



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

doi: 10.35366/121736



Puntos relativos de envejecimiento humano como propuesta de modelo matemático: cálculo cualitativo con variables y constantes

Relative aging points as a proposed mathematical model of human aging: qualitative aging calculation using variables and constants

Dr. Marco Aurelio Rendón-Medina,* Dr. Marco Antonio Rendón-Pimentel†

Palabras clave:

envejecimiento, conceptos matemáticos, calidad de vida, luz solar, metabolismo

Keywords:

aging, mathematical concepts, quality of life, sunlight, metabolism

RESUMEN

El envejecimiento humano es un proceso complejo influenciado por diversos factores biológicos y ambientales. En este estudio se propone un modelo matemático que considera cuatro variables principales: la gravedad terrestre, la radiación solar, el metabolismo celular y la calidad de vida individual. Proponemos una fórmula matemática que al sustituir las variables y constantes nos dará un resultado categórico del envejecimiento. Al final del cálculo arroja el resultado en puntos relativos de envejecimiento: a mayor número de puntos, mayor es el envejecimiento. Cuando hacemos el ejercicio con dos pacientes de la misma edad 72 años, pero en condiciones diferentes nos arroja un ejemplo de diferentes grados de envejecimiento. En el escenario uno la paciente dormía ocho horas, y tuvo una exposición leve al sol, no fumaba se ejercitaba, obtuvo 36 puntos relativos de envejecimiento. En el escenario dos la paciente no tenía una forma de vida saludable, obtuvo 410.4 puntos relativos de envejecimiento. Concluimos que este enfoque no pretende ser un diagnóstico exacto, sino una guía conceptual que reconoce la individualidad del envejecimiento. Cada persona envejece de manera distinta y, por lo tanto, los resultados de los procedimientos de rejuvenecimiento facial son variables de persona a persona. La personalización del tratamiento sigue siendo clave, y este modelo puede enriquecer el análisis clínico, sin sustituir la evaluación médica profesional.

ABSTRACT

Human aging is a complex process influenced by various biological and environmental factors. In this study, we propose a mathematical model that considers four main variables: earth's gravity, solar radiation, cellular metabolism, and individual quality of life. We propose a mathematical formula which, upon substituting the variables and constants, will give us a categorical result of aging. At the end of the calculation it yields the result in relative points of aging: the higher the relative points, the greater the aging. When we perform the exercise with two patients of the same age (72 years) but under different conditions, it gives us an example of different degrees of aging. In scenario one, the patient slept 8 hours, had mild sun exposure, did not smoke, exercised, and obtained 36 relative points of aging. In scenario two, the patient did not have a healthy lifestyle, obtaining 410.4 relative points of aging. We concluded that this approach is not intended to be an exact diagnosis, but a conceptual guide that recognizes the individuality of aging. Each person ages differently; therefore, the results of facial rejuvenation procedures vary from person to person. Personalization of treatment remains key, and this model can enrich clinical analysis without replacing professional medical evaluation.

INTRODUCCIÓN

El envejecimiento humano es un proceso complejo influenciado por diversos

factores biológicos y ambientales. En este estudio se propone un modelo matemático que considera cuatro variables principales: la gravedad terrestre, la radiación solar, el

Citar como: Rendón-Medina MA, Rendón-Pimentel MA. Puntos relativos de envejecimiento humano como propuesta de modelo matemático: cálculo cualitativo con variables y constantes. Cir Plast. 2025; 35 (3): 126-133. <https://dx.doi.org/10.35366/121736>



metabolismo celular y la calidad de vida individual.¹⁻¹⁴

Para los alcances de este artículo, la definición operativa de envejecimiento es: el envejecimiento es un proceso natural, progresivo e inevitable caracterizado por una disminución gradual de la capacidad funcional y de adaptación del organismo. Se manifiesta mediante alteraciones en la calidad de vida, cambios en la homeostasis y metabolismo celular, aumento de procesos proinflamatorios sistémicos, pérdida de masa muscular (sarcopenia), modificaciones estructurales anatómicas y alteraciones neuroendocrinas.

