



APLICACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA NUTRICIÓN PERSONALIZADA APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PERSONALIZED NUTRITION

Karla Cecilia Rivera Valdivia^{1*}

^{1*}Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Escuela de Posgrado, Av. Floral 1153, Puno, Perú,

RESUMEN

El desarrollo tecnológico ha influido en diversas áreas del conocimiento y la actividad humana. La aparición de tecnologías como big data, machine learning o inteligencia artificial están revolucionando las relaciones humanas; dichas tecnologías, y actualmente, se utilizan en diversas actividades y ámbitos. En este contexto, la nutrición promueve la alimentación de calidad, crea alimentos nutritivos, establece patrones de consumo saludables, evita el desperdicio de alimentos, genera seguridad alimentaria, nutrición personalizada, entre otros aspectos. En esta investigación se realizó una revisión documental de las principales investigaciones sobre las diversas aplicaciones de la inteligencia artificial en el campo de la nutrición personalizada. El problema planteado fue: ¿Cómo se aplica la inteligencia artificial en la nutrición personalizada? El objetivo fue analizar la aplicación de la inteligencia artificial en la nutrición personalizada. La metodología usó el enfoque cualitativo, el tipo de investigación fue descriptivo-exploratorio, los métodos fueron el descriptivo y la observación, las técnicas consideraron el análisis documental y análisis de contenido y los instrumentos fueron la ficha de resumen, ficha de análisis documental y ficha de análisis bibliográfico. Finalmente, los resultados y conclusiones demuestran que la inteligencia artificial se aplica en la nutrición personalizada a través de aplicativos móviles y otros, contribuye en la nutrición personalizada y su uso inadecuado podría originar riesgos en la nutrición personalizada.

Palabras clave: Aplicación móvil, inteligencia artificial, nuevas tecnologías y nutrición personalizada.

ABSTRACT

Technological development has influenced various areas of knowledge and human activity. The appearance of technologies such as big data, machine learning or artificial intelligence are revolutionizing human relations; these technologies, and currently, are used in various activities and fields. Therefore, nutrition promotes quality food, creates nutritious food, establishes healthy consumption patterns, avoids food waste, generates food security, personalized nutrition, among other aspects. In this research, a documentary review of the main investigations on the various applications of artificial intelligence in the field of personalized nutrition was carried out. The problem stated was: How is artificial intelligence applied in personalized nutrition? The objective was to analyze the application of artificial intelligence in personalized nutrition. The methodology used the qualitative approach, the type of research was descriptive-exploratory, the methods were descriptive and observation, the techniques considered documentary analysis and content analysis and the instruments were the summary sheet, documentary analysis sheet and of bibliographic analysis. Finally, the results and conclusions show that artificial intelligence is applied in personalized nutrition through mobile applications and others, it contributes to personalized nutrition and its inappropriate use could cause risks in personalized nutrition.

Keywords: Mobile application, artificial intelligence, new technologies and personalized nutrition.

*Autor para correspondencia: krivera.nut@gmail.com

ORCID: 0000-0001-8016-9276

Downloadable from : <http://revistas.unap.edu.pe/epq>

Av. Floral N° 1153, Ciudad Universitaria, Pabellón de la Escuela de Posgrado, tercer piso oficina de Coordinación de investigación. Teléfono (051) 363543



INTRODUCCIÓN

Un ejemplo práctico del uso de IA, para fines como los recién comentados, es la iniciativa que tuvo el Instituto de Innovación (i3B) de Ibermática, dando origen a una plataforma de IA que permite el análisis inteligente del big data generado por los múltiples aspectos que intervienen en la nutrición (Halzack 2017). Como ejemplos podemos mencionar el análisis de datos clínicos, de preferencias culinarias, impacto de la alimentación al estado físico y anímico de una persona, comportamiento de la microbiota intestinal en cada individuo o funcionamiento de neuronas del estómago, que están directamente enlazadas con el cerebro y que puede impulsar a comer más o menos (Celis-Morales *et al.* 2015).

En tal escenario, esta investigación da cuenta de los diversos usos que tiene la IA en el campo de la nutrición personalizada, es decir, la forma en que se ha venido aplicando para comprender e identificar adecuadamente las emociones, los sentimientos y el estilo de vida de las personas. La IA es una categoría amplia, que incluye capacidades tan diversas como la visión, el reconocimiento y la producción del habla, el análisis de datos, la publicidad, la navegación, el aprendizaje automático y casi cualquier cosa que puedan hacer los ordenadores, si se amplía lo suficiente esta definición (Li & Du 2016). Sin embargo, la IA ha resurgido en los últimos años como resultado del desarrollo del aprendizaje automático, una rama de la IA que se centra en el diseño de algoritmos que pueden construir automática e iterativamente modelos analíticos a partir de nuevos datos sin programar explícitamente la solución (Del Prado 2017).

Los ordenadores se han vuelto exponencialmente más potentes desde que los tecnólogos comenzaron a predecir que la AGI estaba a pocos años de distancia en la década de 1960, y aunque la IA ha progresado de forma espectacular desde entonces, la IA a nivel humano puede estar tan lejos como lo estaba hace décadas. Una amplia y diversa gama de aplicaciones utilizan la IA, con algoritmos que impulsan todo, desde aplicaciones para teléfonos inteligentes que ayudan a los consumidores con sus compras navideñas, hasta la aceleración del proceso de descubrimiento de nuevos medicamentos que salvan vidas (Dongare *et al.* 2012). Por ejemplo, una

aplicación desarrollada por investigadores del Centro Oncológico Metodista de Houston ayuda a los médicos a predecir el riesgo de desarrollar cáncer de mama analizando datos no estructurados de mamografías e historiales médicos de pacientes, y produciendo información de diagnóstico predictivo treinta veces más rápido que el análisis humano (Hamet & Tremblay 2016). Dado que la IA puede hacer esto con mucha más rapidez y precisión que los humanos, la IA es muy adecuada para aplicaciones de supervisión, como la detección de fraudes con tarjetas de crédito, intrusiones en la ciberseguridad, señales de alerta temprana de enfermedades o cambios importantes en el entorno (Kirk *et al.* 2021).

