



EduCalixto 2025: “Por la excelencia de la formación integral para un mejor desarrollo humano sostenible”

Implicaciones éticas de las hipertecnologías y la inteligencia artificial en la radiofísica médica

Ibel Ortíz Salatti^{1*}, Consuelo Varela Corona²

¹Centro para el Control Estatal de Medicamentos, Equipos y Dispositivos Médicos (CECMED), <https://orcid.org/0000-0002-5582-2613>.

²Centro para el Control Estatal de Medicamentos, Equipos y Dispositivos Médicos (CECMED), <https://orcid.org/0000-0002-0270-4082>.

❖ ibelos95@cecmec.med.cu

Resumen:

Introducción: El uso de la inteligencia artificial y otras hipertecnologías en la radiofísica médica, involucra tener en cuenta diversas implicaciones éticas a considerarse por los profesionales de la especialidad. El uso de la radiación para el diagnóstico y tratamiento médico, exige un compromiso con los pacientes y el medio ambiente. El objetivo es definir las implicaciones éticas de las hipertecnologías y la inteligencia artificial en la radiofísica médica.

Metodología: se realizó una revisión bibliográfica en las bases de datos Medline y Pubmed. Se consideraron los artículos en inglés y español y publicados en los últimos cinco años. Se excluyeron aquellos que no dispusieron de texto completo ni monografías.

Desarrollo: las implicaciones bioéticas deben analizarse desde la radiofísica médica y desde las hipertecnologías, como complemento a la primera. En el uso de las radiaciones ionizantes deben considerarse: la relación costo-beneficio para la salud de las personas y para el medio ambiente, el consentimiento informado a los pacientes, la minimización de la exposición, el seguimiento a los protocolos de seguridad, la equidad en el acceso a los tratamientos, la responsabilidad profesional, el monitoreo de los efectos a largo plazo. Entre los documentos que los autores revisaron se aprecian: la Declaración de Helsinki, el Manual de Ética Médica, el Mandato sobre Bioética de la UNESCO, las Normas Internacionales de Protección de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) de las Naciones Unidas, la Norma Cubana (NC69-01-81) y las directrices de la Agencia de Energía Nuclear y Tecnologías de Avanzada. En el caso de las tecnologías deben cumplirse: la evaluación de los equipos,



EduCalixto 2025: “Por la excelencia de la formación integral para un mejor desarrollo humano sostenible”

la certificación de los dispositivos, la exactitud y veracidad de los datos, la actualización tecnológica, educación y conciencia en el uso, la reducción de sesgos, el control de errores y riesgos, la seguridad y protección de los datos y el sistema, la intimidad de los pacientes, la transparencia en los procesos, la supervisión humana, la sostenibilidad, la sensibilización y alfabetización, la justicia y la equidad.

Conclusión: no se pueden negar los beneficios de la aplicación de la IA en la imagenología, permitiendo la automatización de los procesos, lo cual agiliza la toma de decisiones y la precisión de los diagnósticos. Pero se encarece su implementación en la compra de las tecnologías, en la inserción de datos exactos y veraces, en la constante actualización por la obsolescencia tecnológica. Pensar en los principios éticos de la inteligencia artificial y las hipertecnologías, no exime a los profesionales de la imagenología, los radiofármacos y otras aplicaciones de la radiofísica médica de los principios bioéticos ya identificados para estas prácticas clínicas.

Palabras clave: ética; tecnología; inteligencia artificial; física médica; bioética.

Introducción:

Después del descubrimiento de los rayos X, se definieron claramente dos tipos de aplicaciones en medicina, el primero de ellos para el diagnóstico de enfermedades, y el segundo para el tratamiento de tumores, es decir, para usos terapéuticos. Jugado un papel clave en la medicina, debido entre otras causas a la evolución de las tecnologías como la electrónica y la ciencia de materiales, que han permitido su aplicación a niveles muy avanzados.

La radiofísica médica, física sanitaria o física médica, según se describe en el DeCS/MeDS, es la ciencia que se ocupa de los problemas de protección radiológica relacionados con la reducción o prevención de la exposición a las radiaciones y los efectos de las radiaciones ionizantes sobre el hombre y su medio ambiente.

La radiofísica médica es crucial en áreas como la radioterapia, donde el radiofísico es responsable de implementar el programa de control de calidad de los equipos utilizados durante la irradiación terapéutica de los pacientes, así como de gestionar la dosimetría clínica. En el campo del radiodiagnóstico, su labor incluye la elaboración de un programa de garantía de calidad y la definición de especificaciones para la adquisición de equipos; además, se encarga de optimizar y controlar la calidad de los dispositivos de rayos



EduCalixto 2025: “Por la excelencia de la formación integral para un mejor desarrollo humano sostenible”

X, realizando también estimaciones de la dosis recibida en los órganos de los pacientes cuando es necesario. Por último, en el área de medicina nuclear, establece los criterios de calidad pertinentes.

Dornes et al expresa, que la exposición a las emisiones ionizantes impacta negativamente en la salud de las personas, tanto pacientes como personal médico y para el medio ambiente. Para el autor, los rayos X y la radiactividad en general son frecuentemente empleados en la producción, la investigación y la medicina; pero los estudios imagenológicos se realizan solo si existe confianza, eficacia, exactitud, eficiencia y efectividad.