La fuerza gravitacional ejerce presión constante sobre los tejidos, lo que contribuye al estiramiento progresivo de colágeno y elastina. La radiación solar, particularmente los rayos ultravioleta A y B (UVA y UVB),⁵ es un factor ampliamente documentado en el fotoenvejecimiento.¹⁻³ El metabolismo celular produce radicales libres que alteran la función y estructura celular con el tiempo.¹ Finalmente, la calidad de vida, incluyendo la nutrición, el ejercicio y factores individuales, también desempeña un papel esencial.¹ A partir de estas variables, proponemos dos ecuaciones que permiten estimar el envejecimiento acumulado en función del tiempo y la exposición a estos factores.

El envejecimiento humano es un fenómeno multifactorial que afecta progresivamente la estructura, función y capacidad regenerativa de los tejidos. A lo largo de las últimas décadas, múltiples disciplinas (desde la dermatología y la cirugía plástica hasta la biofísica y la ingeniería matemática) han contribuido a desentrañar los mecanismos que subyacen al deterioro biológico, proponiendo nuevas estrategias para medir, predecir y eventualmente intervenir en este proceso.^{1,5,12}

Uno de los factores físicos más universales e ineludibles es la fuerza gravitacional. Desde el nacimiento, todos los tejidos del cuerpo humano están sometidos a una carga constante debida a la gravedad terrestre. Este peso crónico genera una presión mecánica que induce deformaciones progresivas en la arquitectura de la colágena y elastina, promoviendo la flacidez y la elongación tisular con el paso del tiempo.⁶ Este fenómeno es especialmente evidente en áreas expuestas como la cara, el cuello y el

abdomen y se ve exacerbado por la pérdida de soporte muscular o la reabsorción ósea relacionada con la edad.³

Además, la radiación solar representa uno de los agentes extrínsecos más determinantes del envejecimiento cutáneo. La exposición acumulada a rayos UVA y UVB induce fotoenvejecimiento, caracterizado por mutaciones en el ADN, incremento de la metaloproteína-1 (MMP-1) y disminución de colágena tipo I.^{11,13} Estudios recientes han demostrado que ingredientes como la elágica y los sistemas de liberación como los niosomas pueden ofrecer efectos protectores,^{10,14} pero la agresión solar sigue siendo un reto terapéutico mayor.^{10,14}

A nivel molecular, el metabolismo celular genera radicales libres de oxígeno como subproducto fisiológico. Estas especies reactivas dañan lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, contribuyendo al envejecimiento celular por mecanismos de estrés oxidativo. Esta línea de investigación ha sido fortalecida por modelos de estudio de inmunología matemática,⁴ y por aplicaciones en bioinformática que exploran cómo las fuerzas físicas afectan la reparación y regeneración de tejidos.³

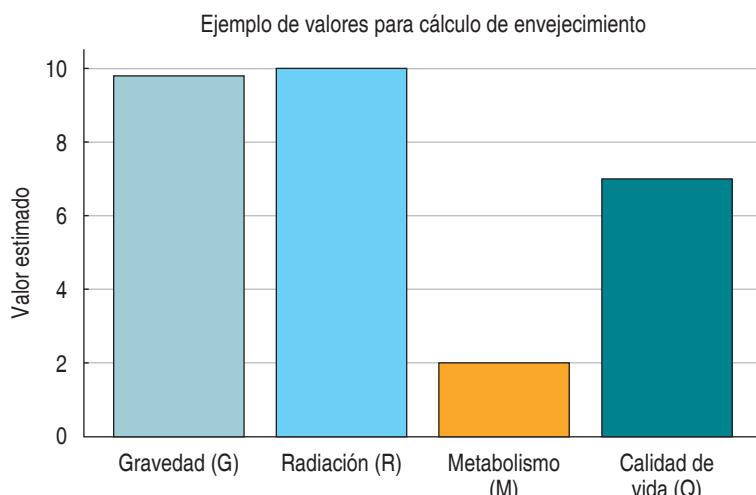
Finalmente, existen variables individuales como la nutrición, el ejercicio, la calidad del sueño y los hábitos de vida que modulan la expresión de genes relacionados con el envejecimiento y con la respuesta a los factores externos antes mencionados. Estas diferencias individuales, aunque difíciles de estandarizar, son determinantes cruciales en la progresión del envejecimiento y en los resultados terapéuticos de tratamientos estéticos o regenerativos.

