

Indicadores de diagnóstico clínico del sistema de aplicación de técnicas para el diagnóstico metabólico (Sistema ATDM)

Clinical diagnostic indicators of the system for the application of techniques for metabolic diagnosis (ATDM System)

Victor Alfonso Abuadili Garza¹

¹Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Ciudad de México, México

abuadili@yahoo.com.mx
<https://orcid.org/0009-0004-5466-1880>

Autor de correspondencia: abuadili@yahoo.com.mx

Recibido: 16/09/2025

Aceptado: 19/10/2025

Publicado: 21/11/2025

Resumen

Objetivo: Este estudio analizó la utilidad de la Valoración Metabólica como herramienta no invasiva para establecer Indicadores de Diagnóstico Clínico dentro del Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM), con el fin de identificar en tiempo real las causas y consecuencias de la disfunción metabólica.

Metodología: Se desarrolló un diseño cualitativo, documental y proposicional, complementado con una investigación clínica aplicada a 6031 personas de ambos sexos, procedentes de varios países, mediante un “Círculo Metabólico” de triple ciego que integró historia clínica, bioimpedancia, corneometría y capilaroscopía, generando una base de datos y un atlas de imagenología para el análisis casuístico y estadístico. **Resultados:** Se demostró que fue posible clasificar treinta indicadores de diagnóstico, organizados en siete bloques (evaluación corporal, del tejido, del metabolismo, de la microcirculación, del microbioma, de la homeostasis y de los hallazgos). Además, se definieron componentes y patrones de valoración metabólica que permitieron construir modelos para la interpretación integrada del metabolismo, la microcirculación y el daño tisular antes del debut clínico de la enfermedad.

Conclusiones: Se concluyó que el Sistema ATDM proporcionó un marco iterativo y estandarizado para interpretar bioquímicamente los signos metabólicos, haciendo visibles alteraciones hasta diez años antes de su manifestación clínica y orientando intervenciones

preventivas con potencial para reducir los costos de atención sanitaria. Se recomendó profundizar en el desarrollo de algoritmos matemáticos y estrategias multicéntricas que consoliden la biosemiómica como nueva área de investigación clínica aplicada a la prevención de enfermedades crónicas.

Palabras clave: Sistema ATDM, valoración metabólica, diagnóstico clínico, indicadores de evaluación, capilaroscopía.

Abstract

Objective: This study examined the utility of Metabolic Assessment as a non-invasive tool for establishing Clinical Diagnostic Indicators within the Techniques Application System for Metabolic Diagnosis (ATDM System), with the aim of identifying the causes and consequences of metabolic dysfunction in real time. **Methodology:** A qualitative, documentary, and propositional design was developed, complemented by a clinical study involving 6,031 individuals of both sexes from various countries, using a triple-blind “Metabolic Circuit” that integrated medical history, bioimpedance analysis, corneometry, and capillaroscopy, generating a database and an imaging atlas for case-based and statistical analysis. **Results:** It was demonstrated that it was possible to classify thirty diagnostic indicators, organized into seven blocks (body assessment, tissue evaluation, metabolism, microcirculation, microbiome, homeostasis, and findings). In addition, metabolic assessment components and patterns were defined, enabling the construction of models for the integrated interpretation of metabolism, microcirculation, and tissue damage before the clinical onset of the disease. **Conclusions:** It was concluded that the ATDM System provided an iterative and standardized framework for biosemiotically interpreting metabolic signs, making alterations visible up to ten years before their clinical manifestation and guiding preventive interventions with the potential to reduce healthcare costs. It was recommended to further develop mathematical algorithms and multicenter strategies that consolidate biosemiotics as a new area of clinical research applied to the prevention of chronic diseases.

Keywords: ATDM system, metabolic assessment, clinical diagnosis, evaluation indicators, capillaroscopy.

Introducción

En la actualidad, la medicina moderna vive una revolución sin precedentes: nunca se había tenido acceso a tanta información como hoy. Los libros se vuelven obsoletos en pocos meses y los artículos médicos y científicos son rápidamente superados por nuevas investigaciones. Si antes los estudiantes de medicina debían pasar largas horas en las bibliotecas, hoy pueden acceder en segundos a las publicaciones más recientes mediante metabuscadores científicos en internet (Abuadili Garza, 2019, 2023a).

A escala mundial, se han registrado de forma sistemática las enfermedades y los factores que las condicionan, con el fin de conocer su frecuencia y su tendencia, así como de orientar acciones de control o eliminación. La detección de enfermedades es fundamental porque constituye el punto de partida para identificar los datos clínicos, epidemiológicos y de laboratorio o gabinete que permiten al médico establecer un diagnóstico preciso (Ramírez-López et al., 2021).

El estudio de las ciencias biológicas y médicas es una actividad humana dinámica y colectiva que se basa principalmente en experimentos controlados y en su interpretación crítica (Herrero Jaén, 2016). Sin embargo, ello no agota el conjunto de componentes que constituyen las ciencias de la vida (Gilbert, 1982). En la práctica, la capacidad de investigación se ha visto condicionada por un énfasis casi exclusivo en la enfermedad: se ha privilegiado saber cómo diagnosticarla, atenderla y “quitarla” o controlarla, antes que comprender cómo prevenir su desarrollo. Pocas personas y pocos sistemas de salud se centran realmente en evitar que la enfermedad aparezca (Abuadili Garza, 2019).