En su estudio, resalta la polémica en torno a la tomografía axial computarizada (TAC) para el diagnóstico de accidentes vasculares isquémico y otras enfermedades que no pueden ser determinadas con hondura por el método clínico o los exámenes de laboratorio. Las personas expuestas quedarán mejor resguardadas a menores dosis, por lo cual se debe minimizar la exposición de los tejidos sanos. 2

Entre los organismos a considerar sobre el tema se encuentran, la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) de las Naciones Unidas establece las medidas generales que rigen las Normas Internacionales de Protección. En Cuba, la Norma Cubana (NC69-01-81) sobre las radiaciones ionizantes, sus fuentes de procedencia (naturales o artificiales), características más importantes y acción sobre los seres vivos, así como a las medidas y normas de protección adecuadas.

La hipertecnología o hiperautomatización es una de las tendencias tecnológicas del momento, que no tiene ahora un concepto concensuado y validado, sino en formación; según la RAE el prefijo hiper significa 'por encima de', 'exceso' o 'grado superior al normal' y la tecnología, es el “conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico”.

Tal como suena, la hiperautomatización es un enfoque que permite a las empresas automatizar tantos procesos como sea posible. La hiperautomatización se basa en tecnologías como la automatización robótica de procesos (RPA), las plataformas de aplicaciones de bajo código (LCAP), la inteligencia artificial (IA), los chatbots y los asistentes virtuales.

La Organización Internacional de Normalización (ISO) define inteligencia artificial (IA) como sistemas informáticos capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como razonamiento, aprendizaje, percepción y comprensión del lenguaje. Estos sistemas analizan enormes conjuntos de datos, reconocen patrones y toman decisiones con una rapidez y precisión sin precedentes.



EduCalixto 2025: “Por la excelencia de la formación integral para un mejor desarrollo humano sostenible”

La ética, según Espinosa y Calva, se presenta como el marco de referencia para la moral, actuando como un patrón universal que guía y moldea los diversos códigos morales. Se centra en analizar las acciones humanas desde la perspectiva de su carácter moral, relacionado con los valores éticos que posee cada individuo y con los códigos que rigen a la sociedad. Además, considera el impacto de estas acciones en los ámbitos tanto personal como social.

Según Mesa y García, la bioética, por su parte, aborda reflexiones sobre la autonomía en la toma de decisiones, enfatizando la importancia de actuar libremente, sin presiones externas, y en un ambiente que respete las diferencias. Se apoya en cuatro principios que rigen la vida diaria: autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia, los cuales pretenden crear un contrato social entre la sociedad, los científicos, los profesionales de la salud y los gobiernos. En este marco, la bioética se fundamenta en la defensa de los derechos civiles y en la mejora de la calidad de vida.

El análisis de costo-beneficio y riesgo-beneficio contribuye a asegurar que el beneficio total sea mayor que los inconvenientes totales propios de un determinado procedimiento. Es por ello que, el objetivo de esta investigación es definir las implicaciones éticas de las hipertecnologías y la inteligencia artificial en la radiofísica médica.

Metodología:

Análisis Documental: se efectuó una revisión bibliográfica entre diciembre del 2024 y marzo 2025, cuya información fue recuperada de las bases de datos Medline y Pubmed, Dialnet y Redalyc.

Se consideraron los artículos en inglés y español y publicados en los últimos cinco años. Se excluyeron aquellos que no dispusieron de texto completo ni monografías. Se consultaron 435 fuentes bibliográficas, conformando la bibliografía 42 artículos, de ellos 18 referencias bibliográficas y 24 consultados complementariamente.

Esta investigación es de tipo descriptiva exploratoria, donde el fenómeno en cuestión se analiza transversalmente y cualitativamente, para desentrañar sus complejidades, como es el caso de la bioética relativa a la hipertecnología en la medicina y en especial en la física médica.



EduCalixto 2025: “Por la excelencia de la formación integral para un mejor desarrollo humano sostenible”

1. Bioética y radiofísica hospitalaria en la actualidad

De la Vega, explica que, la bioética en el ámbito de la radiofísica hospitalaria abarca varios aspectos fundamentales que son cruciales para la práctica actual. En primer lugar, se examinan los principios éticos desde una perspectiva histórica, analizando cómo han evolucionado a lo largo del tiempo, así como la distinción entre ética y ley, y diversas teorías morales como el utilitarismo, además de conceptos esenciales como virtud, justicia y deber.

En segundo lugar, se discuten los dilemas éticos, que incluyen la identificación de situaciones problemáticas, la descripción de conflictos y los métodos de resolución, acompañados de ejemplos prácticos. Otro aspecto clave es la conducta profesional, es que abarca temas como la importancia de la honestidad, las relaciones con pacientes y colegas, así como, cuestiones de discriminación y acoso sexual.²

También se considera la responsabilidad hacia el público, la obligación de informar sobre accidentes radiológicos y errores, y los posibles conflictos de intereses con empresas. La ética en la práctica clínica destaca la responsabilidad hacia el paciente y los conflictos de intereses económicos que podrían surgir entre las instituciones y el cuidado del mismo.