Nuestro modelo busca representar de manera conceptual y cuantificable el impacto acumulado de variables como gravedad, radiación solar, metabolismo y calidad de vida sobre el envejecimiento humano, sin pretender sustituir los métodos estadísticos clásicos, sino ofrecer una perspectiva cualitativa con posible valor clínico.

En campos como la cirugía plástica y reconstructiva, la cuantificación del envejecimiento se ha abordado de manera indirecta; por ejemplo, optimizando las secuencias de cierre en estiramiento facial profundo⁶ o mejorando la adaptación de colgajos con herramientas de geometría aplicada. Sin embargo, todavía no se ha

Tabla 1: Variables y descripción del modelo de envejecimiento.

Variable	Descripción	Unidades/ejemplo
G	Gravedad terrestre	9.81 m/s ²
R	Exposición solar acumulada	Horas por semana sin bloqueador
M	Metabolismo y radicales libres (actividad física)	Veces por semana de ejercicio
Q	Calidad de vida (nutrición, estrés, etcétera)	Escala 1-10
T	Tiempo/edad en años	72 (edad del ejemplo)

**Figura 1:** Valores estimados en un caso clínico hipotético.

propuesto un modelo matemático integral que permita describir el envejecimiento en términos de variables fisiológicas y ambientales medibles.

Este modelo puede ser una herramienta útil para comprender mejor el proceso del envejecimiento desde un enfoque integrador y para clasificar a los pacientes según su nivel de envejecimiento. Esta categorización puede guiar de forma más objetiva las decisiones clínicas; por ejemplo, pacientes con menor puntuación de envejecimiento podrían beneficiarse de tratamientos mínimamente invasivos, mientras que aquellos con mayor puntuación justificarían intervenciones quirúrgicas más completas y tratamientos complementarios dirigidos a la piel. Confiamos en que este enfoque podrá enriquecer la evaluación médica sin sustituir el juicio clínico.

El objetivo de este trabajo es presentar una ecuación matemática del envejecimiento que integre cuatro variables fundamentales:

1. $g(t)$: la fuerza gravitacional acumulada en los tejidos,
2. $R(t)$: la radiación solar recibida a lo largo del tiempo,
3. $M(t)$: la producción de radicales libres derivados del metabolismo celular,
4. $C(t)$: los factores de calidad de vida que actúan como moduladores protectores.

MATERIAL Y MÉTODOS

Describiremos la formación de dos modelos matemáticos y después se configurarán dos casos hipotéticos para poner como ejemplo cómo se realizan dichos cálculos y los resultados.

Las cuatro variables consideradas en nuestro modelo: gravedad terrestre, radiación solar, metabolismo celular y calidad de vida, se configuran con base en una combinación de valores constantes, evidencia científica y parámetros clínicos observables (*Tabla 1* y *Figura 1*).

Gravedad terrestre: se considera una constante universal (9.81 m/s^2), que actúa de forma continua sobre todos los seres humanos desde el nacimiento. En el modelo, se asocia con el tiempo de exposición del paciente (edad cronológica), como una forma indirecta de estimar su influencia acumulativa en la caída de tejidos y otros cambios anatómicos relacionados con el envejecimiento. Existen variaciones en la gravedad entre zonas montañosas y el nivel del mar, pero son mínimas en términos prácticos y no tienen un impacto significativo en el contexto clínico del envejecimiento humano. Por este motivo se utilizará 9.81 m/s^2 .¹⁵

Radiación solar: la cantidad de radiación ultravioleta (UV) que llega a la tierra ha sido bien documentada por organismos científicos internacionales; sin embargo, la exposición

individual es variable. En nuestro modelo se interroga de forma cualitativa mediante antecedentes clínicos del paciente, incluyendo tiempo de exposición diaria y uso o no de protector solar. La radiación solar acumulada en la superficie terrestre, expresada en J/m^2 , es un parámetro físico previamente definido y medido con precisión por organismos como la NASA y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), utilizando satélites y estaciones meteorológicas globales. En nuestro modelo utilizamos valores de referencia promedio obtenidos de fuentes confiables como NASA *Surface meteorology and Solar Energy* (SSE), que reportan la insolación global diaria media por regiones. Uso de bloqueador solar: reconocemos como una limitante actual del modelo que el uso de fotoprotección no puede ser cuantificado con precisión. Sabemos que el uso constante de bloqueadores solares tiene un impacto protector documentado contra el fotodano y el envejecimiento prematuro, pero aún no contamos con una fórmula que permita traducir variables como factor de protección solar, frecuencia de aplicación y calidad del producto en un valor matemático único. En esta fase, lo incorporamos como una variable dicotómica (uso sí/no), con la intención de desarrollar en estudios posteriores una escala más refinada y cuantitativa.¹⁶

