IA), aplicadas a la medicina, representa una novedosa perspectiva, que puede reducir los costos, el tiempo, los errores médicos; así como potenciar el uso de los recursos humanos en las ramas médicas con mayores requerimientos. Sin embargo, la posibilidad de una recreación de intelecto humano a escala artificial en el campo de la salud, tropieza con dificultades que es preciso tratar desde una sana postura crítica. Con frecuencia, los pronunciamientos al respecto, caracterizados por un gran optimismo con relación al futuro promisorio de la IA con fines médicos, tratan la realidad de forma fragmentada y estudian sólo ciertos aspectos de la relación médico-paciente.

En la literatura, son comunes los trabajos que conceden un gran peso a las ventajas de las aplicaciones de la IA en la esfera de la salud y las ciencias médicas en general; sin embargo, son escasos los análisis referidos a la previsión de sus posibles impactos en los aspectos éticos,

culturales, sociales y tecnológicos en general o con respecto a ciertos sectores de población con características diversas. Valorar las perspectivas de aplicación nacional de las técnicas de IA en la esfera de la salud y plantear algunos de los problemas medulares de los que depende su desarrollo mediato constituyen dos objetivos de las próximas líneas.

LA INFORMÁTICA MÉDICA Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN CUBA: FRONTERAS Y PERSPECTIVAS

Si bien el término *informática médica* es objeto de debates, en su concepción, no pueden separarse ni la estructura de la información médica ni el conjunto de otras ciencias, métodos y técnicas que incluyen las ciencias de la computación, el análisis sistémico aplicado a la medicina y a la salud pública, la estadística, la lógica, la lingüística, la teoría de la toma de decisiones y la modelación.^{4,5} Es por eso que puede tratarse como una disciplina que trasciende fronteras, como un área de aplicaciones transdisciplinaria.

El impulso recibido por las investigaciones bioinformáticas fundamentales y aplicadas en el país en fecha reciente, confirma la firme marcha del complicado programa de informatización en la rama médica de la ciencia cubana. Ciertos antecedentes referidos a la informatización en el sector médico en el país indican la década de los años setenta del siglo pasado como punto de arrancada con la apertura de líneas de investigación de envergadura como es el caso de la IA.⁶

La IA constituye uno de los campos interdisciplinarios y transfronterizos donde convergen muchas ciencias. La aparición de las computadoras y la elaboración de las teorías de la computación, la información y el control, proporcionaron los soportes experimentales y teóricos para la investigación en el área de la IA.⁷ Muchas de las esferas que emplean estos equipos, incluidas las ciencias médicas, la consideran esencial entre sus líneas estratégicas de investigación y entre las que se convierten en factor de progreso, porque como algunos autores expresan deben gran parte de su actual desarrollo a los resultados obtenidos en el proceso de cierto tipo de problemas médicos: el diagnóstico y el tratamiento de diversas enfermedades.⁸

En Cuba, se han experimentado avances en este sentido: historias clínicas electrónicas con insospechadas posibilidades en el futuro,^{9,10} sistemas para tratamientos estadísticos como el APUS que es capaz de ofrecer información gerencial para la toma de decisiones, procedimientos de aprendizaje basado en IA,¹¹ agentes inteligentes para el diagnóstico de trastornos ginecológicos;¹² así como otras interesantes utilidades.^{4,13} La existencia de un Centro de Cibernética Aplicada a la Medicina (CECAM), que concentra esfuerzos en disímiles direcciones de las aplicaciones e investigaciones médicas y con intereses marcados en el campo del intelecto artificial, es una muestra del interés en esta área.

Los sistemas expertos o basados en el conocimiento, típicos del campo de la IA, no son más que programas para computadoras que simulan las cadenas de razonamiento que realiza un experto para resolver un problema de su dominio, por ejemplo, el médico que realiza un diagnóstico. Para conseguirlo, se dota al sistema de un conjunto de principios o reglas que infieren nuevas evidencias a partir de la información previamente conocida".⁸ Existen investigaciones con relación a estos prometedores sistemas,^{14,15} que datan de la década de los años setenta del siglo XX,⁴ cuyas nociones se aprovecharon en el país en el diagnóstico del abdomen agudo y ciertas anomalías craneofaciales.¹⁶

Diversos software posibilitan la exploración, descripción, "predicción" y como afirman algunos autores la "creación" de conocimientos de manera artificial sobre distintos problemas, a partir del estudio exhaustivo de ciertas bases de datos.¹⁷ No obstante, la sola mención de los términos "predicción" y "creación" amerita una reflexión más pausada y profunda.