En relación con la ética de la investigación, se abordan las malas prácticas, la propiedad intelectual, las buenas prácticas en las publicaciones, el plagio y los principios éticos que deben guiar la investigación biomédica, considerando riesgos y beneficios y la necesidad del consentimiento informado. Por último, se toca la ética en la enseñanza, subrayando la importancia de la comunicación respetuosa, la confidencialidad, la libertad de cátedra y la honestidad tanto del docente como del alumno.

Esto indica una creciente conciencia sobre la importancia de incluir esta formación, ya sea como recomendación o requisito, en la educación de estos profesionales, haciendo evidente la necesidad de abordar la cuestión en el contexto.

En los últimos años, según Bonilla el empleo de medios diagnósticos por imagen es esencial en la práctica médica de los cardiólogos. La ecocardiografía, la tomografía computarizada, la gammagrafía por perfusión miocárdica por tomografía por emisión de fotón único (SPECT, por sus siglas en inglés), la tomografía por emisión de positrones, y la resonancia magnética cardíaca, son las técnicas de imagen más utilizadas en la especialidad.



EduCalixto 2025: “Por la excelencia de la formación integral para un mejor desarrollo humano sostenible”

Algunos de los medios diagnósticos de cardiología nuclear –como la SPECT y la tomografía por emisión de positrones– emiten radiaciones ionizantes. Con frecuencia, la consecución del diagnóstico entraña el uso de varios de estos equipos. Por tanto, cada procedimiento implica exponer al paciente a cuotas de radiación adicionales, cercanas a una dosis de referencia media de 2-15 mSv (milisievert) o más.

Los estudios de perfusión miocárdica son pruebas que, por su naturaleza, no invaden el organismo del paciente; se realizan con frecuencia para diagnosticar y evaluar la enfermedad arterial coronaria.

El riesgo de sufrir efectos biológicos por las radiaciones ionizantes se estima a partir de las cantidades recibidas, y se expresa en dosis efectiva. Esta es la suma en todo el cuerpo de las dosis equivalentes en órganos individuales, multiplicada por el coeficiente de sensibilidad de cada órgano a los efectos estocásticos. Las radiaciones utilizadas en medicina nuclear, difieren de los rayos X; en este caso se trata de radionúclidos generadores de radiaciones ionizantes, inyectados a los pacientes.

La administración de radio fármacos por vía sistémica posibilita su distribución por todo el cuerpo. Sus concentraciones en los órganos y tejidos dependen de las propiedades farmacocinéticas del radiofármaco específico. Los cardiólogos nucleares emplean dos medios diagnósticos de imagen fundamentales: la SPECT y la tomografía por emisión de positrones. En ambos, se usan fármacos radiactivos. El futuro de la cardiología nuclear estriba en una práctica más personalizada de la medicina. Los resultados terapéuticos positivos asociados al empleo de dosis de radiación reducidas son posibles si los especialistas en imagenología mantienen un grado alto de comunicación con sus colegas clínicos.

También se considera la responsabilidad hacia el público, la obligación de informar sobre accidentes radiológicos y errores, y los posibles conflictos de intereses con empresas. La ética en la práctica clínica destaca la responsabilidad hacia el paciente y los conflictos de intereses económicos que podrían surgir entre las instituciones y el cuidado del mismo.

En relación con la ética de la investigación, de acuerdo con Castro-Rodríguez, se abordan las malas prácticas, la propiedad intelectual, las buenas prácticas en las publicaciones, el plagio y los principios éticos que deben guiar la investigación biomédica, considerando riesgos y beneficios y la necesidad del consentimiento informado. Por último, se toca la ética en la enseñanza, subrayando la importancia de la



EduCalixto 2025: “Por la excelencia de la formación integral para un mejor desarrollo humano sostenible”

comunicación respetuosa, la confidencialidad, la libertad de cátedra y la honestidad tanto del docente como del alumno.

2. Bioética, hipertecnologías e inteligencia artificial

La IA y tecnologías disruptivas transforman nuestra vida en un sistema sociotécnico. Para Ausín, es esencial un análisis ético para evitar injusticias algorítmicas y promover confianza ciudadana. La ética debe integrarse en el diseño de tecnologías para garantizar seguridad, respeto y sostenibilidad. Se requiere un nuevo contrato "teco-social" que fomente la inclusión y justicia. La proliferación de códigos éticos genera confusión; la ética debe ser un proceso reflexivo y no solo un conjunto de principios.

Concordando con Castrillón, Rodríguez y Leyton, la Inteligencia Artificial (IA) busca emular tareas humanas, generando preocupaciones éticas sobre su impacto en la sociedad. La ética es considerada una necesidad urgente en el desarrollo de sistemas inteligentes para garantizar el respeto a la integridad humana y el empleo. Se propone la creación de códigos de conducta para guiar el diseño y uso de la IA. La ética aplicada a la IA debe ser un estándar en la producción tecnológica para mejorar la calidad de vida y prevenir conflictos entre humanos y máquinas.