Metabolismo y calidad de vida: se obtienen a través de interrogatorio clínico, evaluando factores como hábitos alimenticios, sueño, ejercicio, tabaquismo, entre otros. En esta primera fase, la calificación sigue un enfoque cualitativo basado en criterios clínicos que pueden ser estandarizados posteriormente. Para estimar la tasa metabólica utilizamos una aproximación indirecta basada en el cálculo del gasto energético basal (BMR, por sus siglas en inglés) utilizando la fórmula de Harris-Benedict, que es un método ampliamente validado y utilizado en estudios clínicos y nutricionales. Esta fórmula permite estimar la tasa metabólica basal a partir de variables como edad, peso, estatura y sexo. Existen formas establecidas para estimar la edad metabólica, como las básculas de bioimpedancia, que ofrecen una herramienta accesible y objetiva en ciertos contextos. Sin embargo, en esta fase del mo-

delo buscamos desarrollar una propuesta con validez externa y aplicabilidad clínica universal, incluso en escenarios donde no se cuente con tecnología especializada.¹⁷

Calidad de vida: en esta primera fase del modelo, la calidad de vida fue evaluada de forma cualitativa con base en cuatro indicadores autorreportados: calidad del sueño (horas y percepción), actividad física regular, consumo de sustancias nocivas (como el tabaco) y nivel de estrés percibido. Sabemos que existen escalas validadas para medir calidad de vida, como el SF-36 o el WHOQOL-BREF, y en fases posteriores del estudio planeamos integrar estos instrumentos para una evaluación cuantitativa y estandarizada.^{18,19}

Ponderación de variables α , β , γ y δ : las variables α (gravedad), β (radiación solar), γ (metabolismo) y δ (calidad de vida) no fueron ponderadas con base en análisis estadístico poblacional, sino que fueron consideradas con pesos cualitativos aproximados, inspirados en la literatura científica sobre los principales factores que aceleran el envejecimiento. La ponderación se basó en evidencia previa que sugiere que la radiación solar y el metabolismo tienen un impacto más directo y acumulativo en el daño celular, mientras que la gravedad y la calidad de vida aportan un efecto modulador a mediano y largo plazo.

Primer modelo

Proponemos, en primer lugar, una representación de la tasa de envejecimiento como una ecuación diferencial ordinaria (*Tabla 2*):

Modelo matemático propuesto

Primera aproximación (modelo sumatorio):

$$E(t) = \alpha \cdot g \cdot t + \beta \cdot R \cdot t + \gamma M \cdot t + \delta \cdot (1/Q) \cdot t$$

Segunda aproximación (modelo integrativo):

$$E(t) = \int_{[0 \rightarrow t]} (\alpha \cdot g(\tau) + \beta \cdot R(\tau) + \gamma M(\tau) + \delta \cdot (1/Q(\tau)) d\tau$$

Donde:

$E(t)$ = Envejecimiento acumulado al tiempo t

Tabla 2: Comparativa de escenarios.