Una breve y atenta mirada a la interrelación entre IA y medicina asombra por la variedad de

aplicaciones.¹⁸ El diseño, la construcción y el uso de "medios diagnósticos, técnicas de inteligencia artificial y variados tipos de aplicaciones educativas (multimedia e hipermedia) y de gestión",⁴ a pesar de sus impresionantes éxitos, ofrecen sólo una pálida imagen de lo que puede representar el desarrollo de la inteligencia artificial con fines médicos (IAM).

La IAM ha evolucionado espectacularmente con evidentes aciertos en las últimas dos décadas,⁸ al tiempo que despierta el interés en el sector médico farmacéutico, la administración de recursos humanos, la gestión de información científica médica, los análisis de laboratorios y las esferas del diagnóstico y el tratamiento. Los comportamientos inteligentes basados en silogismos o en la imitación de las percepciones y respuestas humanas mediante la "simulación del comportamiento del cerebro como herramienta de cómputo",⁸ y los métodos de redes neuronales para el reconocimiento de las relaciones entre síntomas y enfermedades, apuntalan el optimismo en relación con la IAM.

PROBLEMAS POR RESOLVER EN LOS DOMINIOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Hace unos cuantos años, cuando apenas se vislumbraba la era de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs), el papel de las llamadas máquinas calculadoras electrónicas (MCE) se comparó con el desempeñado por las máquinas de vapor del periodo en que se desencadenaron las revoluciones industriales.¹⁹

Existe un conjunto sólido de razones suficientes para comprender el trascendente papel de las computadoras en la sociedad postmoderna, de las TICs en general y otras tecnologías como las asociadas con la IA. A pesar de las posiciones muchas veces optimistas, no son pocos los problemas pendientes de solución en lo que se refiere al diseño y puesta en práctica de ingenios inteligentes capaces de aproximarse por la ejecución de sus operaciones a la actividad de un médico, si es que en definitiva esta meta es alcanzable.

Los tipos y formas de comunicaciones en las sociedades tienen por base "la propiedad y la capacidad de procesar los símbolos, de transformar sus órdenes de sucesión y sus conjuntos, de realizar con ellos operaciones y procesos". Los símbolos y signos ordenados por reglas sintácticas "reflejan la semántica y la pragmática de las relaciones humanas, forman los lenguajes naturales y los numerosos lenguajes de las ciencias exactas". El desarrollo de la civilización y del intelecto del hombre ha estado acompañado por el desarrollo de la simbólica y de los medios para su transformación.¹⁹

Estas ideas junto a las aportadas por los logros en el procesamiento de datos simbólicos, la transformación y la realización de operaciones y procesos con ayuda de las máquinas computadoras, sirvieron para hacer referencia a la IA como la capacidad de las máquinas para resolver tareas consideradas tradicionalmente intelectuales y de facultad exclusiva de los seres humanos. Ello permitió formular uno de los problemas menos triviales asociados a la inteligencia: ¿cuáles son los atributos que permiten identificar en máquinas creadas por el hombre comportamientos inteligentes en toda su dimensión similares a los de aquel?

Los intentos por comprender la inteligencia, tanto natural como artificial, conducen de manera natural a la problemática de la construcción de modelos y teorías sobre procesos mentales y cerebrales. La aparición y consolidación de la computación, gracias a los trabajos pioneros de *John Von Neumann*, *Alan Turing*, *Stephen Kleene* y otros, facilitaron la aproximación al problema, a partir del análisis, diseño y evaluación de computadoras y programas que reproducían en cierto grado, conductas inteligentes como el reconocimiento y clasificación de patrones, el razonamiento desde las premisas hasta las conclusiones y el aprendizaje a partir de la experiencia.⁷

La comprensión de la actividad de los médicos en su ámbito profesional se convierte en

elemento de suma importancia para la IAM. Las tareas capaces de ser resueltas por aquellos, se pueden agrupar en dos tipos: las reproductivas que se ejecutan cuando las condiciones existentes, las vías y procedimientos de solución y los medios de los cuales se dispone son suficientes para dar cumplimiento a los objetivos,¹⁹ son recurrentes y se realizan de acuerdo con cierto esquema, patrón o pautas establecidas. Las tareas creativas se caracterizan, porque al plantearse el cumplimiento de estas, las condiciones existentes, los medios y métodos de solución que tiene a su disposición o forman parte de su experiencia, son insuficientes para resolverlas, de manera que los eslabones faltantes en el camino hacia la solución se hallan en la interacción con el medio en el que desarrolla su actividad, a partir del despliegue de toda su experiencia pasada, de sus habilidades y del acervo de conocimientos acumulados.