En este sentido, Dussel (2019, 2024) advierte que no basta con descubrir algo nuevo, sino que es necesario preguntarse para qué se realiza dicho descubrimiento. Desde su noción de *cientificidio*, señala que durante décadas se han reproducido los mismos esquemas preventivos en la atención primaria sin un impacto directo en la evitación del desarrollo de las enfermedades. Ello se debe, en parte, a que se intenta prevenir actuando sobre el efecto, es decir, sobre las enfermedades ya establecidas, mientras se bloquea, mediante prácticas científicas, la difusión y el uso de desarrollos científicos orientados a comprender y atender las causas que las originan (Dussel, 2019, 2024).

Frente a este panorama, resulta necesario contar con una prueba de fácil implementación, bajo costo y alto impacto, capaz de detectar las causas de las enfermedades, cambiar los paradigmas desde enfoques subjetivos hacia abordajes objetivos y establecer patrones, procesos, procedimientos y sistemas que puedan perfeccionarse de manera continua (Abuadili Garza, 2019, 2025a). En esta línea, el autor ha desarrollado la “Valoración Metabólica”, que integra las pruebas de bioimpedancia, capilaroscopía y corneometría para identificar los Patrones de Valoración Metabólica (PVM), los indicadores de diagnóstico metabólico y para compilar datos casuísticos, estadísticos y de investigación. Todo ello se articula siguiendo el método científico e incorporando los paradigmas kuhnianos, entendidos como conjuntos de teorías, valores y prácticas que orientan la ciencia normal, y las construcciones heurísticas, concebidas como procedimientos iterativos que permiten aproximarse a soluciones cada vez más refinadas (Gilbert, 1982).

A partir de esta integración se propone la “biosemiótica”, concebida como una nueva ciencia derivada de la conjunción entre la biosemiótica y las ciencias ómicas aplicadas. La biosemiótica (del griego *bíos*, “vida”, y *sēmeiōtikós*, “observador de signos”) estudia la vida como fenómeno simbólico y se sirve tanto del método científico como del método dialéctico, superponiendo la biología con la fenomenología para conceptualizar significados y sentidos, así como los signos y códigos propios del dominio biológico (Favareau, 2010). Este enfoque integra los hallazgos de la biología con las definiciones de la semiótica y propone un cambio paradigmático en la visión científica de la vida, en el que la semiosis, entendida como el proceso de producción e interpretación de signos, se considera inmanente e intrínseca a todo ser viviente (Alexandrov, 2000).

El término *biosemiótica* fue utilizado probablemente por primera vez por Friedrich S. Rothschild en 1962 (Kull, 2022) y, posteriormente, autores como Thomas Sebeok, Thure von Uexküll y Jesper Hoffmeyer han realizado aportes significativos que han consolidado este campo. Sobre esta base, la biosemiótica se plantea como un desarrollo que busca aplicar los principios biosemióticos y los avances de las ciencias ómicas al estudio integrado de los procesos metabólicos y de las causas de las enfermedades.

Revisión de la Literatura

El diagnóstico clínico utilizando la metodología del Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM) alude, en general, al análisis que se realiza del cuerpo humano, sus reacciones químicas, físicas y biológicas, así como de su interacción con el medio ambiente, para determinar cualquier situación y sus tendencias. Esta determinación se realiza sobre la base de datos y hechos recogidos y ordenados sistemáticamente, lo que permite juzgar con mayor precisión qué está ocurriendo (Abuadili Garza, 2025a, 2025b).

La capilaroscopía, en este contexto, se convierte en una herramienta de diagnóstico clínico que debería incluirse en el protocolo de estudio de todo paciente (Gómez et al., 2011). En los últimos años, el renovado interés de la comunidad académica ha impulsado el uso de tecnologías no invasivas, entre ellas la medición de impedancia bioeléctrica. Esta técnica se emplea en ingeniería (desarrollo de biosensores portátiles), en medicina (monitoreo de la salud y diagnóstico) y en investigación biomédica básica y aplicada. Su principio fundamental es que la corriente eléctrica fluye de forma diferente a través de estructuras complejas como los organismos vivos, de modo que, mediante un análisis minucioso de los parámetros eléctricos, puede deducirse información sobre la estructura y las propiedades de los tejidos (Iftime et al., 2025). Paralelamente, se requieren técnicas de imagen que permitan distinguir tejidos, condiciones bioquímicas y otros factores en tiempo real; por ello, se han seleccionado las pruebas de bioimpedancia, corneometría y capilaroscopía como recursos clave para el estudio en tiempo real de los pacientes (Colmenares-Roldán et al., 2016).

A partir de lo anterior, se analizan las siguientes pruebas clínicas.

Prueba de corneometría. La corneometría es un método para medir la hidratación de la piel, en especial de la capa superficial o estrato córneo. Se realiza mediante un dispositivo, el corneómetro, que mide la permitividad relativa de la piel a través de un sensor capacitivo. El valor obtenido se correlaciona con la cantidad de agua presente en la piel e indica su nivel de hidratación (Constantin et al., 2014).

Prueba de bioimpedancia. La bioimpedancia eléctrica (BIA) es un método no invasivo y de fácil aplicación en todo tipo de poblaciones. Conocer su funcionamiento y sus bases físicas permite comprender mejor su utilización y aplicar estrictamente las condiciones de medida

para asegurar la fiabilidad de los resultados. La BIA es un buen método para determinar el agua corporal total y la masa libre de grasa en personas sin alteraciones significativas de los líquidos corporales ni de los electrolitos. Se recomienda emplear ecuaciones de predicción ajustadas a la edad y al sexo, específicas para la población estudiada y validadas frente a métodos de referencia (Alvero-Cruz et al., 2011).