Paciente	Edad cronológica	Radiación (R)	Metabolismo (M)	Calidad de vida (Q)	Puntuación de envejecimiento fisiológico
A (alta exposición solar)	72	8	6	5	266.4
B (hábitos saludables)	72	3	4	9	36.0
C (tabaquismo y mal estilo de vida)	72	10	9	2	410.4

g = gravedad (en N/kg)

R = radiación solar acumulada (J/m^2)

M = tasa metabólica relativa

Q = índice de calidad de vida

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ = constantes empíricas de ponderación

3. $\gamma = 0.2$ (peso del metabolismo)

4. $\delta = -0.2$ (peso negativo de los buenos hábitos de vida)

Ejemplo real: mujer de 72 años en Guadalajara

Datos estimados:

1. $t = 72$

2. $g = 1$ (gravedad terrestre normalizada)

3. $R = 8$ (alta exposición al sol; nunca usó bloqueador)

4. $M = 6$ (metabolismo medio; ejercicio ligero)

5. $Q = 5$ (dieta variada; ejercicio 2 veces por semana)

Ahora aplicamos la fórmula:

$$\text{Edad fisiológica} = 72 \times [(0.3 \times 1) + (0.4 \times 8) + (0.2 \times 6) + (-0.2 \times 5)]$$

Desarrollamos:

$$\text{Edad fisiológica} = 72 \times [0.3 + 3.2 + 1.2 - 1.0]$$

$$\text{Edad fisiológica} = 72 \times 3.7$$

Edad fisiológica = 266.4 (unidad relativa de envejecimiento)

Interpretación

La **unidad de envejecimiento fisiológico** no es en años directamente, sino una **escala relativa**. Sirve para **comparar pacientes entre sí**, o evaluar el cambio tras intervenciones.

Podemos decir que esta paciente tiene una **edad fisiológica elevada (266.4)** por la alta exposición solar y sólo mediana calidad de vida. Si otra persona de 72 años tuviera:

$R = 3$ (baja radiación)

$M = 4$ (bajo estrés oxidativo)

$Q = 9$ (excelente estilo de vida)

$$\text{Edad fisiológica} = t \times (\alpha g + \beta R + \gamma M + \delta Q)$$

Donde:

1. t = tiempo (edad cronológica, en años)
2. g = factor gravitacional (constante $\approx 9.81 m/s^2$, podemos normalizarlo)
3. R = exposición acumulativa a radiación UV (escala 0 a 10, estimada)
4. M = tasa metabólica relativa y estrés oxidativo (escala 0 a 10)
5. Q = calidad de vida (nutrición, ejercicio, hábitos) (escala 0 a 10, siendo 10 lo más saludable)

Y los coeficientes:

1. $\alpha = 0.3$ (peso del efecto gravitacional)
2. $\beta = 0.4$ (peso de la radiación)

Obtendríamos:

Edad fisiológica = $72 \times [0.3 + 1.2 + 0.8 - 1.8] = 72 \times 0.5 = 36$ puntos relativos de envejecimiento fisiológico.

Lo cual indicaría que **su envejecimiento fisiológico es menor a su edad cronológica.**

Ahora, un tercer caso con exposición solar extrema, malos hábitos de vida, tabaquismo y falta de sueño:

R = 10 (exposición solar máxima)

M = 9 (estrés oxidativo alto por tabaquismo)

Q = 2 (mala calidad de vida: sedentarismo, insomnio, dieta deficiente)

Edad fisiológica = $72 \times (0.3 + 4.0 + 1.8 - 0.4) = 72 \times 5.7 = 410.4$ puntos relativos de envejecimiento fisiológico.

Lo cual indicaría que **su envejecimiento fisiológico es mayor a su edad cronológica.**

Calcule su propio envejecimiento

Puede utilizar la fórmula $E(t) = \alpha \cdot g \cdot t + \beta \cdot R \cdot t + \gamma \cdot M \cdot t + \delta \cdot (1/Q) \cdot t$ para estimar su nivel de envejecimiento. A continuación, ingrese sus datos personales y use estimaciones para los coeficientes y factores:

Edad (t): _____ años

Gravedad: 9.8 N/kg (constante)

Exposición solar (R): _____ J/m²

Metabolismo relativo (M): _____

Índice de calidad de vida (Q): _____ (1 = muy bajo, 10 = óptimo)

DISCUSIÓN

El envejecimiento humano ha sido un tema de estudio desde múltiples disciplinas, entre ellas la dermatología, la cirugía plástica, la medicina espacial y la biología molecular. En este estudio hemos planteado un modelo matemático que intenta integrar los principales factores involucrados en el envejecimiento: la gravedad, la radiación solar, el metabolismo y el estilo de vida. Aunque la ecuación propuesta es simplificada, representa una innovación conceptual al intentar cuantificar variables fisiológicas en una fórmula que

puede ser útil para análisis comparativos y educativos.