Por lo tanto, según esta forma de pensar, es difícil imaginar cómo se pueden programar las máquinas para que experimenten las emociones como lo hacen los humanos (Green 2018). La inteligencia artificial constituye una importante fuente de innovación, establece la forma en que las empresas deben decidir entre humanos y máquinas para realizar diversas tareas. Esto también facilita a las máquinas el aprendizaje automático, debido a que las aplicaciones y los dispositivos tienen en cuenta el tipo de alimentación, además, influye en la forma en que la persona debe alimentarse (Ertel 2017).

Científicos de datos voluntarios han desarrollado un algoritmo de análisis de imágenes para la California Health Care Foundation que puede analizar las exploraciones de la retina de los pacientes diabéticos y aprender a identificar signos sutiles de daños en la retina relacionados con la diabetes con una precisión del 85 % (Huang & Rust, 2018), más rápido que el análisis humano tradicional y sin necesidad de enviar las exploraciones a un laboratorio. Investigadores del Instituto Tecnológico de Massachusetts y del Hospital General de Massachusetts han desarrollado un sistema que utiliza un dispositivo portátil para recopilar datos sobre el movimiento de las cuerdas vocales de un usuario y utiliza el aprendizaje automático para detectar signos sutiles de habla anormal que podrían indicar que una persona tiene un trastorno de la voz llamado disfonía por tensión muscular (MTD) (Ravi *et al.* 2017).

El sistema podría ser especialmente útil para recoger datos sobre el rendimiento vocal que ayuden al diagnóstico sin que los pacientes tengan que pasar mucho tiempo con los especialistas en persona (Ravi *et al.* 2017). La empresa Suggestic ha desarrollado una aplicación para teléfonos inteligentes destinada a pacientes con diabetes de tipo 2 que utiliza la inteligencia artificial para analizar la investigación médica y el comportamiento de los usuarios con el fin de hacer recomendaciones personalizadas sobre cómo pueden modificar su dieta para controlar mejor su enfermedad (Johnson 2016), será de gran importancia obtener un conocimiento preciso del estilo de no-servicio de las personas (otro estilo de actividades más allá del trabajo como el ocio, el juego y otras) y del estilo dietético para ofrecer alimentos personalizados que conduzcan a una alimentación y un estilo de vida saludables (Naimi & Balzer 2018).

Sin embargo, los datos no estructurados sobre la epigenética y los microbiomas, que pueden verse influidos por el estilo de vida y la dieta, serán importantes para diseñar alimentos y estilos de vida personalizados. Sin embargo, dado que la cuarta revolución industrial representa un gran cambio en la estructura de los estilos de vida humanos, es probable que la industria alimentaria esté a la cabeza de la revolución, ya que representa una gran proporción de la industria del ocio (Zeevi *et al.* 2015), al proporcionar servicios de productos alimentarios personalizados, las empresas podrán obtener información genética sobre las personas a través del aprendizaje profundo para hacer predicciones precisas, y luego proporcionar directrices dietéticas a las personas para maximizar su salud y felicidad. Proporcionar productos alimentarios y de estilo de vida personalizados basados en una comprensión precisa del ocio y el estilo dietético de cada individuo será especialmente importante en las sociedades superenvejecidas, personalizadas y centradas en las personas del futuro (He *et al.* 2020).

De otro lado, los datos no estructurados sobre la epigenética y los microbiomas, que pueden verse influidos por el estilo de vida y la dieta, serán una forma importante de big data para diseñar alimentos personalizados (Zeevi *et al.* 2015). La superconectividad, la IA y el IoT son las tecnologías de hardware que se encuentran

en el centro de la cuarta revolución industrial, mientras que los sistemas de datos interactivos (plataformas) (Limketkai *et al.* 2021), la tecnología para reconocer los estilos y patrones de vida, la biotecnología, el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo constituyen el núcleo del software.

A los consumidores les interesan muchos otros factores además de tener el estómago lleno, como el sabor, la cultura, la salud y la felicidad, y un enfoque puramente tecnológico de la producción de alimentos no puede satisfacer estas demandas (Cesare *et al.* 2019), esto significa que, a diferencia de otras industrias, es difícil que las empresas del sector alimentario hagan una fortuna desarrollando y fabricando un nuevo producto, pero el gobierno y los científicos siguen centrando la mayor parte de su atención en el desarrollo de productos como principal motor de crecimiento de la industria alimentaria (Guillen 2018).

Por otro lado, el gobierno no tiene forma de controlar las dietas personalizadas que han sido diseñadas para ajustarse a las preferencias específicas y a los rasgos culturales y biológicos de los consumidores individuales (Naimi & Balzer 2018). Si se generan cantidades suficientes de datos sobre cada individuo y objeto, la tecnología de aprendizaje profundo podrá unir las piezas para permitir la provisión de pasatiempos, cultura, viajes, relajación, servicios sanitarios y alimentos personalizados para individuos en lugar de grupos o bloques de consumidores. Por supuesto, esto está condicionado a la generación de datos adecuados, pero si se consigue, la industria alimentaria podría ofrecer dietas o alimentos personalizados P2P basados en los datos del estilo de vida del individuo e incluso en sus datos genéticos (Yu *et al.* 2018).