Los estudios de BIA se basan en la estrecha relación entre las propiedades eléctricas del cuerpo humano, la composición corporal de los distintos tejidos y el contenido total de agua corporal. Como todo método indirecto de estimación de la composición corporal, la BIA descansa en premisas relativas a las propiedades eléctricas del organismo (Hoffer et al., 1969), su composición y estado de maduración, su nivel de hidratación (Hoffer et al., 1969; Thomasset, 1962), la edad, el sexo, la raza y la condición física (Hoffer et al., 1969; Thomasset, 1962).

La impedancia corporal (Z) depende de dos componentes o vectores: resistencia (R) y reactancia (X_c), de acuerdo con la ecuación $Z^2 = R^2 + X_c^2$. La resistencia representa la oposición de los tejidos al paso de la corriente eléctrica y la reactancia corresponde a la oposición adicional debida a la capacitancia de los tejidos y las membranas celulares (componente dieléctrico) (Lukaski & Bolonchuk, 2017). Estos valores dependen de la frecuencia de la corriente aplicada. La reactancia se asocia al efecto eléctrico de la carga ofrecida, durante períodos breves, por el componente lipídico de las membranas de la masa celular (Lukaski & Bolonchuk, 2017; Kyle et al., 2001; Van der Jagt et al., 2002; Slinde et al., 2003).

Prueba de capilaroscopía. La capilaroscopía es un método no invasivo, sencillo, de alto impacto y bajo costo que, en un inicio, fue utilizado en reumatología para observar la microcirculación. Sin embargo, el presente autor ha demostrado que esta técnica puede emplearse para realizar una evaluación integral del metabolismo y de otras condiciones anormales, por lo que debería incluirse en el protocolo de estudio de todo paciente en tiempo real, ya que puede realizarse en el consultorio, en jornadas médico-asistenciales y en diversos escenarios clínicos (Martínez Sánchez, 2010; Abuadili Garza, 2019, 2025a, 2025b).

La capilaroscopía utiliza un dispositivo denominado capilaroscopio, con el cual, mediante un simple enfoque, se obtiene información sobre el color, la forma, la intensidad y la magnitud de los vasos capilares. El avance de esta técnica se ha vinculado al desarrollo de

instrumentos ópticos capaces de visualizar la circulación periungueal con pocos aumentos (20 a 30×). En reumatología se emplean desde lupas que permiten observar el megacapilar esclerodérmico hasta capilaroscopios ópticos más complejos, que incorporan objetivos de campo amplio (*widefield*), capaces de mostrar el lecho periungueal completo, y fuentes de luz fría integradas al microscopio para evitar la distorsión provocada por el calor (epiiluminación) (Martínez Sánchez, 2010).

No obstante, la mayoría de los equipos comerciales se han diseñado para el estudio de la microcirculación y no alcanzan los aumentos requeridos para una capilaroscopía clínica detallada. Para evaluaciones más complejas de los tejidos y de reacciones químicas en tiempo real se necesitan aumentos superiores a 50× y, en muchos casos, capacidades de 600× o incluso más de 1200× (Martínez Sánchez, 2010).

Ante la necesidad de un uso clínico diferente al de la reumatología, Víctor Alfonso Abuadili Garza inició en 2011 un estudio sistemático sobre el diagnóstico metabólico mediante capilaroscopía, estableciendo protocolos de atención e investigación del Sistema ATDM (Abuadili Garza, 2019, 2025a, 2025b). Para ello, se contó con la colaboración de especialistas en iluminación, fotografía digital y electrónica, con el fin de modificar el capilaroscopio óptico convencional a través de un modelo de utilidad. La principal innovación consistió en externalizar la fuente de luz fría del cuerpo del capilaroscopio, lo que permite dirigir el haz de luz en distintos ángulos: alrededor de 30° para obtener un plano lateral, 45° para un plano sagital y 90° para un plano frontal del lecho periungueal. De esta forma, se reducen los reflejos que dificultan la visualización por epiiluminación y, mediante la conjunción de lentes y la bioresonancia, se potencia la intensidad de la longitud de onda visible, alcanzando capacidades superiores a 800× y en constante mejora.

Bajo la metodología del Sistema ATDM, la capilaroscopía se utiliza como herramienta diagnóstica para observar múltiples condiciones, entre ellas la Reacción de Maillard (Abuadili Garza, 2025e), las reacciones de pirólisis (Abuadili Garza, 2025d), los procesos de desbalance redox producidos por especies de radicales libres (Abuadili Garza, 2025c), la lipogénesis de novo no enzimática y la adhesión de lípidos en los tejidos (Abuadili Garza, 2025e, 2025f, 2025g, 2025i), así como alteraciones del microbioma (Abuadili Garza & García Súchil, 2025). El alcance diagnóstico de esta técnica es, por tanto, muy amplio.

La Valoración Metabólica. Idealmente, los datos registrados (valores de impedancia de los tejidos e imágenes de capilaroscopía) deberían modelarse en lugar de analizarse únicamente de forma directa. El modelado estadístico plantea diversos desafíos. Los modelos más simples que comparan grupos según sus valores de impedancia (regresiones lineales, pruebas t de Student, ANOVA) pueden resultar insuficientes debido a la gran variabilidad de rangos y a la naturaleza no lineal del fenómeno. Además, en muchos casos los datos contienen ruido, lo que limita la sensibilidad de los métodos estadísticos clásicos para detectar diferencias significativas.