Sarango, analiza la ética en el uso de la tecnología educativa. Destaca la importancia de la tecnología en el aprendizaje y su impacto en la educación. Se enfatiza la necesidad de aplicar principios éticos y profesionalismo en el uso de innovaciones tecnológicas. Se discuten las implicaciones éticas y sociales de las tecnologías emergentes. Se concluye que es responsabilidad de todos heredar una tecnología que mejore la educación y fomente el desarrollo adecuado.

Por su parte, Aznarte aborda la ética en el uso de tecnologías de datos masivos en la educación, destacando riesgos y beneficios. Se proponen nueve cautelas para guiar el uso responsable de datos, priorizando el bienestar del alumnado y la transparencia. Llama la atención en fomentar una ética del cuidado en la recolección y análisis de datos en la UNED.

Ortiz, Morfin y van der Mersch, expresan que el texto analiza el poder de internet y la industria digital, así como los usos, abusos y buenas prácticas asociadas a la IA. Los autores discuten la evolución de la IA, sus definiciones y los diferentes niveles de inteligencia artificial, desde la IA especializada hasta la superinteligencia. Además, se enfatiza la necesidad de establecer marcos éticos que promuevan el respeto



EduCalixto 2025: “Por la excelencia de la formación integral para un mejor desarrollo humano sostenible”

a la dignidad humana, la autonomía, la justicia social y el bien común, subrayando que la IA debe ser una herramienta que beneficie a la humanidad en lugar de perpetuar desigualdades.

El documento también menciona la importancia de la transparencia y la responsabilidad en el desarrollo de sistemas de IA, así como la necesidad de evitar sesgos discriminatorios. Finalmente, se plantea la posibilidad de un futuro donde la tecnología mejore nuestras vidas y nos permita enfocarnos en el aprendizaje y el desarrollo personal. 9

3. Ética de las hipertecnologías y la inteligencia artificial en la radiofísica médica

Las aplicaciones hipertecnológicas, como la inteligencia artificial (IA) en el ámbito de la medicina, específicamente en el contexto cubano, van avanzado a raíz del desarrollo de la informática médica. Destacando la importancia de la IA en la toma de decisiones médicas, el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades; subrayando la existencia de perspectivas prometedoras que la IA ofrece para mejorar la salud pública, sin perder de vista los problemas éticos, tecnológicos y filosóficos que surgen de su implementación.

Los autores, Expósito y Ávila, resaltan que, a pesar de los avances, las capacidades de la IA aún son limitadas en comparación con el intelecto humano. Se subraya la necesidad de un enfoque crítico hacia la integración de la IA en la medicina, considerando no solo los beneficios, sino también los desafíos y las implicaciones sociales que conlleva.

Martí-Bonmatí, explora el papel transformador de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito de la imagen médica y su contribución a la medicina personalizada. Se detalla cómo la IA no solo mejora la calidad y eficiencia de la imagen médica, sino que también facilita el desarrollo de modelos clínicos predictivos que optimizan el diagnóstico y tratamiento de los pacientes.

El autor aborda diversos procesos en los que la IA está involucrada, tales como la preparación y armonización de datos, la segmentación automática de imágenes y la extracción de características radiómicas. También se mencionan proyectos relevantes como PRIMAGE y CHAIMELEON, que destacan la importancia de la colaboración interdisciplinaria en el avance de estas tecnologías. Reflexiona, además, sobre los retos éticos y operativos que acompañan a la implementación de la IA en la práctica



EduCalixto 2025: “Por la excelencia de la formación integral para un mejor desarrollo humano sostenible”

clínica, enfatizando la necesidad de abordar estos desafíos para maximizar los beneficios de esta revolucionaria herramienta. 11

Los autores, Lanzagorta-Ortega, Carrillo-Pérez y Carrillo-Esper, discuten cómo la IA tiene el potencial de transformar el cuidado de la salud, comparándolo con el "momento Gutenberg" en la historia de la medicina. La IA no solo promete mejorar la precisión diagnóstica y reducir errores médicos, sino que también puede aliviar la carga administrativa de los médicos, permitiéndoles dedicar más tiempo a la interacción personal con los pacientes.

El artículo destaca varias ventajas de la IA en medicina, como la integración de información médica, la automatización de tareas repetitivas y el aumento de la autonomía del paciente. Además, se menciona la necesidad de estandarizar la investigación en este campo para asegurar la calidad de la evidencia científica y facilitar la implementación de la IA en la práctica médica. 12

La Inteligencia Artificial (IA) impacta en el campo de la radiología, según Iglesias, que destaca cómo el avance en el desarrollo computacional y el acceso a grandes volúmenes de datos han permitido la creación de algoritmos que mejoran la calidad y eficacia de los servicios de imagenología. La implementación de la IA en diferentes áreas de la radiología, los beneficios que aporta, como la optimización del flujo de trabajo y la mejora en la precisión diagnóstica, así como los retos que enfrenta su adopción, especialmente en el contexto cubano.

Reflexiones finales y/o conclusiones:

No se pueden negar los beneficios de la aplicación de la IA en la imagenología, permitiendo la automatización de los procesos, lo cual agiliza la toma de decisiones y la precisión de los diagnósticos. Pero se encarece su implementación en la compra de las tecnologías, en la inserción de datos exactos y veraces, en la constante actualización por la obsolescencia tecnológica.