De este modo, las dietas personalizadas que ayuden a los individuos a mantenerse sanos serán una industria clave en la cuarta revolución industrial. Del mismo modo, en lugar de centrarse en factores tecnológicos como las instalaciones, el entorno de producción y la automatización, los debates sobre las granjas inteligentes deberían centrarse en el uso de la tecnología de la cadena de bloques para suministrar a los consumidores una gama diversa de productos especializados a través de procesos como la “hormesis” que puedan

satisfacer sus necesidades biológicas y culturales (Oke 2008). En consecuencia, es lamentable que los debates sobre la cuarta revolución industrial en el sector agrícola presten poca atención a los valores y a cómo la industria alimentaria puede desarrollarse de forma que promueva estilos de vida y estructuras sociales felices y saludables (Oke, 2008); por ejemplo, a la hora de ofrecer dietas personalizadas, las empresas podrán obtener información genética sobre las personas a través del aprendizaje profundo para hacer predicciones precisas y, a continuación, proporcionar directrices dietéticas a las personas en función de su estilo de vida (estilo de ocio) y su estilo de alimentación para maximizar su salud y felicidad. Si este tipo de datos estructurados se genera junto a los big data sobre los alimentos de cada país, será posible elaborar una serie de dietas personalizadas (Li & Du 2016).

Dado que muchas personas no tienen mucho control sobre su estilo de trabajo, y que hay menos diferencias entre los individuos, esto tiene menos impacto en la salud (M. Huang & Rust, 2017); la alimentación personalizada promete ser una industria que puede ayudar a las personas a llevar una vida feliz y saludable a través de la vida y la dieta. Sin embargo, los datos no estructurados sobre la epigenética y el microbioma, que pueden verse influidos por el estilo de vida y la dieta, serán importantes para diseñar alimentos y estilos de vida personalizados (Kwon & Kwon 2020). Dado que la responsabilidad de mantener una dieta y un estilo de vida saludables recae en los individuos, el desarrollo de alimentos y estilos de vida personalizados es un paso importante para llegar a la era centenaria.

El desarrollo de dietas personalizadas requiere tecnologías como la superconectividad, la IA y el Internet de los humanos (IoHuman), más bien el Internet de las cosas (IoT) (Deen 2019), pero la investigación de estas tecnologías no es una tarea para la industria alimentaria. Finalmente, para llegar a un análisis sustancial de la utilización de la inteligencia artificial la investigación tiene como objetivo analizar la aplicación de la inteligencia artificial en la nutrición personalizada.

MÉTODOS

Ámbito o lugar de estudio

El ámbito de estudio de esta investigación comprende a nivel nacional e internacional. Considerando que se trabajó con información documental provenientes de diversos lugares. Se realizó una búsqueda de la literatura en PubMet y Scielo, enero-agosto 2022, el acceso al campo de la investigación fue de carácter documental, se realizó la revisión documental que consistió en analizar información centrada en la aplicación de la inteligencia artificial en la nutrición personalizada. Finalmente, cabe mencionar que esta investigación es de enfoque cualitativo.

Descripción de métodos

La descripción de los métodos se realizó considerando los objetivos de la investigación. Es como sigue a continuación: para el primer **objetivo específico**: (i) describir las principales aplicaciones o usos de la inteligencia artificial en la nutrición personalizada, con relación a esto, el método que se empleó es la *observación documental* y el instrumento fue *ficha de resumen*; (ii) caracterizar las manifestaciones más relevantes que caracterizan el uso de la inteligencia artificial en la nutrición personalizada, al respecto, el método fue la *observación documental* y los instrumentos *ficha de resumen* y *análisis de contenido*; finalmente, (iii) identificar los riesgos derivados del uso de la inteligencia artificial en la nutrición personalizada, se usó el método de *observación documental* y el instrumento de *ficha de análisis de contenido*.

a) Periodo de estudio o frecuencia de muestreo

El periodo de estudio y recolección de información fue desde el 2015 a 2021, adicionalmente, se revisaron artículos relevantes en el campo. Se realizó la revisión documental que consistió en analizar información centrada en la aplicación de la inteligencia artificial en la nutrición personalizada.

b) Descripción detallada de los materiales, insumos e instrumentos utilizados

Los materiales e insumos que, principalmente, se emplearon fueron: libros, papel, impresiones de materiales en pdf, memoria USB (Kingston), computadora (Intel) y suscripciones a revistas especializadas (enfocados en el área médica). Como se trata de una investigación de enfoque cualitativo y de revisión, entonces, se usó más material documental.

c) Variables analizadas

Las variables analizadas fueron: (i) inteligencia artificial y nutrición, (ii) inteligencia artificial y nutrición personalizada y (iii) inteligencia artificial y sistema de producción de alimentos. En ese sentido, se tuvo que revisar (i) información documental que vincule y fundamente entre inteligencia artificial, la nutrición personalizada, (ii) trabajos académicos o papers, entre otros. La información documental revisada y analizada comprendió desde el año 2015 al 2021, con los propósitos de describir los principales usos de la inteligencia artificial en el campo de la nutrición personalizada.

generales, da cuenta de los productos dietéticos individualizados proliferan a medida que surgen nuevos conocimientos científicos. Pagar para recibir consejos personalizados sobre los alimentos para comer y suplementos dietéticos para tomar con el fin de gozar de una salud óptima es una tendencia creciente. Estas recomendaciones ya no se basan únicamente en la genética, sino que las empresas ofrecen consejos basados en el microbioma intestinal, los biomarcadores nutricionales en sangre, las preferencias alimentarias y la información sobre el estilo de vida, así como la salud procedente de dispositivos digitales como relojes inteligentes, rastreadores de fitness y monitores continuos de glucosa (Kunz *et al.*, 2019). También se considera que el mayor segmento del sector, y el que más crece, se basa en las preferencias de los consumidores, como las dietas a base de plantas, sin gluten o ceto, combinadas con objetivos de salud, como perder peso, aumentar la energía o la agilidad mental o mejorar el sueño. Pero la ciencia de la nutrición personalizada está avanzando sustancialmente (Albar *et al.* 2016). Los científicos están empezando a publicar sus hallazgos en revistas de primer nivel, al mismo tiempo, las empresas están convirtiendo esos hallazgos en servicios de suscripción que predicen la dieta ideal de una persona (Roberts *et al.* 2015). Además, el desarrollo de la tecnología que busca la secuenciación de nueva generación, así como otras biotecnologías, permitieron analizar el genoma completo de una persona a bajo coste, y también arrojar luz sobre la conexión de genes específicos con determinadas enfermedades (Wedel & Kannan 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Interpretación de tabla: En el contenido de los artículos revisados (revisar la tabla 1), en líneas Tabla 1. Artículos revisados