En la comparación con otros tipos de envejecimiento, consideramos que el envejecimiento osteoarticular, aunque relevante, implica mecanismos fisiopatológicos más específicos (como desgaste mecánico o pérdida de densidad ósea), que escapan al enfoque principal del presente modelo. Por otro lado, el envejecimiento metabólico sí se integra parcialmente en nuestra propuesta, dado su efecto sobre la inflamación crónica, la calidad de la piel y la estructura facial, elementos centrales en la cirugía plástica.

Estudios como el de Alatas,¹ sobre el envejecimiento de la piel y los enfoques antiedad destacan la importancia de los mecanismos oxidativos y las alteraciones bioquímicas que afectan la arquitectura dérmica. Shah⁵ también apunta al fotoenvejecimiento como una de las principales causas de envejecimiento cutáneo, exacerbado por los rayos UVA y UVB, los cuales están directamente considerados en nuestra fórmula mediante la variable R (radiación). Sultana¹³ y Elghany,¹⁴ profundizan en cómo los antioxidantes y tratamientos tópicos pueden mitigar este proceso, lo cual podría reflejarse como una disminución del valor de R en nuestra fórmula.

Por otro lado, investigaciones como la de Danho,² sobre la radiación espacial, aportan evidencia de cómo el entorno puede acelerar el daño celular, incluso más allá de la atmósfera terrestre. Nuestra fórmula incorpora el tiempo de exposición a estos factores, subrayando su influencia acumulativa.

La gravedad terrestre (G), tradicionalmente ignorada en modelos clínicos, ha sido explorada desde el punto de vista de la medicina aeroespacial y tiene un papel relevante en la mecánica de los tejidos blandos, como lo señala Saxena,³ quien describe cómo las fuerzas físicas alteran la regeneración y cicatrización de la piel. En cirugía plástica, este componente es crucial al evaluar la laxitud y el desplazamiento tisular.

En el ámbito de la modelación matemática, este trabajo toma inspiración de estudios como el de Bermúdez,⁸ donde se desarrolló el modelo HOMA para la función de la célula beta pancreática, así como de modelos como el de Mondragón,⁴ para interacciones inmunológicas.

cas. Ambos trabajos demuestran la aplicabilidad de ecuaciones diferenciales simples para representar procesos biológicos complejos.

Incluso en cirugía plástica estética, se ha intentado aplicar modelos numéricos como lo plantea «Matemáticas para mejorar la transferencia de tejidos» (2009) o en procedimientos específicos como el cierre secuencial optimizado en ritidectomía profunda.⁶ Nuestra propuesta se enmarca en esta misma tendencia de usar razonamiento matemático como herramienta de apoyo para decisiones clínicas.

En una fase posterior del estudio validaremos este modelo utilizando instrumentos clínicos estandarizados, como escala funcional de Karnofsky, y planeamos aplicar métodos comparativos con fórmulas de riesgo relativo. Esta futura validación tiene como objetivo fortalecer el rigor científico de nuestra propuesta inicial.

Además, el uso de inteligencia artificial en cirugía plástica, como describe Telich Tarriba, respalda la integración de modelos computacionales y análisis de datos en el ejercicio médico. Esta herramienta complementaria puede combinarse con modelos como el que proponemos para hacer predicciones individualizadas.

CONCLUSIONES

Aunque el envejecimiento es un proceso natural, multifactorial y difícil de cuantificar con exactitud, nuestro modelo cualitativo-matemático ofrece una herramienta teórica para visualizar cómo distintas variables –como la gravedad, la radiación solar, el metabolismo y la calidad de vida– pueden influir en su aceleración o desaceleración.

Este enfoque no pretende ser un diagnóstico exacto, sino una guía conceptual que reconoce la individualidad del envejecimiento. Cada persona envejece de manera distinta y, por lo tanto, los resultados de los procedimientos de rejuvenecimiento facial son variables de persona a persona. La personalización del tratamiento sigue siendo clave y este modelo puede enriquecer el análisis clínico, sin sustituir la evaluación médica profesional.