Pensar en los principios éticos de la inteligencia artificial y las hipertecnologías, no exime a los profesionales de la imagenología, los radiofármacos y otras aplicaciones de la radiofísica médica de los principios bioéticos ya identificados para estas prácticas clínicas.



EduCalixto 2025: “Por la excelencia de la formación integral para un mejor desarrollo humano sostenible”

Además, es fundamental que estos profesionales se mantengan al tanto de las implicaciones éticas que conlleva el uso de nuevas tecnologías, garantizando que la implementación y el desarrollo de estas herramientas no solo se enfoquen en la eficiencia y la precisión, sino también en el respeto hacia los pacientes y sus derechos. La formación continua en bioética es esencial para abordar adecuadamente los dilemas que puedan surgir, promoviendo así un enfoque holístico que integre tecnología, ética y humanismo en la práctica clínica diaria.

Referencias:

¹ DeSC/MeDS. Radiofísica médica [Internet]. 2008. [consulta: enero de 2025]. Disponible en: https://decs.bvsalud.org/es/ths/resource/?id=6434&filter=ths_exact_term&q=radiofísica Identificador <https://id.nlm.nih.gov/mesh/D006283> médica#Details

¹ Dornes Ramón Rolando, Vázquez Mora Yordany, Vázquez Roque Alexander, Alberna Cardoso Aymé. Las radiaciones ionizantes como expresión del desarrollo científico-tecnológico: responsabilidad social en su uso. Multimed [Internet]. 2022 Feb [citado 2025 Mayo 07]; 26 (1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-48182022000100014&lng=es. Epub 24-Ene-2022.

¹ Real Academia Española de la Lengua. Diccionario de la Lengua Española. [Internet]. 2024 [consulta: enero de 2025]. Disponible en: <https://dle.rae.es/>.

¹ Organización Internacional de Normalización (ISO). Inteligencia artificial. [Internet]. 2018 [citado 2024 diciembre 12]; Disponible en: <https://www.iso.org/es>.

¹ Espinoza Freire EE, Calva Nagua DX. La ética en las investigaciones educativas. Revista Universidad y Sociedad [Internet], 12(4), 333-340, 2020 [citado 2025 febrero 12]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v12n4/2218-3620-rus-12-04-333.pdf>.

¹ Mesa Trujillo D, García Mesa I. Bioética al final de la vida. MefVila [Internet], III Jornada Virtual Internacional de MEDICINA FAMILIAR, 2024 [citado 2025 febrero 12]. Disponible en: <https://mefavila.sld.cu/index.php/mefavila2024/2024/paper/viewFile/799/615>

¹ De la Vega Fernández, JM. Bases deontológicas y de la ética del cuidado en la especialidad de radiofísica hospitalaria [Internet]. 2018 [citado 2024 diciembre 12]; Trabajo de fin de Máster de Bioética y Bioderecho, Universidad de La Laguna. Disponible en: <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/10403/Bases%20deontologicas%20y%20de%20la%20etica%20del%20cuidado%20en%20la%20especialidad%20de%20radiofisica%20hospitalaria.pdf?sequence=1>.

¹ Bonilla Padrón, D, León Castellón, R, Mejías Pérez, L. Consideraciones éticas sobre radiaciones ionizantes y protección radiológica en relación con la cardiología nuclear. Revista médica electrónica de Ciego de Ávila [Internet]. [citado 2024 diciembre 12]. Disponible en: <https://revmediciego.sld.cu/index.php/mediciego/article/view/3927/4239>

¹ Castro-Rodríguez Y. El plagio académico desde la perspectiva de la ética de la publicación científica. Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud (en línea); 31(4):e1520, 2020



EduCalixto 2025: “Por la excelencia de la formación integral para un mejor desarrollo humano sostenible”

[citado 2024 diciembre 12]. Disponible en:

https://acimed.sld.cu/index.php/acimed/article/view/1520/pdf_48.

¹ Ausín T. ¿Por qué ética para la inteligencia artificial? Lo viejo, lo nuevo y lo espurio. Sociología y Tecnología [Internet]; 11(extra 2), 1-16, 2021 [citado 2024 diciembre 12]. Disponible en: <https://digital.csic.es/handle/10261/262521>.

¹ Castrillón Gómez, OD, Castrillón Gómez, MP, Leyton Castaño, JD. ÉTICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL ¿NECESIDAD O URGENCIA?

¹ Sarango Aguirre, J, Quishpe Gaibor, JS. Aplicación de la ética en el uso de la tecnología para la educación”, Revista Caribeña de Ciencias Sociales [Internet]; Septiembre 2018. Disponible: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/09/etica-tecnologia-educacion.html>.

¹ Aznarte, JL. Consideraciones éticas en torno al uso de tecnologías basadas en datos masivos en la UNED RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia [Internet]; 23 (2), 2020 [citado 2024 diciembre 12]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331463171012>. DOI: <https://doi.org/10.5944/ried.23.2.26590>.