Autor(es) y Título	Resultados
Marieke Ch. et al 2021 Using Natural Language Processing and Artificial Intelligence to Explore the Nutrition and Sustainability of Recipes and Food	El procesamiento de lenguaje natural y la inteligencia artificial para la sostenibilidad de las recetas y los alimentos.
Kwon D. 2020 Personalized diet oriented by artificial intelligence and ethnic foods	Inteligencia artificial, tecnología y nutrición.
Misra N. et al 2020 IoT, big data and artificial intelligence in agriculture and food industry	Internet de las cosas, inteligencia artificial y comida.
Tarkan K. et al 2021 Artificial Intelligence based personalized diet: A pilot clinical study for IBS	Inteligencia artificial y nutrición personalizada.
Willett W. et al 2019	Nutrición saludable y tecnología.

Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems	
Eftimov T. et al 2017	Estandarización y clasificación automática de comida.
StandFood: standardization of foods using a semi-automatic system for classifying and describing foods according to FoodEx2	
Ahnert S. E. 2013	El uso de la ciencia computacional en la gastronomía.
Network analysis and data mining in food science: the emergence of computational gastronomy	
M. Abrahams and N. Matusheski 2020	El uso de la tecnología en la nutrición personalizada.
Personalised nutrition technologies: a new paradigm for dietetic practice and training in a digital transformation era	
Verma M. et al 2018	Nutrición personalizada para evitar enfermedades y promover vida saludable.
Challenges in Personalized Nutrition and Health	
Mortazavi B. and Gutierrez-Osuna R. 2021	Monitoreo de nutrición y uso de aplicaciones móviles.
A Review of Digital Innovations for Diet Monitoring and Precision Nutrition	
Panagoulas D. et al 2021	Machine learning, inteligencia artificial y nutrición personalizada
Nutritional biomarkers and machine learning for personalized nutrition applications and health optimization	
Shinn L. and Holscher H. 2021	La importancia y alcances de la nutrición personalizada
Personalized Nutrition and Multiomics Analyses	
Kwon D. 2020	La aplicación de la inteligencia artificial en la industria alimentaria.
Personalized diet oriented by artificial intelligence and ethnic foods	
Baena M. et al 2020	Uso de la ciencia computacional para mejorar la nutrición.
Use of artificial intelligence in precision nutrition and fitness	
Yuliya R. 2015	Inteligencia artificial y tratamiento del cáncer, además, nutrición.
An Artificial Intelligence Approach to Nutritional Meal Planning for Cancer Patients	
Wong T. and Bressler N. 2016	Aprendizaje profundo, inteligencia artificial y tratamiento de diabetes.
Artificial Intelligence with Deep Learning Technology Looks Into Diabetic Retinopathy Screening	

<p>Sikka T. 2020 Personalised nutrition: studies in the biogenetics of race and food'</p>	<p>Estudia la tendencia potencialmente dañina hacia la nutrición personalizada mediante un examen de las conversaciones y teorías contemporáneas en torno a la ciencia genética, la raza, la identidad, la salud y la alimentación.</p>
<p>Tehrani N. 2018 How personalized artificial intelligence is advancing treatment of diabetes</p>	<p>Los métodos de inteligencia artificial en combinación con tecnologías, incluidos los dispositivos médicos, la informática móvil y las tecnologías de sensores, tienen el potencial de permitir la creación y prestación de mejores servicios de gestión para hacer frente a las enfermedades crónicas.</p>
<p>Editorial en Clinical Nutrition 2021 Towards personalized nutritional treatment for malnutrition using machine learning-based screening tools</p>	<p>La identificación temprana de los pacientes con riesgo de desnutrición o que están desnutridos es crucial para iniciar una terapia nutricional oportuna y adecuada.</p>
<p>Kumar V. et al 2019 Understanding the Role of Artificial Intelligence in Personalized Engagement Marketing</p>	<p>Este artículo explora el papel de la inteligencia artificial (IA) en la ayuda al marketing de compromiso personalizado, un enfoque para crear, comunicar y entregar ofertas personalizadas.</p>
<p>Thomai Y. et al 2020 An Artificial Intelligence-Based System for Nutrient Intake Assessment of Hospitalised Patients</p>	<p>El control periódico de la ingesta de nutrientes en pacientes hospitalizados desempeña un papel fundamental en la reducción del riesgo de desnutrición relacionada con la enfermedad (DRM).</p>
<p>Kumar P. and Srivalli D. 2021 The Role of Artificial Intelligence in Nutritional Research</p>	<p>En esta revisión, ofrecemos una visión general de las principales y más recientes aplicaciones de la IA en la investigación sobre nutrición e identificamos las lagunas que hay que abordar para potenciar este campo emergente.</p>
<p>Shen Z. et al 2020 Machine Learning Based Approach on Food Recognition and Nutrition Estimation</p>	<p>En este artículo, se presenta un novedoso sistema basado en el aprendizaje automático que realiza automáticamente una clasificación precisa de las imágenes de alimentos y estima sus atributos.</p>
<p>McDonald D. et al 2016 Personalized nutrition through big data</p>	<p>Los fenotipos digitales generados a través de ensayos ómicos y dispositivos vestibles están a punto de cambiar la cara de la asistencia sanitaria, pero hasta ahora no se ha demostrado que puedan proporcionar recomendaciones dietéticas predictivas para las personas.</p>