Para comparar datos con ruido se han propuesto enfoques más robustos, como el análisis de componentes principales (PCA) (Dai et al., 2025; Nejadgholi & Bolic, 2015; Stasiak et al., 2007; Zagar & Krizaj, 2008), los modelos lineales mixtos (LME) (Brown, 2021) y los modelos aditivos generalizados o modelos lineales mixtos generalizados (GAM/GLMM) (Cheung et al., 2013).

En este sentido, el diagnóstico clínico mediante la Valoración Metabólica recurre a un modelado estadístico que, en términos generales, se orienta al análisis del cuerpo humano, sus reacciones químicas, físicas y biológicas, y su interacción con el entorno, para determinar situaciones específicas y sus tendencias. Esta determinación se basa en datos y hechos recopilados y organizados de forma sistemática, lo que permite comprender con mayor claridad qué está ocurriendo. Para ello, se define un sistema estructurado de componentes, patrones e indicadores.

Un *componente* corresponde al valor, imagen o condición que se investiga. Los patrones y los indicadores se construyen a partir de distintos componentes.

Un *patrón* es un modelo según el cual se producen otros objetos o procesos. Se emplea como referencia para medir una magnitud y se caracteriza por una regularidad matemática, estadística o procedimental que permite distinguir una serie de fenómenos (Abuadili Garza, 2023a). El reconocimiento de patrones se entiende como un proceso de tratamiento de información de gran relevancia práctica, ya que permite dar solución a un amplio abanico de problemas. Como disciplina científica, el reconocimiento de patrones tiene por objetivo clasificar objetos en un número determinado de categorías o clases; estos objetos o resultados se denominan genéricamente patrones (Theodoridis & Koutroumbas, 1999).

Tal como se ha señalado en trabajos previos sobre Valoración Metabólica, el reconocimiento de patrones puede ser supervisado o no supervisado. El reconocimiento supervisado parte de ejemplos de clasificación previamente conocidos que relacionan valores de características con determinadas categorías, lo que es frecuente en problemas reales. En cambio, en el reconocimiento no supervisado no se dispone de ejemplos de clasificación a priori y el objetivo es revelar relaciones intrínsecas de similitud entre los valores de las características, generando clústeres (Reynaga & Mayta, 2009). En el caso del diagnóstico metabólico a partir de la Valoración Metabólica, al no existir precedentes, se recurre a un reconocimiento de patrones no supervisado basado en similitudes de colores, magnitudes y regularidades de longitud de onda. Para ello, se requieren conocimientos de física, química, bioquímica, biología, anatomía, fisiología y otras ramas de la medicina (Ríos-Acosta et al., 2019).

Un *indicador* es un valor, figura o imagen observada de una variable, es decir, un signo de presencia o ausencia del concepto estudiado. Se trata de una característica específica, observable y medible que puede utilizarse para mostrar los cambios y progresos de un programa hacia el logro de un resultado determinado (Gutiérrez, 2009).

En coherencia con lo anterior, en la Figura 1 se sintetizan los elementos que intervienen en la construcción de un indicador, mostrando cómo se articulan el concepto teórico, las variables observables y los criterios operativos hasta concretarse en una definición empírica útil para el análisis. Este esquema retoma los planteamientos de Gutiérrez (2009) y Rodríguez-Sabiote et al. (2022) sobre la necesidad de traducir el objeto de estudio en indicadores claros, pertinentes y medibles:

Figura 1

¿Cómo se integra un indicador?



La construcción de indicadores no es un problema epistemológico menor. Por el contrario, exige un ejercicio crítico de reflexión, apropiación y reconstrucción de la realidad, así como una vigilancia permanente y sucesivas rupturas que permiten reorganizar el pensamiento. El problema de fondo no reside únicamente en la teoría o en la operación de los conceptos, sino en la forma en que se piensa, se apropiá y se construye el objeto de estudio. Los indicadores constituyen una definición empírica del objeto y son producto de una construcción teórica del sujeto sobre el fenómeno, orientada a descubrir lo específico y concreto de dicho objeto (Rodríguez-Sabiote et al., 2022; Gutiérrez, 2009).

Objetivo del estudio:

Establecer la Metodología del “Círculo Metabólico” como técnica para la ejecución de la prueba conocida como “Valoración Metabólica”, que utiliza la metodología del Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM), donde aplicando las pruebas de Bioimpedancia, Capilaroscopía y Corneometría, se identifican plenamente los Componentes, Patrones de Valoración Metabólica e Indicadores de Diagnóstico Metabólico, que permiten estudiar a las personas tanto en lo individual como lo colectivo, mediante los paradigmas kuhnianos y las construcciones huerísticas, permitiendo desarrollar una metodología casuística, estadística y de investigación, desde el individuo, un grupo social, una comunidad, un estado, un país o incluso a nivel internacional.

Hipótesis:

1. Mediante la metodología del Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM), utilizando la herramienta diagnóstica de la Valoración Metabólica, se pueden integrar y relacionar los paradigmas kuhnianos y los complejos heurísticos como metodología para la investigación de Indicadores de Diagnóstico Clínico.
2. Se pueden clasificar estos indicadores y organizarlos para establecer una metodología iterativa de diagnóstico clínico.