¹ Ortiz Loyola Rivera Melo, E, Morfín Rojas, JA, van der Mersch Huerta Romo, BR. Ética en la Inteligencia Artificial. El poder de internet y la industria digital: usos, abusos y buenas prácticas. Ibero [Internet]; 18-23: 2021 [citado 2024 diciembre 12]. Disponible en: <https://revistas.ibero.mx/ibero/uploads/volumenes/69/pdf/6-etica-en-la-inteligencia-artificial.pdf>.

¹ Expósito Gallardo, MC, Ávila Ávila, R. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la Medicina: perspectivas y problemas. 2018 [citado 2024 diciembre 12]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352008000500005.

¹ Martí-Bonmatí, L. INTELIGENCIA ARTIFICIAL, IMAGEN MÉDICA Y MEDICINA DE PRECISIÓN: AVANCES Y PERSPECTIVAS. Anales RAM [Internet]; 141(02): 111 – 118, 2024. [citado 2024 diciembre 12]. Disponible en: DOI: 1032440/ar.2024.141.02.rev02.

¹ Lanzagorta-Ortega, D, Carrillo-Pérez, DL, Carrillo-Esper, R. Inteligencia artificial en medicina: presente y futuro. GACETA MÉDICA DE MÉXICO [Internet]; 158:17-21, 2022 [citado 2024 diciembre 12]. Disponible en: DOI: 10.24875/GMM.M22000688.

¹ Iglesias López, D. Impacto de la Inteligencia Artificial en la Radiología. Revista Cubana de Informática Médica [Internet]; 15(1): e624, 2023. [citado 2024 diciembre 12]. Disponible: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18592023000100013.

Bibliografías consultada:

1. Pifarré Martínez, X, Rivas Ballarín, MA, Valverde Morán, J, Ruiz Manzano, P, Molero Savall, J, Rodríguez Castillo, MF. Fundamentos de Física Médica. Volumen 2: Bases físicas, equipos y control de calidad en Radiodiagnóstico. Madrid: Sociedad Española de Física Médica, [Internet]; 2016. [consulta: enero de 2025]. Disponible: <https://proteccionradiologica.cl/wp-content/uploads/2016/08/4-Libro-Volumen-2-fisica-medica-esp%C3%B1ol.pdf>.
2. Dávila Morán, R. C., Agüero Corzo, E. C. del. (2023). Desafíos éticos de la inteligencia artificial: implicaciones para la sociedad y la economía. Revista Conrado, 19(94), 137-144, 2023 [consulta: enero de 2025]. Disponible: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442023000500137.
3. Gallego Colon, EJ, Ramos Rubio, D. Nuevas tecnologías para el apoyo sanitario en operaciones basadas en la telemedicina espacial: la telecografía robótica. Sanid. Mil. [Internet]; 79 (3): 164-161, 2023 [consulta: enero de 2025]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/378151758>.



EduCalixto 2025: “Por la excelencia de la formación integral para un mejor desarrollo humano sostenible”

4. García Barreno, P. Las tecnologías de la imagen en medicina. Real Academia de Ciencias [Internet]; 2024. [consulta: enero de 2025]. Disponible en:
5. Palacios Ceña, D. Implicaciones éticas del uso de la técnica y la tecnología en la aplicación de cuidados. Rev Cubana Enfermería [Internet]; 2008 [consulta: enero de 2025]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03192008000100007
6. Ladrón De Guevara, M. ÉTICA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA. Buenos Aires: CIELAC, Centro Interuniversitario de Estudios Latinoamericanos y Caribeños. IDEHU, Instituto de Investigaciones y Desarrollo Humanístico. UPOLI, Universidad Politécnica de Nicaragua, 2024. [consulta: enero de 2025] Disponible en: <https://biblioteca.clacso.edu.ar/Nicaragua/cielacupoli/20120806031318/ladron24.pdf>.
7. LINARES, JE. ÉTICA Y MUNDO TECNOLÓGICO. México: FCE, UNAM, FFyL, 2008. [consulta: enero de 2025] Disponible en: <https://www.paginaspersonales.unam.mx/app/webroot/files/5880/Asignaturas/1877/Archivo2.4844.pdf>
8. Medford Cárdenas M, Ordoñez Povea B, Garzó Rueda RL, Carrazana García D. Ética en la ciencia y tecnología. Un enfoque desde la educación médica superior. Rev méd electrón[Seriada en línea] 2010; 32(1). Disponible en URL: <http://www.revmatanzas.sld.cu/revista%20medica/ano%202010/vol6%202010/tema08.htm> [consulta: enero de 2025]
9. Díaz Guzmán OD, Moreno JC, Pérez Peña NC, Escobar Mejía JE. Ética de las tecnologías. análisis crítico de perspectivas. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/380790164>
10. Sebio Martín, M. Inteligencia artificial y ética. MADRID: Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. UPC [En línea], 2020. [consulta: enero de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/421893/retrieve>.
11. Suazo Galdames, I. Inteligencia artificial en Medicina Humana. International Journal of Medical and Surgical Sciences [Internet]; 10 (1): 1-4, 2023 [consulta: enero de 2025]. Disponible en: DOI: 10.32457/ijmssv.v10i1.2150.
12. Sarmiento Baralt CD. Inteligencia artificial en la Medicina: sus aplicaciones. HolCien [Seriada en línea]; 5(2), 2024 [consulta: enero de 2025]. Disponible en: <http://www.revholicien.sld.cu>.
13. Garay Nuncira, CA. Autodeterminación en la economía digital: más allá del emprendimiento. Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad [Internet]; 14(27), 2024 [consulta: enero de 2025]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.32870/Pk.a14n27.869>.
14. García Almeida JM, Cornejo Pareja IM, Fernández Jiménez R, Lupiáñez Pérez Y, Molina Garrido MJ, Abreu Padín C, Alfaro-Martínez JJ, Andreu Gosálbez MD, Argente Pla M, Arosa Carril V, Artero A, Cayón-Blanco M, Cuéllar Olmedo LÁ, de la Maza Pereg L, Diego Perojo E, Díez-Muñiz-Alique M, Diezhandino García P, Fernández de Bobadilla-Pascual B, Fernández Soto ML, Fuentes Tudanca S, Gil Gascón JM, Irlés-Rocamora JA, Juan Rodríguez L, Llamazares Iglesias O, Losfablos Callau F, Manzano García G, Marco-Alacid C, Pérez Cobos M, Mendoza Sierra M^ªE, Olay Gayoso L, Olivares Alcolea J, Pereira Cunill JL, Pérez Alonso O, Rebollo Pérez MI, Ruiz Palomar JM, Silva Rodríguez JJ, Sorribes Carreras P, Vázquez Vizcaíno B, Wu-Xiong NY. Mejorando la atención nutricional del paciente oncológico: validación de un protocolo multidisciplinar en el entorno clínico español [Improving the nutritional care of oncology patients - Validation of a multidisciplinary protocol in the Spanish clinical setting]. Nutr Hosp. 2024 Aug 29;41(4):758-765. Spanish. doi: 10.20960/nh.05043. PMID: 38967309.