Presentación de los resultados: En la tabla 1, se parecía la aplicación de la inteligencia artificial en diversos campos de la nutrición personalizada. Tal es así que la empresa Zoe financió estudios a gran escala, que se denomina programas para responder desde una perspectiva personalizada orientada a sugerir dietas específicas. Estos se valen de los datos precisos para que los algoritmos den recomendaciones dietéticas personalizadas y que funcionen correctamente (Nacional 2019; Project 2013). Los resultados mostraron que los datos del microbioma intestinal son mejores que los genéticos para predecir respuestas metabólicas, como niveles elevados de glucosa o triglicéridos en sangre, después de una comida (Forrestal 2010). Viome es otra empresa que adopta un enfoque de biología de sistemas para la nutrición personalizada y utiliza la inteligencia artificial para hacer recomendaciones alimentarias a partir de datos de cientos de miles de muestras. La empresa comenzó examinando el ARN mensajero (ARNm) en las heces para entender la actividad en ciertas vías metabólicas en el intestino de una persona. Las heces proporcionan información sobre la actividad del microbioma, y la sangre proporciona datos sobre la expresión génica humana (Koteluk et al., 2021). La empresa india BhookhaHaathi ha puesto en marcha un servicio de nutrición personalizado basado en la inteligencia artificial, en el que se dan recomendaciones personalizadas basadas en las condiciones de salud actuales y futuras del usuario (Raghupathi & Raghupathi, 2014). Del mismo modo, Nutrino, una empresa con sede en Israel, utiliza la IA y el aprendizaje automático para entender las respuestas de las personas a los alimentos en función de varios datos de entrada (Hood et al. 2021).

HealthifyMe es una aplicación de fitness india que cuenta con un nutricionista virtual impulsado por la IA, que ayuda a los usuarios con sus consultas sobre fitness en más de diez idiomas. HealthifyMe también es compatible con los dispositivos de fitness más populares. También Calorie Mama y Bite AI son otras plataformas en línea que utilizan el aprendizaje profundo y el reconocimiento de imágenes para ayudar a los usuarios a elegir alimentos nutritivos y tomar decisiones calóricas sabias (Sak & Suchodolska 2021). Neutrino es una plataforma similar basada en la nutrición que ofrece análisis y tecnologías a sus consumidores

con modelos matemáticos. FitGenie es otra aplicación basada en la IA que hace un seguimiento de la ingesta de calorías y ayuda a realizar ajustes de macronutrientes, proporcionando así un plan altamente nutritivo (Fluss 2017). El sistema DietSensor es una nueva técnica que utiliza la tecnología de escaneo tridimensional (3D) para medir el volumen de alimentos consumidos y calcular la ingesta calórica exacta de los pacientes hospitalizados. Correlaciona esta información con la base de datos de la cocina del hospital y mide la nutrición exacta consumida por el individuo (Ng & Neil 2017). Finalmente, la inteligencia artificial Giuseppe permiten detectar las plantas que deberían combinarse para generar el sabor y la textura deseados (Hood et al. 2021). De ahí que el auge de los dispositivos móviles y las tecnologías de la comunicación han abierto las puertas a nuevas oportunidades en el campo de la nutrición y la salud.

Discusión y novedad de investigación: A partir de los datos presentados en la tabla 1, la Nutrigenética ha revelado que el impacto de los alimentos en la expresión del ADN influye más en la salud y los fenómenos biológicos del organismo que los propios nutrientes (Vargas-Hernández, 2016). La Proteómica indica que los alimentos que ingerimos influyen en la expresión del ADN, a su vez, esto repercute en el sistema de transducción de señales del ARNt, provocando la síntesis de varios proteomas que regulan el crecimiento (Vasaikar et al., 2019). La Nutrigenómica indica que los alimentos tienen un impacto en la expresión genética, esto significa que los datos nutrigenómicos obtenidos tras el consumo de diferentes alimentos o nutrientes son una parte importante para crear dietas personalizadas (Leachman & Merlino 2017). La Metabolómica el hecho de que los alimentos tengan un impacto nutrigenómico y proteómico también influye en la actividad corporal y el metabolismo. Por ello, la investigación de los metabolomas encontrados en la orina o la sangre puede dar una idea de los cambios corporales que se producen durante la vida diaria (Kouvari et al., 2021). Los estudios del Microbioma han demostrado que los alimentos que ingerimos no sólo afectan a nuestros genes, sino también a los genomas de las bacterias que viven en el intestino, lo que acaba alterando la distribución de las bacterias intestinales, aunque los

alimentos no pueden cambiar la composición genética de las bacterias intestinales, sí pueden provocar cambios en el microbioma. Por eso los grandes datos sobre el microbioma son cruciales para diseñar y elaborar dietas personalizadas (Zeevi *et al.* 2015).

También se menciona que en la nutrición personalizada se usa la plataforma de salud digital, conocida como AVA, que proporciona aprendizaje automático e inteligencia artificial (IA) para analizar el comportamiento del consumidor, el bienestar y los patrones de consumo (Deen 2019). De ahí que la adición de la tecnología avanzada de AVA ayudará a proporcionar un sofisticado análisis de datos para una amplia gama de audiencias objetivo, para promover la estrategia de nutrición personalizada (Young & Cormier 2014). Entre los estudios identificados sobre la aplicación de la IA en la práctica clínica, es necesario distinguir los que tienen como objetivo desarrollar sistemas que monitoricen, apoyen y modulen la nutrición de los enfermos crónicos. Un sistema basado en la IA para estimar con precisión la ingesta de nutrientes, simplemente procesando pares de imágenes de profundidad, capturarlas antes y después del consumo de alimentos. Sirve como la terapia nutricional asistida por IA con una aplicación móvil frente a la terapia nutricional humana en un ensayo controlado aleatorio (Huang & Rust 2017).

El ASA, también conocido como diario de alimentos, es una herramienta basada en la web que permite realizar múltiples recordatorios de dietas de 24 horas autoadministradas y codificadas automáticamente (Young & Cormier 2014). Es una aplicación de software de análisis dietético ampliamente utilizada para la recogida y codificación de los recuerdos dietéticos de 24 horas y el análisis de los menús (Jaewon & Arnold 2016). Este sistema pide al experto que proporcione una explicación para cada una de sus acciones, con el fin de incluir la explicación en su base de conocimientos, por lo que podría en el futuro realizarlas automáticamente. La aritmética difusa se ha utilizado para crear el programa informático “Nutri-Educ” para equilibrar adecuadamente las comidas, según las necesidades energéticas del paciente. Se utilizan algoritmos de búsqueda heurística para encontrar un conjunto de acciones, aceptables desde el punto de vista nutricional, que transformen la comida inicial en una bien equilibrada (Stuart 2016).