REFERENCIAS

1. Alatas ET. Aging, aging skin, and anti-aging approaches. *Dermatology Reports* 2016; 8 (1): 44-53.
2. Danho S. Effects of space radiation on mammalian cells. *Frontiers in Cell and Developmental Biology* 2022; 10: 371-388.
3. Saxena V. Genomic response bioinformatics and mechanical effects of forces on tissues and wound healing. *Journal of Biomechanics* 2005; 38 (4): 789-798.
4. Mondragón EI. Modelos matemáticos sobre la interacción de macrófagos, células T y *Mycobacterium tuberculosis*. *Revista Mexicana de Ciencias* 2012; 3 (1): 123-135.
5. Shah H, Rawal S. Photoaging: new insights into its stimulators, complications, biochemical changes and therapeutic interventions. *Biomedicine & Aging Pathology* 2013; 3 (3): 161-169.
6. Fakih-Gómez N. Optimized closure sequence for skin flap adaptation in deep plane facelift and necklift. *The American Journal of Cosmetic Surgery* 2025; 155(2): 221-229.
7. Telich-Tarriba JE, Meraz-Soto JM, Prieto-Vargas V. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la cirugía plástica y reconstructiva: una revisión exhaustiva de la literatura. *Cir Plast* 2023; 33 (4): 152-160.
8. Bermúdez V, Cano C, Medina M, Núñez M. Utilidad y ventajas del uso de modelos matemáticos en el estudio de la insulinoresistencia y función de la célula beta pancreática. *AVFT* 2001; 20 (1): 43-51.
9. Esteva L, Ibargüen ME, Romero LJ. Un modelo matemático sobre bacterias sensibles y resistentes a antibióticos. *Matemáticas: Enseñanza Universitaria* 2011; 19 (2): 55-73.
10. Mohamad EA. Evaluation of punicalagin niosomes for skin aging. *Journal of Drug Delivery Science and Technology* 2021; 61: 102312.
11. Ivic NO. Skin aging. *Clinical Dermatology Journal* 2008; 26 (1): 25-35.
12. Ramos-e-Silva M, Celem LR, Ramos-e-Silva S, Fucci-da-Costa AP. Anti-aging cosmetics: facts and controversies. *Clin Dermatol* 2013; 31 (6): 750-758.
13. Sultana Y, Kohli K, Athar M, Khar RK, Aqil M. Effect of pre-treatment of almond oil on ultraviolet B-induced cutaneous photoaging in mice. *J Cosmet Dermatol* 2007; 6 (1): 14-19.
14. Elghany AA. Chitosan-coated niosomes loaded with ellagic acid present anti-aging activity in a skin cell line. *International Journal of Nanomedicine* 2023; 18: 2191-2205.
15. Hecht E. *Physics: algebra/trig* (Cap. 7, “Gravity according to Newton”, Brooks/Cole Publishing Company. 1994, pp. 210-217.
16. Madronich S, McKenzie RL, Bjorn LO, Caldwell MM. Changes in biologically active ultraviolet radiation reaching the Earth's surface. *J Photochem Photobiol B* 1998; 46 (1-3): 5-19.
17. Hernández-Ortega A, Osuna-Padilla IA, Rendón-Rodríguez R, Narváez-Velázquez PB, Chávez-González MJ, Estrada-Velasco BI. Exactitud de las ecuaciones predictivas del gasto energético basal: estudio transversal en niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad de Morelos, México. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética* 2019; 23 (2): 83-91. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.14306/renhyd.23.2.706>

18. Ware JE, Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36): I. Conceptual framework and item selection. *Medical Care* 1992; 30 (6): 473-483. Available in: <https://doi.org/10.1097/00005650-199206000-00002>
19. World Health Organization. Development of the World Health Organization WHOQOL-BREF quality of life assessment. *Psychological Medicine* 1998; 28 (3): 551-558. Available in: <https://doi.org/10.1017/S0033291798006667>

Reconocimientos: este trabajo fue asistido parcialmente por ChatGPT, un modelo de

lenguaje desarrollado por OpenAI, utilizado para estructuración, redacción preliminar y referencias bajo la supervisión del autor principal.

Conflictos de intereses: los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Correspondencia:

Dr. Marco Aurelio Rendón Medina
E-mail: drrendon1989@gmail.com