Cualquier tarea generada por situaciones problemáticas contiene elementos reproductivos y de creación del pensamiento. La división en uno u otro tipo de tarea depende, por consiguiente, de cuál de las dos predomina. Si se considera este punto de vista, el intelecto natural es "la capacidad de resolver las tareas que incluyen en sí elementos reproductivos y de creación" y cuyas propiedades notables residen en la capacidad para la comprensión y la adopción de decisiones; así como en la construcción de textos en lenguajes naturales y el conocimiento de las leyes del mundo exterior. En cambio el intelecto artificial se presenta en esta interpretación como la simulación por las máquinas de las tareas reproductivas y de creación,¹⁹ definiciones poco sustanciosas, porque sigue en pie en ellas la cuestión de los atributos.

No existe una opinión conclusiva en cuanto a la definición de inteligencia, aunque el uso del término está bastante difundido junto al de sistema inteligente y los atributos más notables citados se relacionan con la percepción, la acción, el razonamiento, la adaptación y el aprendizaje, la comunicación, la autonomía, la creatividad, la reflexión, la formulación de metas y el planeamiento, la estética y la organización.⁷ Hoy no hay sistemas inteligentes capaces de exhibir el conjunto completo de atributos por los cuales los investigadores en IA y ciencias cognitivas caracterizan la inteligencia, pero es innegable que existen acercamientos débiles a comportamientos inteligentes completos en algunos dominios restringidos como la diagnosis médica.

La IA como disciplina científica se trata con distintas connotaciones: ciencia sobre la inteligencia, la investigación de modelos computacionales con conductas inteligentes (percepción, cognición y acción), la disciplina sobre el diseño y análisis de los sistemas inteligentes o la rama de la ingeniería relacionada con la automatización o mecanización de las tareas que requieren de la inteligencia. Entre estas últimas, se encuentran el diagnóstico de enfermedades, el descubrimiento de leyes científicas, la composición poética y musical, la enseñanza de la medicina y muchas más.

A partir de estas definiciones, se puede conceptuar la IAM como la orientación de la investigación cuya tarea central a largo plazo consiste en la creación de sistemas que simulen las posibilidades del intelecto del médico en toda su actividad profesional incluida sus percepciones, los procesos lingüísticos, de aprendizajes y creativos. En el aspecto práctico su meta es el diseño y la implementación de agentes inteligentes que requieren de herramientas de búsqueda, representación del conocimiento, aprendizaje y adaptación y su aplicación a la solución de problemas médicos y de salud, la planificación, el análisis y la adquisición de conocimientos.

Los avances hasta hoy muestran que esa meta tropieza con problemas extremadamente complicados. El cumplimiento de la tarea básica de la IA en la esfera médica requiere, como en cualquiera otra esfera, de una profundización en los conceptos de procesos mentales como: motivación, comprensión, conocimiento, finalidad, imaginación, intuición, enseñanza, aprendizaje, toma de decisiones, voluntad y muchos más, así como la implementación de las vías de introducirlos en los ingenios intelectuales. En un caso muy simple, puede pensarse que las tareas reproductivas, al seguir ciertos patrones, son fácilmente susceptibles de algoritmizar en aras de ser introducidas en una computadora. Sin embargo, debido a que muchas "cosas" que el ser humano sabe hacer se relacionan con la "no verbalización", ello plantea serias dificultades.

Problemas simples de las ciencias médicas pueden ser extremadamente difíciles de algoritmizar. Las dificultades de principio subyacen en la misma base de la Matemática, modelo de ciencia deductiva por excelencia;²⁰ y si esto ocurre para las matemáticas, una situación no menos difícil se da en otras ciencias.