Finalmente, la nueva herramienta “NutriNet” para el reconocimiento de imágenes de alimentos basada en una arquitectura de red neuronal convolucional profunda. Se probó con una colección de 225.953 imágenes (512 × 512 píxeles) de 520 alimentos y bebidas diferentes. Esta herramienta con un componente de entrenamiento implementado se utiliza en la práctica como parte de una app móvil para la evaluación dietética de los pacientes con la enfermedad de Parkinson (Li & D 2016).

Las aplicaciones móviles basadas en sistemas que utilizan IA tienen una importancia significativa en el campo de la profilaxis nutricional. En una publicación reciente, se ofrece un sistema de evaluación dietética basado en la IA, que puede estimar el contenido de calorías y macronutrientes de una comida, basándose únicamente en las imágenes de alimentos capturadas por un Smartphone (Celis-Morales *et al.*, 2015). De otro lado, se tiene la creación de un sistema de evaluación dietética objetiva basado en una red neuronal distinta, utilizando una imagen de profundidad, todo el mapa de la nube de puntos en 3D y algoritmos de punto más cercano iterativo para mejorar la gestión del comportamiento dietético (Yu *et al.*, 2018). Entonces, la inteligencia artificial se aplica mediante algoritmos usando datos fisiológicos y psicológicos. Para ello se utiliza un cuestionario para conocer la parte cognitiva del estrés. En cuanto a las manifestaciones fisiológicas del estrés, se evalúan mediante relojes inteligentes, de tal manera que se conoce la frecuencia cardíaca, la respiración, la calidad del sueño y la actividad física. Y conforme a ello decidir el tipo de remedio o tratamiento que se recomienda. La parte más visible es cuando puede cruzar datos cognitivos con aspectos fisiológicos individuales. Esa es la manera en que se obtiene combinaciones específicas y personalizadas para tratar el problema (Shaw & Karami 2017).

El Instituto de Innovación (i3B) de Ibermática ha creado una plataforma de inteligencia artificial que analiza los millones de datos generados por los múltiples aspectos que intervienen en la nutrición. (Panaretos *et al.*, 2018). El uso de la inteligencia artificial debe asegurar que sirva al interés público, es decir, que su implementación aumente las oportunidades de las personas, asimismo, mejore sus condiciones de vida. Con la finalidad de alcanzar ese objetivo, la utilización de esta

tecnología debería basarse en los siguientes principios: preservar la autonomía del ser humano es decir que los seres humanos deben continuar siendo dueños de las decisiones en materia de nutrición, por ende, se debería preservar la privacidad y la confidencialidad de los datos nutricionales, promover el bienestar, la seguridad de las personas y el interés público instaurando medidas de control de la calidad en la práctica y de mejora de la calidad en la utilización de la inteligencia artificial, garantizar la transparencia, la claridad y la inteligibilidad brindando información accesible y facilitar consultas y debates provechosos sobre la concepción de la tecnología y sobre el uso que se debería hacer o no de esta, promover la responsabilidad y la rendición de cuentas mediante mecanismos eficaces para que las personas y los grupos que se vean perjudicados por decisiones basadas en algoritmos puedan cuestionarlas y obtener reparación y garantizar la inclusividad y la equidad, la inteligencia artificial aplicada a la nutrición debe ser equitativa y respetar los derechos humanos.

Las principales aplicaciones que hemos visto es que la inteligencia artificial trabaja con datos e información personal, entonces, integrar tecnología informática avanzada puede ayudar a seguir el ritmo de la inteligencia artificial, pero también puede suponer dos escenarios que son altamente peligrosos como la canalización y uso de la información personalizada para que las empresas de producción de alimentos controlen el tipo de alimentos que deben consumir las personas y generación de la dependencia humana de la inteligencia artificial en cuanto a la nutrición.

Finalmente, en cuanto a los riesgos derivados del uso de la inteligencia artificial en la nutrición, evidentemente son diversos y múltiples porque es una tecnología en desarrollo. Los gobiernos y las empresas deberían anticipar las perturbaciones ocasionadas en el lugar de trabajo, en particular la formación que se deberá impartir a los agentes de salud para que se familiaricen con el uso de los sistemas de inteligencia artificial, así como las posibles pérdidas de empleos debidas a la utilización de sistemas automatizados.

CONCLUSIONES

La inteligencia artificial se aplica en el campo de la nutrición personalizada para incentivar la

alimentación saludable, el análisis de datos clínicos y la determinación de preferencias culinarias. También contribuye a establecer cómo afecta la alimentación al estado físico y anímico de una persona, la forma en que se comportan las bacterias del microbiota intestinal en cada individuo, el funcionamiento de las neuronas del estómago y asesoramiento en la alimentación. También se encontraron múltiples aplicaciones que contribuyen a estimar automáticamente la cantidad y el tipo de comida a consumir, conocer el momento en que se debe consumir los alimentos, asegurar su duración y garantizar su suministro, según el tratamiento o malestar de la persona.

La inteligencia artificial ha evolucionado rápidamente porque ofrece oportunidades inigualables de progreso y aplicaciones en muchos campos de la nutrición. En esa perspectiva, la principal contribución en cuanto a la nutrición personal es que los algoritmos ayudan a comprender y predecir mejor las interacciones complejas y no lineales entre los datos relacionados con la nutrición y los resultados de salud, especialmente cuando es necesario estructurar e integrar grandes cantidades de datos. Mejoran la evaluación dietética maximizando la eficiencia y abordando los errores sistemáticos y aleatorios asociados a la ingesta dietética. Las aplicaciones de inteligencia artificial pueden extraer, estructurar y analizar grandes cantidades de datos procedentes de las plataformas de los medios sociales para comprender mejor los comportamientos y percepciones dietéticas de la población.