15. Sánchez Pérez MR, Sánchez Pérez MJ, Lorente Acosta JA, Bayo Lozano E, Mancera Romero J. Conocimientos y actitudes de los médicos de Atención Primaria de Andalucía (España) sobre la detección de personas con riesgo elevado de cáncer de mama y colorrectal [Knowledge and attitude among general practitioners in Andalusia (Spain) on the identification of subjects at high risk of breast and colorectal cancer]. *Semergen*. 2019 Jan-Feb;45(1):6-14. Spanish. doi: 10.1016/j.semereg.2018.07.006. Epub 2018 Oct 24. PMID: 30529356.
16. Ramos-Casals M, Brito-Zerón P, Bombardieri S, Bootsma H, De Vita S, Dörner T, Fisher BA, Gottenberg JE, Hernandez-Molina G, Kocher A, Kostov B, Kruize AA, Mandl T, Ng WF, Retamozo S, Seror R, Shoenfeld Y, Sisó-Almirall A, Tzioufas AG, Vitali C, Bowman S, Mariette X; EULAR-Sjögren Syndrome Task Force Group. EULAR recommendations for the management of Sjögren's syndrome with topical and systemic therapies. *Ann Rheum Dis*. 2020 Jan;79(1):3-18. doi: 10.1136/annrheumdis-2019-216114. Epub 2019 Oct 31. PMID: 31672775.
17. Escartin C, Galea E, Lakatos A, O'Callaghan JP, Petzold GC, Serrano-Pozo A, Steinhäuser C, Volterra A, Carmignoto G, Agarwal A, Allen NJ, Araque A, Barbeito L, Barzilai A, Bergles DE, Bonvento G, Butt AM, Chen WT, Cohen-Salmon M, Cunningham C, Deneen B, De Strooper B, Díaz-Castro B, Farina C, Freeman M, Gallo V, Goldman JE, Goldman SA, Götz M, Gutiérrez A, Haydon PG, Heiland DH, Hol EM, Holt MG, Iino M, Kastanenka KV, Kettenmann H, Khakh BS, Koizumi S, Lee CJ, Liddel SA, MacVicar BA, Magistretti P, Messing A, Mishra A, Molofsky AV, Murai KK, Norris CM, Okada S, Olié SHR, Oliveira JF, Panatier A, Parpura V, Pekna M, Pekny M, Pellerin L, Perea G, Pérez-Nievas BG, Pfrieger FW, Poskanzer KE, Quintana FJ, Ransohoff RM, Riquelme-Perez M, Robel S, Rose CR, Rothstein JD, Rouach N, Rowitch DH, Semyanov A, Sirko S, Sontheimer H, Swanson RA, Vitorica J, Wanner IB, Wood LB, Wu J, Zheng B, Zimmer ER, Zorec R, Sofroniew MV, Verkhratsky A. Reactive astrocyte nomenclature, definitions, and future directions. *Nat Neurosci*. 2021 Mar;24(3):312-325. doi: 10.1038/s41593-020-00783-4. Epub 2021 Feb 15. PMID: 33589835; PMCID: PMC8007081.
18. García-Sáenz M, Ibarra-Salce R, Pozos-Varela FJ, Mena-Ureta TS, Flores-Villagómez S, Santana-Mata M, De Los Santos-Aguilar RG, Uribe-Cortés D, Ferreira-Hermosillo A. Understanding Progestins: From Basics to Clinical Applicability. *J Clin Med*. 2023 May 10;12(10):3388. doi: 10.3390/jcm12103388. PMID: 37240495; PMCID: PMC10218893.
19. Parada-Gereda HM, Tibaduiza AL, Rico-Mendoza A, Molano-Franco D, Nieto VH, Arias-Ortiz WA, Perez-Terán P, Masclans JR. Effectiveness of diaphragmatic ultrasound as a predictor of successful weaning from mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2023 May 5;27(1):174. doi: 10.1186/s13054-023-04430-9. PMID: 37147688; PMCID: PMC10161591.
20. Mensah GA, Fuster V, Murray CJL, Roth GA; Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risks Collaborators. Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risks, 1990-2022. *J Am Coll Cardiol*. 2023 Dec 19;82(25):2350-2473. doi: 10.1016/j.jacc.2023.11.007. PMID: 38092509; PMCID: PMC7615984.
21. Galván P, Recalde L, Rivas R, Fusillo J, González F, Vukujevic O, Ortellado J, Portillo J, Borba J, Hilario E. Respuesta a la carta al editor: Crítica al estudio factibilidad de la utilización de la inteligencia artificial para el cribado de pacientes con COVID-19 en Paraguay. *Rev Panam Salud Publica*. 2022 Nov 8;46:e190. Spanish. doi: 10.26633/RPSP.2022.190. PMID: 36382244; PMCID: PMC9642823.
22. Palomar-Cros A, Straif K, Romaguera D, Aragonés N, Castaño-Vinyals G, Martín V, Moreno V, Gómez-Acebo I, Guevara M, Aizpurua A, Molina-Barceló A, Jiménez-Moleón JJ, Tardón A, Contreras-Llanes M, Marcos-Gragera R, Huerta JM, Pérez-Gómez B, Espinosa A, Hernández-Segura