Metodología

El presente artículo adopta un enfoque cualitativo, documental y proposicional, desarrollando un estudio de carácter exploratorio, descriptivo, explicativo, proposicional y

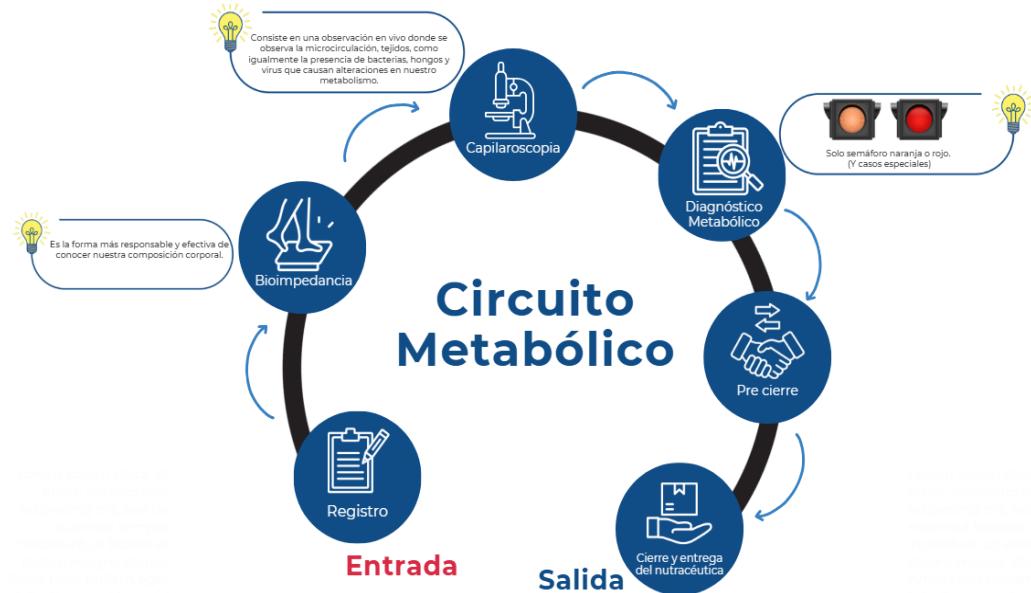
predictivo. En una primera fase, el autor realizó una revisión bibliográfica en PubMed, Google Scholar, Latindex y otros metabuscadores científicos, con el propósito de determinar la metodología aplicada para la realización, en tiempo real, de la Valoración Metabólica bajo el Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM) (Abuadili Garza, 2020, 2023a).

Para ello, se utilizó una metodología denominada “Valoración Metabólica”, establecida en el Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM). Con el fin de corroborar las hipótesis planteadas, se llevó a cabo una investigación clínica en la que se realizaron pruebas de bioimpedancia y capilaroscopía a más de seis mil personas ($n = 6031$) de ambos sexos, sin distinción de edad ni estado de salud, en México, Estados Unidos, República Dominicana, Guatemala, Puerto Rico y Colombia.

Esta metodología permite un flujo continuo de pacientes, a manera de tamizaje, que facilita a los evaluadores realizar los procesos de forma programada y ordenada, posibilitando la identificación de los diversos componentes que integran cada indicador. Se efectuaron pruebas de Valoración Metabólica en diversas jornadas de salud, aplicando una metodología denominada “Círculo Metabólico”. En primer lugar, se realizó una historia clínica simple, con el objetivo de conocer los antecedentes de las personas evaluadas y, posteriormente, se aplicaron tres pruebas: bioimpedancia, corneometría y capilaroscopía. La secuencia de estas etapas y la organización del flujo de pacientes se sintetizan en la Figura 2, donde se muestra de forma esquemática la metodología del circuito metabólico empleada en este estudio.

Figura 2

Metodología del Circuito Metabólico para realizar la Valoración Metabólica conforme a la Metodología del Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM)



Nota. Tomado de Abuadili Garza (2020) y Abuadili Garza (2025a).

Se utilizó una metodología que proporciona un triple ciego de evaluación, denominada “Círculo Metabólico”, para realizar la valoración de las personas. El circuito metabólico consiste en un proceso en el cual el paciente acude a la jornada de salud sin preparación previa y va pasando por distintas estaciones, donde cada evaluador aplica una prueba diferente. De esta forma se disminuye cualquier posible sesgo en la información obtenida.

El primer componente de este diseño ciego es que el paciente, al pasar de estación en estación, desconoce qué parámetros se le están evaluando y no se le exige una condición previa, como tiempo de ayuno u horario específico para la realización de las pruebas. Con ello se evita modificar el metabolismo basal que el paciente presenta en tiempo real.

El segundo componente corresponde al factor doble ciego: los evaluadores tampoco reciben una indicación específica sobre lo que deben encontrar ni se les pide buscar una imagen o hallazgo concreto. Su única instrucción estandarizada es realizar la prueba de capilaroscopía en el cuarto dedo de la mano derecha, aplicando una técnica de observación con movimiento de campos visuales en zigzag. De esta manera, recorren los distintos tejidos sin identificar de forma consciente las diferencias anatómicas e histológicas dentro de su campo visual. Técnicamente, se solicita a los evaluadores que tomen tres fotografías: una del tejido en general, sin posición específica; otra de la microcirculación; y una tercera, en caso de

presentarse, de cualquier hallazgo que parezca raro o diferente. Todas las imágenes se cargan de forma electrónica en la base de datos del Sistema ATDM.