El uso de la inteligencia artificial en la nutrición es un paso significativo, sin embargo, existen algunos riesgos, canaliza y usa información personalizada para que las empresas de producción de alimentos controlen el tipo de alimentos que deben consumir las personas y genera dependencia humana de la inteligencia artificial en cuanto a la nutrición. En tal contexto, la nutrición personalizada es el ámbito donde con mayor facilidad y predominancia pueden incorporarse sesgos o preferencias por una determinada dieta o alimentación, de tal manera que se manipule la voluntad de las personas en el tipo de nutrición.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento eterno a la Dra. Benita Maritza Choque Quispe respetada y brillante investigadora, por su orientación constante para la culminación de la presente tesis.

REFERENCIAS

- Albar, S. A., Alwan, N. A., Evans, C. E. L., Greenwood, D. C., & Cade, J. E. (2016). Agreement between an online dietary assessment tool (myfood24) and an interviewer-administered 24-h dietary recall in British adolescents aged 11–18 years. *British Journal of Nutrition*, 115(9), 1678–1686. <https://doi.org/10.1017/S0007114516000593>
- Celis-Morales, C., Lara, J., & Mathers, J. C. (2015). Personalising nutritional guidance for more effective behaviour change. *Proceedings of the Nutrition Society*, 74(2), 130–138. <https://doi.org/10.1017/S0029665114001633>
- Cesare, N., Dwivedi, P., Quynh, C., & Nsoesie, E. (2019). Use of social media, search queries, and demographic data to assess obesity prevalence in the United States. *Humanities and Social Sciences Communications*, 106(5). <https://doi.org/10.1057/s41599-019-0314-x>
- Deen, T. (2019). ¿La inteligencia artificial es la solución para la crisis alimentaria? *Inter Press Service (IPS)*. <https://reliefweb.int/report/world/la-inteligencia-artificial-es-la-solucion-para-la-crisis-alimentaria>
- Del Prado, G. (2017). Intelligent robots don't need to be conscious to turn against us. *Insider*. <https://www.businessinsider.com/artificial-intelligence-machine-consciousness-expert-stuart-russell-future-ai-2015-7>
- Dongare, A., Kharde, R. R., & Kachare, A. D. (2012). Introduction to Artificial Neural Network. <https://www.semanticscholar.org/>
- Ertel, W. (2017). Introduction to artificial intelligence. 2da Edición. Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-58487-4>
- Fluss, D. (2017). The AI revolution in customer service. *CMR*. <https://www.destinationcrm.com/Articles/Columns-Departments/Scouting-Report/The-AI-Revolution-in-Customer-Service-115528.aspx>
- Forrestal, S. (2010). Energy intake misreporting among children and adolescents: a literature review. *Maternal & Child Nutrition*, 7(2), 112–127. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8709.2010.00270.x>
- Green, B. (2018). Ethical Reflections on Artificial Intelligence. *Scientia et Fides*, 6(2), 9–31. <https://doi.org/10.12775/SetF.2018.015>
- Guillen, S. (2018). Industria 4.0: Machine learning y la visión artificial en la seguridad alimentaria. *Ainia*. <https://www.ainia.es/ainia-news/industria-4-vision-artificial-seguridad-alimentaria/>
- Halzack, S. (2017). Robots and artificial intelligence set to upend the art of making a sale. *The Washington Post*. <https://www.washingtonpost.com/news/business/wp/2017/01/18/robots-and-artificial-intelligence-set-to-upend-the-art-of-making-a-sale/>
- Hamet, P., & Tremblay, J. (2016). Artificial intelligence in medicine. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 36–40. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2017.01.011>
- He, H., Cangelosi, A., McGinnity, T. M., & Mehnen, J. (2020). The Challenges and Opportunities of Artificial Intelligence in Implementing Trustworthy Robotics and Autonomous Systems. *SpringerLink*. <https://doi.org/10.1109/IRCE50905.2020.9199244>
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. del P. (2014). Metodología de la investigación. In M. G. Hill, *Journal of Chemical Information and Modeling*. 6ta. Edición, Vol. 53, Issue 9. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2. Hernandez>

[Fernandez y Baptista-Metodología Investigacion Cientifica 6ta ed.pdf](#)