La idea de simbolizar el pensamiento no es nueva; *G. W. Leibniz*, formuló la idea del cálculo lógico universal, como la base de una ciencia capaz de expresar el pensamiento humano en un lenguaje simbólico.²¹ Todo parece indicar que las tentativas de *Leibniz* de "sustituir el proceso de razonamiento mediante un cálculo en las ciencias deductivas" son tan utópicas como las ideas de *Francis Bacon* de "crear la lógica del descubrimiento en las ciencias empíricas".²⁰

Es poco creíble que la teoría de los algoritmos matemáticos absolutos, al excluir las situaciones de elección, pueda contribuir útilmente a la algoritmización de los conocimientos médicos y que soluciones complicadas en el ámbito de las relaciones médico-paciente, puedan reducirse a la aplicación de ciertas reglas o recetas preparadas algorítmicamente e introducidas en una computadora. El pensamiento humano no es disyuntivo y en este sentido se dificulta el planteamiento de algoritmos clásicos para realizar tareas que exigen vaguedad.

¿Qué otros problemas plantea la concepción de un sistema o computadora médica dotada de inteligencia artificial muy cercana a la natural y capaz de interactuar con los pacientes? Existen aproximaciones a determinados aspectos éticos del asunto y otros conexos con las tecnologías aplicables en la esfera de la salud.²² Unos autores aseguran que los sistemas disponibles en medicina y que funcionan basados en técnicas de IA, "en ningún momento sustituyen o reemplazan la actividad del profesional en el diagnóstico o la imposición de tratamiento".⁴ Otros, ante la pregunta: ¿nos sustituirá la computadora? y apoyados en el análisis de los sistemas expertos (SE) para el diagnóstico, explican: "Uno de los problemas de estos sistemas, en el diagnóstico, es que no consideran que una persona puede tener más de una enfermedad, que los síntomas pueden ser independientes, o que el paciente puede estar fingiendo. Si bien es cierto que la computadora tiene gran capacidad de cálculo, velocidad y exactitud, está claro que una computadora no puede sustituir al médico. Sólo este es capaz de razonar lógicamente y mezclar la razón con la intención, la ética, lo afectivo y la experiencia, algo que una máquina no puede hacer".²³

En un plano técnico, la cuestión requiere más indagaciones. Entre dos personas, la comunicación se establece al existir cierta comunidad en los modelos que emplean sobre el mundo externo. Comunicarse presupone uno o varios niveles de conocimiento del objeto de la conversación, que a veces propicia omisiones de frases enteras y hasta de fragmentos de textos con pocos riesgos de que no sea comprendida por el interlocutor. ¿Qué barreras se deben vencer para que un ingenio computacional con "talento médico" pudiese establecer una conversación que se aproximara a la realidad de un diálogo entre un médico y un paciente?

Las computadoras actúan en correspondencia con programas elaborados por el hombre. Su protagonismo al simular la actividad de un profesional médico requeriría al menos, de modelos de las esferas objetivas involucradas, sobre la base de conocimientos aportados, de programas planificadores para la solución de las tareas y del programa de trabajo propiamente dicho del médico en la realidad, con toda su carga, variedad semántica, emociones y otros atributos del accionar humano.

Las computadoras en calidad de instrumento para simular la actividad intelectual del médico en las relaciones comunicativas con los pacientes, están imposibilitadas de simularla si no retienen en la memoria modelos semánticos de la esfera médica como mínimo, capaces de propiciar la comunicación, el análisis y la síntesis de textos y palabras en la semántica médica propiamente dicha y comprensible para el paciente. La elaboración de modelos semánticos acabados es un problema por resolver que exige la representación de conocimientos médicos, no datos en la memoria de la computadora.

Desde el punto de vista cibernético, tratar el intelecto artificial médico implica tratar sobre la capacidad predictiva y de adoptar soluciones que tengan como escenario no sólo un contexto

médico, acompañadas de toda la carga afectiva, ética y espiritual en situaciones complicadas y con la economía de recursos correspondientes.