Para comprobar que la imagen de capilaroscopía corresponde exactamente con el componente estudiado, se aplicaron metodologías directas e indirectas. Se seleccionó aleatoriamente al 5 % de los pacientes evaluados, quienes fueron citados a una consulta metabólica en las instalaciones del equipo investigador. En esta consulta se siguió un protocolo de toma de muestras para estudios de laboratorio que incluyó biometría hemática, química sanguínea de 35 elementos, insulina sérica, citocinas inflamatorias, examen general de orina y coproparasitoscópico en serie de tres muestras. En casos específicos se realizó biopsia por aspiración con aguja fina, con posterior cultivo, y se remitió la muestra al departamento de patología histológica sin informar al médico patólogo ni la zona exacta de toma de la muestra ni el motivo del envío.

Además, se llevó a cabo una revisión bibliográfica en diversos atlas de histología, parasitología y microbiología, estableciendo comparaciones directas entre las imágenes contenidas en dichos atlas y las imágenes obtenidas mediante capilaroscopía.

Todas las Valoraciones Metabólicas se registran en la base de datos de la plataforma digital del Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM), de donde se extrae la información necesaria para establecer los Indicadores de Diagnóstico Clínico conforme a los criterios definidos en este estudio.

Resultados

A partir de los procedimientos descritos para la obtención de la muestra ($N = 6031$ pacientes), se generó una base de datos y un atlas de imagenología que requieren ser clasificados de forma sistemática. Este proceso inicia con la Valoración Metabólica del paciente, que, siguiendo la metodología del Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM), debe ser sencilla, estandarizada y uniforme. El propósito es que cualquier evaluador pueda seguir un orden definido en los criterios de búsqueda y, a partir de ello, desarrollar una metodología que permita realizar de forma estandarizada una búsqueda intencionada de los diversos componentes que integran cada indicador, así como identificar patrones que faciliten estudios casuísticos y estadísticos a futuro.

En este sentido, la Figura 3 sintetiza la forma en que se organiza la evaluación sistemática de las personas. Al analizarla en el sentido de las manecillas del reloj, se aprecia la estandarización de la evaluación de los Indicadores de Diagnóstico Clínico bajo la metodología del Sistema ATDM, mediante siete bloques: evaluación corporal, del tejido, del metabolismo, de la microcirculación, del microbioma, de la homeostasis y de los hallazgos:

Figura 3

Estandarización de la metodología para realizar una Valoración Metabólica de forma objetiva y plasmar resultados en el Reporte de Valoración Metabólica, notas médicas o peritajes de diagnóstico metabólico por profesionales de la salud



A) Evaluación corporal. Esta primera dimensión de análisis incluye la búsqueda sistemática de los datos que proporciona la historia clínica del paciente, así como los resultados de las pruebas de bioimpedancia y corneometría, a partir de los cuales se valoran las condiciones físicas generales de la persona. La Figura 4 resume los principales indicadores que conforman esta evaluación corporal y su articulación dentro del Sistema ATDM.

Figura 4

Indicadores que comprenden la evaluación corporal



En la evaluación corporal se analizan el estado nutricional, la composición corporal, el estado de absorción de nutrientes, la edad metabólica, la presencia de grasa visceral y el estado de hidratación. De esta dimensión se desprenden los siguientes indicadores:

Indicadores de la prueba de bioimpedancia

1. Indicador de estado nutricional. Evalúa el estado nutricional de las personas. Tradicionalmente se determina a partir del peso, el índice de masa corporal (IMC) y la antropometría. Dado que la valoración integral es compleja y requiere conocimientos especializados, se decidió ponderar el riesgo metabólico principalmente con base en el IMC.
2. Indicador de composición corporal. Evalúa la relación entre la masa grasa y la masa magra de cada individuo, proporcionando información sobre la distribución de los tejidos corporales.
3. Indicador de estado metabólico. Valora la edad metabólica de la persona, la cual no debe diferir de la edad cronológica en más de ± 2 años. Este indicador permite identificar procesos metabólicos como el desbalance redox (envejecimiento celular prematuro) y la “hambre oculta” asociada a deficiencias nutricionales.
4. Indicador de estado homeostático. Evalúa el daño generado en el metabolismo por la acumulación de grasa visceral en los órganos vitales.

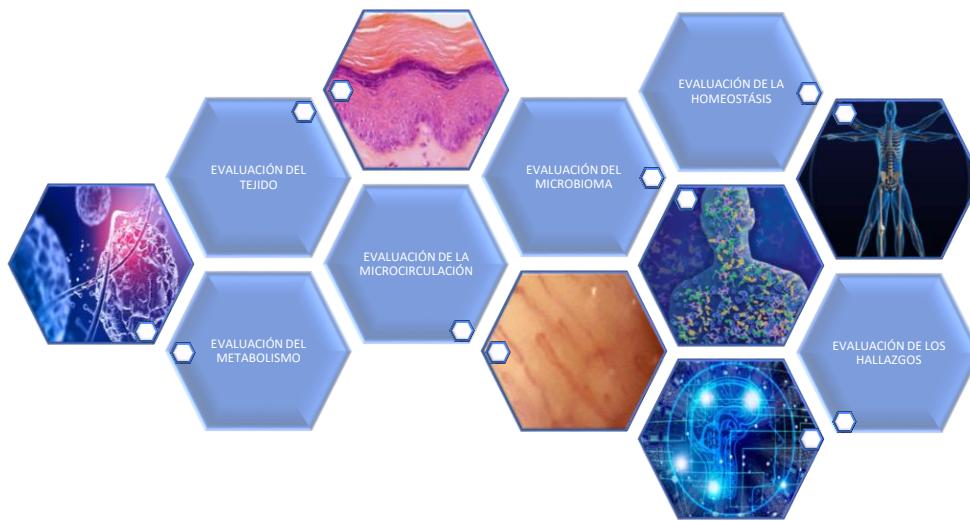
Indicador de la prueba de corneometría

1. Indicador de hidratación corporal. Determina el estado de hidratación de la persona a partir de la medición de la hidratación del estrato córneo de la piel obtenida mediante corneometría.