- Hood, L., Heath, J. R., Phelps, M. E., & Lin, B. (2021). Systems Biology and new technologies enable predictive and preventative medicine. *Cell Biology and Translational Medicine*, 12, 47–53. https://doi.org/10.1007/5584_2021_622
- Huang, M. H., & Rust, R. T. (2018). Artificial Intelligence in Service. *Journal of Service Research*, 21(2), 155–172. <https://doi.org/10.1177/1094670517752459>
- Huang, M., & Rust, R. (2017). Technology-driven service strategy. *The Academy of Marketing Science*, 45, 906–924. <https://doi.org/10.1007/s11747-017-0545-6>
- Jaewon, Y., & Arnold, T. (2016). No Title Frontline Employee Customer-Oriented Attitude in the Presence of Job Demands and Resources: The Influence Upon Deep and Surface Acting. *SAGE Journals*, 19(1), 102–117. <https://doi.org/10.1177/1094670515589956>
- Johnson, H. (2016). Fast food workers are becoming obsolete. *Business Insider*. <https://www.businessinsider.in/fast-food-workers-are-becoming-obsolete/articleshow/52300518.cms>
- Kirk, D., Catal, C., & Tekinerdogan, B. (2021). Precision nutrition: A systematic literature review. *Computers in Biology and Medicine*, 133(104365). <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2021.104365>
- Koteluk, O., Wartecki, A., Mazurek, S., Kołodziejczak, I., & Mackiewicz, A. (2021). How do machines learn? Artificial intelligence as a new era in medicine. *Journal of Personalized Medicine*, 11(1), 1–22. <https://doi.org/10.3390/jpm11010032>
- Kouvri, M., Mamalaki, E., Bathrellou, E., & Poulimeneas, Dimitrios Yannakoulia, M. D. B. (2021). The validity of technology-based dietary assessment methods in childhood and adolescence: a systematic review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(7), 1065–1080. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1753166>
- Kunz, W. H., Heinonen, K., & Lemmink, J. (2019). Future service technologies: is service research on track with business reality? *Journal of Services Marketing*, 33(4), 479–487. <https://doi.org/10.1108/JSM-01-2019-0039>
- Kwon, D. Y., & Kwon, D. Y. (2020). Personalized diet oriented by artificial intelligence and ethnic foods. *Journal of Ethnic Foods*, 7(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s42779-019-0040-4>
- Leachman, S., & Merlino, G. (2017). Medicine: The final frontier in cancer diagnosis. *National Library of Medicine*, 542, 36–38. <https://doi.org/10.1038/nature21492>
- Li, D., & Du, Y. (2016). Artificial Intelligence with Uncertainty (2da Edició). Boca Raton. <https://doi.org/10.1201/9781315366951>
- Limketkai, B. N., Mauldin, K., Manitius, A., & Jalilian, L. (2021). The Age of Artificial Intelligence: Use of Digital Technology in Clinical Nutrition. *Neurocirugía Brasileña*, 9(7). <https://doi.org/10.1007/s40137-021-00297-3>
- Nacional, E. (2019). La nutrición personalizada es el futuro de la alimentación y la salud. *El Nacional.Cat*. https://www.elnacional.cat/es/salud/nutricion-personalizada-futuro-alimentacion-salud_396661_102.html
- Naimi, A., & Balzer, L. (2018). Stacked generalization: an introduction to super learning. *National Library of Medicine*, 33(5), 459–464. <https://doi.org/10.1007/s10654-018-0390-z>
- Ng, A., & Neil, J. (2017). How artificial intelligence will change everything. *The Wall Street Journal*. <https://www.wsj.com/articles/how-artificial-intelligence-will-change-everything-1488856320>

- Oke, S. (2008). A literature review on artificial intelligence. *International Journal of Information and Management Sciences*, 19(4), 535–570. <https://www.researchgate.net/publication/228618921%0D>
- Panaretos, D., Koloverou, E., Dimopoulos, A. C., Kouli, G. M., Vamvakari, M., Tzavelas, G., Pitsavos, C., & Panagiotakos, D. B. (2018). A comparison of statistical and machine-learning techniques in evaluating the association between dietary patterns and 10-year cardiometabolic risk (2002-2012): The ATTICA study. *British Journal of Nutrition*, 120(3), 326–334. <https://doi.org/10.1017/S0007114518001150>
- Raghupathi, W., & Raghupathi, V. (2014). Big data analytics in healthcare: promise and potential. *Health Information Science and Systems*, 2(1), 3. <https://doi.org/10.1186/2047-2501-2-3>
- Ravi, D., Wong, C., Deligianni, F., Berthelot, M., Andreu-Perez, J., Lo, B., & Yang, G. (2017). Deep Learning for Health Informatics. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 21(1), 4–21. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2016.2636665>
- Roberts, K., Roberts, J. H., Danaher, P. J., & Raghavan, R. (2015). Incorporating emotions into evaluation and choice models: Application to kmart Australia. *Marketing Science*, 34(6), 815–824. <https://doi.org/10.1287/mksc.2015.0954>
- Sak, J., & Suchodolska, M. (2021). Artificial intelligence in nutrients science research: A review. *Nutrients*, 13(2), 1–17. <https://doi.org/10.3390/nu13020322>
- Shaw, G., & Karami, A. (2017). Computational content analysis of negative tweets for obesity, diet, diabetes, and exercise. *ASIS&T*, 54(1), 357–365. <https://doi.org/10.1002/pra2.2017.14505401039>
- Stuart, S. (2016). How do you feel? affectiva's AI can tell. PCMAG. <https://www.pcmag.com/news/how-do-you-feel-affectivas-ai-can-tell>
- Vargas-Hernández, J. E. (2016). Human nutrigenomics: Effects of food or food components on rna expression. *Revista Facultad de Medicina*, 64(2), 339–349. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v64n2.51080>
- Vasaikar, S., Huang, C., Wang, X., Petyuk, V. A., Savage, S. R., Wen, B., Dou, Y., Zhang, Y., Shi, Z., Arshad, O. A., Gritsenko, M. A., Zimmerman, L. J., McDermott, J. E., Clauss, T. R., Moore, R. J., Zhao, R., Monroe, M. E., Wang, Y. T., Chambers, M. C., Watson, M. (2019). Proteogenomic Analysis of Human Colon Cancer Reveals New Therapeutic Opportunities. *Cell*, 177(4), 1035–1049.e19. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2019.03.030>
- Wedel, M., & Kannan, P. (2016). Marketing Analytics for Data-Rich Environments. *American Marketing Association*, 80(6), 97–121. <https://doi.org/10.1509/jm.15.0413>
- Young, J., & Cormier, D. (2014). Can Robots Be Managers, Too? *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2014/04/can-robots-be-managers-too>
- Yu, K. H., Beam, A. L., & Kohane, I. S. (2018). Artificial intelligence in healthcare. *Nature Biomedical Engineering*, 2(10), 719–731. <https://doi.org/10.1038/s41551-018-0305-z>
- Zeevi, D., Korem, T., Zmora, N., Israeli, D., Rothschild, D., Weinberger, A., Ben-Yacov, O., Lador, D., Avnit-Sagi, T., Lotan-Pompan, M., Suez, J., Mahdi, J. A., Matot, E., Malka, G., Kosower, N., Rein, M., Zilberman-Schapira, G., Dohnalová, L., Pevsner-Fischer, M., Segal, E. (2015). Personalized Nutrition by Prediction of Glycemic Responses. *Cell*, 163(5), 1079–1094. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.11.001>