McCulloch descubrió algunos patrones lógicos en la actividad del cerebro humano con resultados que se emplearon en el reconocimiento de imágenes por las máquinas. Este logro abrió mucho más el campo de la IA desde las posiciones de la neurociencia, la neurofisiología, la psicología y la ingeniería de control. *P. A. Moran* fue uno de los primeros en comprender que una máquina inteligente no puede ser desarrollada si no es capaz de predecir eventos.²⁴ Luego una máquina "con talento" para la medicina, si no es capaz de predecir multitud de situaciones y sucesos en los que se ve involucrado el profesional en ese campo durante el curso de su actividad teórica y práctica, difícilmente pueda acercarse al trabajo intelectual de este.

L. Fogel, A. Owens y M. Walsh concentraron sus esfuerzos en las investigaciones de los mecanismos lógicos que acompañan a la inteligencia, como la toma de decisiones, la predicción y la formulación de metas.²⁴ Algunos problemas relacionados que involucran estos mecanismos plantean retos.

Si las metas constituyen algo establecido por adelantado y sólo una cadena de actos conscientes puede conducir a ella, ¿qué factores contribuirían a su aparición en una computadora hasta el punto de convertirse en un mecanismo que guíe sus esfuerzos? Si para el caso humano, el proceso de elección de la decisión más adecuada en una situación determinada lo representa el trabajo continuo, entonces: ¿qué mecanismos dictarán a la máquina la elección de una simple decisión importante con respecto a un paciente, entre una multitud de posibilidades?

Para un funcionamiento intelectual integrado es preciso considerar en los modelos, los mecanismos anteriormente referidos; así como cada una de las etapas por las que transcurren los actos intelectuales, tarea cuya realización aún no parece cercana. La formalización del proceso de la toma de decisiones no es tarea simple. Intentos con ayuda de redes bayesianas en modelos de adopción de resoluciones médicas no carecen de interés.²⁵

Otros problemas con diversos matices sobre los enfoques de la IA y la IAM son posibles. La cuestión sobre qué es lo que se desea simular es fundamental. Al considerar los propósitos de la IAM, no se trata de "programas intelectuales" que simulen aspectos aislados de la actividad intelectual del médico, que es mucho más amplia, rica y variada por muy modesto que sea este en sus conocimientos y capacidades. Por tanto en la concepción completa de la IAM, no sólo debe referirse la simulación de procesos con relación a la elaboración de diagnósticos y tratamientos variadísimos, sino a la simulación también los mecanismos psicológicos globales que permiten la construcción de estos procesos y su funcionamiento. Sólo así se produciría cierta proximidad de la relación médico-paciente convencional a un tipo de relación que podría denominarse (computadora médico)-(paciente).

La creación de un intelecto que simule la actividad de un profesional en medicina no sólo exige el nivel verbal. El médico como hombre en fin, elabora una cantidad extraordinaria de información a nivel no verbal en una enorme variedad de procesos trascendentes para la actividad intelectual. La solución del problema de incorporar estos niveles no verbales a la computadora es esencial en la simulación de la actividad médica.

Las debilidades en la consideración de los niveles no verbales son reconocidas en los sistemas expertos: "Desgraciadamente, al iniciar el desarrollo de un sistema" de un tipo "no se tarda en descubrir que podemos saber hacer bien cosas que no sabemos verbalizar bien; esa extracción de conocimiento o elicitación, acaba siendo el *talón de Aquiles* de los sistemas expertos elicitados, debido a los largos plazos y notable inversión en tiempo y dinero que conlleva".⁷

Existen algunos dispositivos capaces de percibir señales del medio externo, simuladores de los órganos de los sentidos humanos. No obstante, la solución completa del problema de la creación de la lógica de la percepción y la cognición del mundo exterior, de lógicas imperativas,

casuales, temporales y la creación de esquemas inductivos e imprecisos de deducción más perfectos está en el orden del día y deberá preceder a la creación de sistemas intelectuales artificiales más eficaces con aplicaciones importantes en el campo de la medicina y la salud.