Tras la evaluación corporal, se procede al análisis más específico del tejido mediante capilaroscopía. La Figura 5 presenta de forma esquemática los indicadores derivados de la prueba de capilaroscopía, lo que permite visualizar la diversidad de dimensiones que se pueden estudiar con esta técnica.

Figura 5

Indicadores de la prueba de capilaroscopía



B) Evaluación del tejido. La evaluación del tejido se integra por los indicadores de diagnóstico metabólico que determinan la condición, en tiempo real, de los tejidos corporales. Estos indicadores se estudian mediante la prueba de capilaroscopía y su valoración se basa en componentes específicos. La Figura 6 organiza dichos indicadores dentro del bloque de evaluación del tejido.

Figura 6

Indicadores de la evaluación del tejido



En esta dimensión se consideran los factores internos y externos que pueden afectar directamente a los tejidos. Los indicadores estudiados son:

1. Indicador de inflamación. Evalúa el grado de inflamación crónica de cada individuo, en función de la causa específica del proceso inflamatorio que se encuentre actuando.
2. Indicador químico endógeno. Determina los procesos bioquímicos que sufre el organismo de forma interna, asociados a la participación de diversas sustancias, ya sean de producción endógena o vinculadas con la presencia, ausencia o alteración en la concentración de minerales y otros compuestos.
3. Indicador de toxicología. Corresponde a la parte de la evaluación de capilaroscopía en la que se detecta la presencia de sustancias de abuso.
4. Indicador de afectación ambiental. Evalúa las posibles alergias y las afectaciones derivadas de la exposición ambiental y laboral.
5. Indicador de alteración inmunológica. Valora el daño tisular provocado por factores que desencadenan desequilibrios en el sistema inmune, ya sean endógenos o exógenos.

C) Evaluación del metabolismo. La evaluación del metabolismo comprende los indicadores que valoran el equilibrio de las reacciones químicas del organismo, responsables de la producción, utilización, degradación o transformación de la materia en energía y viceversa. En esta dimensión se establecen cinco indicadores principales:

1. Indicador de desbalance redox. Permite determinar las diferentes especies de radicales libres que afectan al organismo y su impacto en los procesos de oxidación-reducción.
2. Indicador de glicación. Identifica los procesos que producen la glucooxidación (glicación) de los carbohidratos y permite determinar los procesos de resistencia a la insulina.
3. Indicador de condensación no enzimática. Identifica los procesos de lipogénesis de novo no enzimática que se generan en el organismo y que siguen a la glicación de carbohidratos, hasta la formación de placas de colesterol LDL adheridas a los tejidos.

4. Indicador de adhesión de lípidos. Es un indicador ponderativo que valora la severidad y cronicidad de la placa de colesterol LDL en estudio, así como la afectación bioquímica de la lipoproteína de baja densidad.
5. Indicador de acidez celular. Identifica los procesos que inducen que una célula cambie su metabolismo de aeróbico a anaeróbico, lo que genera la formación de ácidos y altera el metabolismo celular.

D) Evaluación de la microcirculación. Dada la relevancia de la microcirculación en la salud de los tejidos, se estudian diversos parámetros capilares que pueden presentarse de manera conjunta o independiente y que expresan distintos tipos de lesiones, patologías o alteraciones circulatorias. La Figura 7 resume los principales parámetros considerados en la evaluación de la microcirculación dentro del Sistema ATDM.

Figura 7

Parámetros que se evalúan de la microcirculación



Debido a la complejidad del estudio de la microcirculación y al gran número de componentes implicados, se propone la siguiente clasificación de indicadores:

1. Indicador de densidad capilar. Analiza la microcirculación en términos de la cantidad y calidad de los capilares visualizados en un campo determinado, permitiendo evaluar la densidad de los capilares sanguíneos presentes en el tejido.

2. Indicador de flujo sanguíneo. Estudia la microcirculación en función de la velocidad del flujo sanguíneo al atravesar los capilares, lo que permite valorar los procesos de perfusión de oxígeno y nutrientes.
3. Indicador de alteración reumática. Evalúa la microcirculación para identificar procesos inflamatorios, autoinmunes y genéticos que afectan la circulación capilar.
4. Indicador de alteración metabólica. Permite identificar los procesos metabólicos que repercuten sobre la microcirculación.
5. Indicador de alteración cardiorrespiratoria. Evalúa los procesos de falla cardíaca o respiratoria que se manifiestan en la microcirculación.
6. Indicador del principio de Fick. Estudia los procesos que afectan la bomba (corazón), el contenido (sangre) y el contenedor (vasos sanguíneos), y que se traducen en alteraciones del volumen circulante.

E) Evaluación del microbioma. Dado que en el cuerpo humano coexisten más microorganismos que células propias, la capilaroscopía permite distinguir diversos tipos de microbioma y especies diferentes, incluso dentro de un mismo campo visual. La clasificación detallada de todas las especies y subespecies resultaría extremadamente compleja, por lo que se propone una organización general en tres indicadores:

1. Indicador de microbiota. Evalúa la presencia de microorganismos como bacterias, virus y arqueas. Habitualmente este indicador se ha establecido mediante búsquedas intencionadas y revisiones epidemiológicas.
2. Indicador de macrobiota. Valora la presencia de microorganismos de origen parasitario, específicamente protozoarios y helmintos.
3. Indicador de micobiota. Evalúa la presencia de microorganismos de origen fúngico (hongos).