- N, Obón-Santacana M, Alonso-Molero J, Burgui R, Amiano P, Pinto-Carbó M, Olmedo-Requena R, Fernández-Tardón G, Santos-Sánchez V, Fernández de Larrea-Baz N, Fernández-Villa T, Casabonne D, Dierssen-Sotos T, Ardanaz E, Dorronsoro A, Pollán M, Kogevinas M, Lassale C. Consumption of aspartame and other artificial sweeteners and risk of cancer in the Spanish multicase-control study (MCC-Spain). *Int J Cancer*. 2023 Sep 1;153(5):979-993. doi: 10.1002/ijc.34577. Epub 2023 Jun 16. PMID: 37323037.
23. Lazaridis I, Patterson N, Mittnik A, Renaud G, Mallick S, Kirsanow K, Sudmant PH, Schraiber JG, Castellano S, Lipson M, Berger B, Economou C, Bollongino R, Fu Q, Bos KI, Nordenfelt S, Li H, de Filippo C, Prüfer K, Sawyer S, Posth C, Haak W, Hallgren F, Fornander E, Rohland N, Delsate D, Francken M, Guinet JM, Wahl J, Ayodo G, Babiker HA, Bailliet G, Balanovska E, Balanovsky O, Barrantes R, Bedoya G, Ben-Ami H, Bene J, Berrada F, Bravi CM, Brisighelli F, Busby GB, Cali F, Churnosov M, Cole DE, Corach D, Damba L, van Driem G, Dryomov S, Dugoujon JM, Fedorova SA, Gallego Romero I, Gubina M, Hammer M, Henn BM, Hervig T, Hodoglugil U, Jha AR, Karachanak-Yankova S, Khusainova R, Khusnutdinova E, Kittles R, Kivisild T, Klitz W, Kučinskas V, Kushniarevich A, Laredj L, Litvinov S, Loukidis T, Mahley RW, Melegh B, Metspalu E, Molina J, Mountain J, Näkkäläjärvi K, Nesheva D, Nyambo T, Osipova L, Parik J, Platonov F, Posukh O, Romano V, Rothhammer F, Rudan I, Ruizbakiev R, Sahakyan H, Sajantila A, Salas A, Starikovskaya EB, Tarekegn A, Toncheva D, Turdikulova S, Uktveryte I, Utevska O, Vasquez R, Villena M, Voevoda M, Winkler CA, Yepiskoposyan L, Zalloua P, Zemunik T, Cooper A, Capelli C, Thomas MG, Ruiz-Linares A, Tishkoff SA, Singh L, Thangaraj K, Villems R, Comas D, Sukernik R, Metspalu M, Meyer M, Eichler EE, Burger J, Slatkin M, Pääbo S, Kelso J, Reich D, Krause J. Ancient human genomes suggest three ancestral populations for present-day Europeans. *Nature*. 2014 Sep 18;513(7518):409-13. doi: 10.1038/nature13673. PMID: 25230663; PMCID: PMC4170574.
24. Lippi G, Plebani M. Luces y sombras de la inteligencia artificial en la medicina de laboratorio. *Adv Lab Med*. 2025 Mar 3;6(1):4-6. Spanish. doi: 10.1515/almed-2025-0039. PMID: 40160409; PMCID: PMC11949558.