El problema de la vaguedad o imprecisión en el proceso de la toma de decisiones es uno de los que no se debe minimizar en el diseño de los sistemas de intelecto artificial en la rama médica. El intelecto "resuelve permanentemente tareas relacionadas con la búsqueda y el descubrimiento en situaciones que implican indeterminación".²⁶

Un ingenio intelectual artificial, que intentara simular cercanamente al del médico, tendría que solucionar tareas en el marco de regiones con indeterminaciones características. Los actos de elección de alternativas pueden ocurrir de manera casual o de acuerdo a una distribución probabilística. La elección de la ejecución maquinizada de los algoritmos que admiten estos actos a partir de cierto conjunto de alternativas posibles, puede realizarse de acuerdo con esa distribución. Aquí "la imprecisión plasmada en los actos de elección se traduce al lenguaje de la casualidad numéricamente evaluada".²⁶ En el hombre, la elección puede tener lugar fuera del marco de cualquier consideración casual, porque no siempre las indeterminaciones e imprecisiones se pueden interpretar mediante un enfoque probabilístico. Los algoritmos que incluyen actos electivos en los humanos no están limitados por leyes probabilistas.

La elaboración y ulterior desarrollo de modelos matemáticos y teorías, específicamente la lógica y el álgebra de los conjuntos difusos o imprecisos de *Lofti A. Zadeh*, destinadas a la simulación de las imprecisiones del proceso de la toma de decisiones, adquiere relevancia en la investigación de las simulaciones del intelecto artificial con orientación en medicina. Será preciso resolver el problema referido a la introducción acertada en las computadoras de las nociones de vaguedad y de prescripciones difusas, las vías para la constructivización de lo no constructivo y los mecanismos de búsqueda y descubrimiento de lo nuevo, antes de lograr computadoras inteligentes que se aproximen por sus acciones intelectuales al médico.

Desde que *Alang Turing* formuló la interrogante: ¿Puede una máquina pensar? se planteó la cuestión acerca de la posibilidad del intelecto artificial. Si bien el término IA fue acuñado por *John McCarthy*, *Marvin Minsky* y *Claude Shannon* en la Conferencia de *Dartmouth*, celebrada en 1956, la IAM no es muy antiguo y también se apoya en la hipótesis de trabajo según la cual la cognición y los procesos del pensamiento pueden ser modelados mediante la computación, hipótesis que es objeto de discusiones filosóficas y que está pendiente de validación.⁷

La teoría y la práctica médica cubana se nutren cada vez más de los avances computacionales y asimilan en el plano tecnológico, las ventajas que representan para el mejoramiento de la salud del ser humano. En cambio, el punto de vista con relación a las posibles funciones sustitutivas de las computadoras es discutible, sobre todo, si se considera el asunto de la inteligencia de fondo cuya esencia está resumida en la obra de *Jack Copeland*, *Inteligencia artificial, una introducción filosófica*. Esta cuestión puede plantearse en los siguientes términos: "como consecuencia del desarrollo cognitivo humano desde la infancia, todos tenemos una cantidad enorme de información básica", una especie de catálogo ausente en las máquinas",²⁷ hecho que le impide a estas comprender frases del tipo *autopsia con anestesia* o *el médico está en la luna de Valencia*.

Tal vez sea útil recordar lo que los doctores *Reyes* y *Prieto* han escrito: "Es muy difícil de capturar la cognición humana en una máquina. Lo que los humanos hacen bien, como el reconocimiento de modelos, visión, inferencia inductiva, creatividad, las máquinas lo hacen mal y viceversa. Conseguir que las máquinas piensen como el humano es como conseguir que un caballo baile; eso para qué. Es mejor reconocer que estas dos formas de inteligencias coexistirán pacíficamente, por lo menos por un tiempo, y que luego, se separarán por diferentes caminos".²⁷

CONSIDERACIONES FINALES

A pesar de las promisorias perspectivas de la IA en el ámbito médico, están pendientes de solución diferentes problemáticas de las que dependerá el comportamiento de los sistemas inteligentes de acuerdo con los atributos de la inteligencia natural. El concepto de IAM en una gran parte de los casos se emplea para referirse a simulaciones por parte de las computadoras de ciertas operaciones consideradas antes inherentes solo a los seres humanos.

Los sistemas computacionales con atributos de IA se comunican con el hombre en lenguajes naturales que están aún muy limitados y estandarizados, tienen posibilidades lógicas muy modestas comparadas con las que exhibe el médico y muestran reservas no muy bastas de datos, informaciones o conocimientos de la realidad.

Una solución constructiva del problema de la IA en el campo médico, implica la no absolutización del factor máquina en perjuicio del humano o del factor humano en perjuicio de la máquina en aras de no hipertrofiar uno u otro. De lo que se trata es de la unidad, la interrelación y la interconexión del hombre y la computadora, que representan elementos de un sistema cuyos componentes interactúan íntegramente y generan nuevas características, ausentes para cada uno de ellos por separado.

Hoy, son válidas las palabras del académico *A. Berg*, que parafraseadas resumen nuestro punto de vista sobre la presencia o no de atisbos de pensamiento en los sistemas inteligentes con orientación médica: la máquina, como se comprende actualmente, no piensa como el médico, ni como el hombre, ser racional cuya existencia transcurre en sociedad y se "vale del lenguaje natural para intercambiar pensamientos con otros seres racionales",¹⁹ sin embargo, no se puede negar que el médico pertrechado con "amplificadores cibernéticos" de su razón, piensa mejor y de forma distinta del médico que se ve obligado a conformarse con los medios primitivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Biomedical Engineering. Disponible en: <http://bmil.bme.utexas.edu/files/bmil/CV.pdf> [Consultado: 19 de marzo de 2008].
2. González Valdés D, Alemán Sánchez PC, Díaz Ortega L, Acosta Acosta E. Impacto de la informatización en la sociedad y estomatología cubanas. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072007000200006 [Consultado: 15 de marzo de 2008].
3. Wan Ishak WH, Siraj F. Artificial intelligence in medical application: an exploration. Disponible en: <http://groups.csail.mit.edu/medg/people/psz/ftp/AIM82/> [Consultado: 14 de marzo de 2008].
4. García RF. La informática médica en Cuba. Disponible en: http://www.cpicmha.sld.cu/hab/vol6_2_00/hab070200.htm [Consultado: 17 de marzo de 2008].
5. González García N. El plan director de informática médica y su papel en el proceso de enseñanza - aprendizaje. Disponible en: <http://WWW.info200.islagrande.cu/esp/frame.html> [Consultado: 19 de marzo de 2008].
6. La investigación en informática médica en nuestros centros de educación médica superior. Disponible en: http://www.cecam.sld.cu/pages/rcim/revista_5/editorial_5.htm [Consultado: 15 de marzo de 2008].

7. Honavar V. Artificial Intelligence: An Overview. Disponible en: <http://www.cs.iastate.edu/~cs572/handout1.pdf> [Consultado: 17 de marzo de 2008].
8. Trias Capella R. Inteligencia artificial en medicina. Estado actual y perspectivas. Disponible en: <http://www.somece.org.mx/memorias/2002/Grupo2/Rodriguez.rtf> [Consultado: 16 de marzo de 2008].
9. Sánchez Monsolo AA. Implicaciones éticas y socioeconómicas de las historias clínicas electrónicas. Disponible en: <http://WWW.info200.islagrande.cu/esp/frame.html> [Consultado: 19 de marzo de 2008].
10. Sánchez Mansolo, AA, Iglesias Dios JL, Perdomo González G, Hernández Cáceres JL, Mendoza D. Historias clínicas electrónicas en Cuba, quimera o posibilidad real. Disponible en: http://www.cecam.sld.cu/pages/rcim/revista_1/articulos_pdf/r0100a05.pdf [Consultado: 19 de marzo de 2008].
11. Medina Pagola M, Febles Rodríguez JP. Utilización del aprendizaje basado en problemas bajo la óptica de la inteligencia artificial. Disponible en: http://www.cecam.sld.cu/pages/rcim/revista-2/articulos_html/febles.htm [Consultado: 14 de marzo de 2008].
12. Fernández Sánchez KL, García Lorenzo MM, Gálvez Lio D, Sánchez Basalto LH, Fernández Díaz LM. Agentes inteligentes para el diagnóstico de patologías ginecológicas. Disponible en: <http://www.informatica2007.sld.cu/Members/dgalvez/agentes-inteligentes-para-el-diagnostico-de-patologias-ginecológicas/2006-11-20.9594911684/download> [Consultado: 17 de marzo de 2008].
13. Pompa Sourd F, Martín Cardoso P, Vidal Ledo M, Vialart Vidal N. Sistema informático para la atención primaria de salud, APUS. <http://WWW.info200.islagrande.cu/esp/frame.html> [Consultado: 19 de marzo de 2008].
14. Lucas P. Expert Systems: A knowledge-based approach to intelligent systems. Disponible en: <http://www.cs.ru.nl/~peterl/siks06-4.pdf> [Consultado: 15 de marzo de 2008].
15. Lucas P. Expert systems. Disponible en: <http://www.cs.ru.nl/~peterl/> [Consultado: 19 de marzo de 2008].
16. Guevara López MA, Rodríguez Rodríguez M, González Pestano N. DIAG, un sistema experto para el diagnóstico de las anomalías cráneo faciales. Rev Cubana Invest Biomed 1997; 16 (2): 94-8. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03001997000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es [Consultado: 17 de marzo de 2008].
17. Martorell Zamora E. Utilidad del software transuniversal en ciencias de la salud. Disponible en: www.occyt.cu/varios/informenano.pdf [Consultado: 16 de marzo de 2008].
18. Sánchez Arbolaez A. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la medicina. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos39/aplicaciones-inteligencia-artificial/-aplicaciones-inteligencia-artificial.shtml> [Consultado: 19 de marzo de 2008].
19. Problemas sociofilosóficos de los sistemas "hombre-máquina". Discusiones. Revista Ciencias Sociales 1980; (2): 181-203.
20. Rusavin GI. Métodos de la investigación científica. La Habana: Ciencias Sociales; 1990.
21. Metodología del conocimiento científico. La Habana: Ciencias Sociales; 1978.
22. Vidal Ledo M. Información, tecnologías y ética en la salud. Disponible en:

http://www.cecam.sld.cu-/pages/rcim/revista_9/articulos_hm/eticaensalud.htm [Consultado: 19 de marzo de 2008].

23. Ávila Cruz V. Medicina y computación. Una integración necesaria. Disponible en: <http://neuroc99.sld.cu-/text/medicinacomputacion.htm> [Consultado: 17 de marzo de 2008].

24. Anokhin PK. Natural Intelligence versus Artificial Intelligence: The philosophical view. Cybernetics of living matter: nature, man, information. Moscow: MIR; 1987. p.127-42.

25. Lucas P. Bayesian Networks in Medicine: a Model-based Approach to Medical Decision Making. Disponible en: <http://www.cs.ru.nl/~peterl/eunite.pdf> [Consultado: 18 de marzo de 2008].

26. Ursul AD, Rodríguez Solveira M. La dialéctica y los métodos científicos generales de investigación. La Habana: Ciencias Sociales; 1985. p.290-4.

27. Reyes Ortiz C, Prieto Prieto R. Medicina basada en evidencia un nuevo paradigma. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2006/emas061i.pdf> [Consultado: 14 de marzo de 2008].

Recibido: 10 de abril de 2008.

Aprobado: 14 de abril de 2008.

Lic. *María del Carmen Expósito Gallardo*. Departamento de Bioestadística. Facultad de Ciencias Médicas "Mariana Grajales Coello". Apartado Postal No. 292. Holguín, 80100, Cuba. Correo electrónico: mariaeg@fcm.hlg.sld.cu

Ficha de procesamiento

Clasificación: Artículo teórico.

Términos sugeridos para la indización

Según DeCS ¹

INFORMÁTICA MÉDICA; INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

MEDICAL INFORMATICS; ARTIFICIAL INTELLIGENCE.

Según DeCI²

INFORMÁTICA MÉDICA; INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

MEDICAL INFORMATICS; ARTIFICIAL INTELLIGENCE.

¹BIREME. Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS). Sao Paulo: BIREME, 2004.

Disponible en: <http://decs.bvs.br/E/homepagee.htm>

²Díaz del Campo S. Propuesta de términos para la indización en Ciencias de la Información. Descriptores en Ciencias de la Información (DeCI). Disponible en: <http://cis.sld.cu/E/tesauro.pdf>

Copyright: © ECIMED. Contribución de acceso abierto, distribuida bajo los términos de la Licencia Creative Commons Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual 2.0, que permite consultar, reproducir, distribuir, comunicar públicamente y utilizar los resultados del trabajo en la práctica, así como todos sus derivados, sin propósitos comerciales y con licencia idéntica, siempre que se cite adecuadamente el autor o los autores y su fuente original.

Cita (Vancouver): Expósito Gallardo MC, Ávila Ávila R. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la Medicina: perspectivas y problemas. *Acimed* 2008; 17(5). Disponible en: Dirección electrónica de la contribución [Consultado: día/mes/año].