F) Evaluación de la homeostasis. En la evaluación de la homeostasis se consideran los principales sistemas de regulación del organismo, entre ellos los factores nutricionales, hormonales y neurológicos, que se expresan en términos de exceso o deficiencia, regulación

y contrarregulación. El objetivo es determinar el punto del espectro en el que se encuentra la persona al momento de realizar la capilaroscopía.

1. Indicador de deficiencia nutricional. Evalúa los procesos que impiden que un nutriente llegue a su destino final, la célula. Estas alteraciones pueden deberse a problemas en la absorción, el transporte o la asimilación.
2. Indicador de desequilibrio hormonal. Valora los procesos de regulación y contrarregulación hormonal y su expresión en los tejidos corporales.
3. Indicador de desequilibrio neurológico. Evalúa la influencia de los procesos neurológicos en el control y funcionamiento de los tejidos.

G) Evaluación de los hallazgos. Finalmente, en las Valoraciones Metabólicas por capilaroscopía, independientemente del momento, la región geográfica o la población estudiada, pueden observarse múltiples tipos de hallazgos. Aunque resulta difícil construir una clasificación totalmente exhaustiva, se propone una aproximación organizada en los siguientes indicadores:

1. Indicador dermatológico. Evalúa los procesos que se generan en la piel, abarcando un espectro que va desde las lesiones primarias hasta las neoformaciones.
2. Indicador traumático. Valora los procesos en los que la piel, los tejidos o la microcirculación se ven afectados por un evento traumático, ya sea de tipo físico o energético.
3. Otros hallazgos. Incluye cualquier otra imagen de capilaroscopía que no se relacione de forma directa con un tejido específico, el metabolismo o la microcirculación, pero que resulte relevante para el diagnóstico.

Con el fin de facilitar la comprensión global de estos 30 indicadores de diagnóstico clínico definidos bajo el Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM), en la Tabla 1 se presenta una síntesis organizada de cada grupo de indicadores y su ámbito de evaluación.

Tabla 1

Indicadores de diagnóstico metabólico del Sistema ATDM

Evaluación	Prueba	No.	Indicador de diagnóstico metabólico
Evaluación corporal	Bioimpedancia	1	Indicador de estado nutricional
	Bioimpedancia	2	Indicador de composición corporal
	Bioimpedancia	3	Indicador de estado metabólico
	Bioimpedancia	4	Indicador de estado homeostático
	Corneometría	5	Indicador de hidratación corporal
	Capilaroscopía	6	Indicador de inflamación
	Capilaroscopía	7	Indicador químico endógeno
	Capilaroscopía	8	Indicador de toxicología
	Capilaroscopía	9	Indicador de afectación ambiental
	Capilaroscopía	10	Indicador de alteración inmunológica
Evaluación del tejido	Capilaroscopía	11	Indicador de desbalance redox
	Capilaroscopía	12	Indicador de acidez celular
	Capilaroscopía	13	Indicador de glucoxidación (glicación)
	Capilaroscopía	14	Indicador de condensación no enzimática
Evaluación del metabolismo	Capilaroscopía	15	Indicador de adhesión de lípidos
	Capilaroscopía	16	Indicador de densidad capilar
	Capilaroscopía	17	Indicador de flujo sanguíneo
	Capilaroscopía	18	Indicador de alteración reumática
	Capilaroscopía	19	Indicador de alteración metabólica
	Capilaroscopía	20	Indicador de alteración cardiorrespiratoria
Evaluación de la microcirculación	Capilaroscopía	21	Indicador del principio de Fick
	Capilaroscopía	22	Indicador de microbiota
	Capilaroscopía	23	Indicador de macrobiota
Evaluación del microbioma	Capilaroscopía	24	Indicador de micobiota
	Capilaroscopía	25	Indicador de deficiencia nutricional
	Capilaroscopía	26	Indicador de desequilibrio hormonal
Evaluación de la homeostasis	Capilaroscopía	27	Indicador de desequilibrio neurológico
	Capilaroscopía	28	Indicador dermatológico
	Capilaroscopía	29	Indicador traumático
	Capilaroscopía	30	Otros hallazgos

Discusión

Las herramientas de diagnóstico tradicionales, como la medición de glucosa en sangre, los niveles de lípidos, la presión arterial o el ácido úrico, aportan información relevante, pero no alcanzan a capturar la complejidad de la disfunción metabólica. En este contexto, el desarrollo de métodos no invasivos para determinar las condiciones metabólicas se perfila como un campo llamado a revolucionar el diagnóstico clínico (Abuadili Garza, 2025a).

En esa línea, la capilaroscopía se plantea como una alternativa de diagnóstico preventivo-predictivo, de fácil aplicación, bajo costo y alto impacto. No obstante, su potencial ha sido subutilizado por el gremio médico, a pesar de que permite realizar una evaluación en tiempo real en el propio consultorio. Persiste, por tanto, un amplio desconocimiento entre los profesionales de la salud sobre su uso y alcances (Abuadili Garza, 2025b).

Ante esta brecha, el autor, Víctor Alfonso Abuadili Garza, ha dedicado más de quince años a investigar el alcance de la Valoración Metabólica como técnica de diagnóstico no invasivo, orientada a las causas y no solo a los efectos de la enfermedad. Esta metodología posibilita la detección oportuna de múltiples condiciones de salud, permitiendo visualizar el daño tisular, las alteraciones de la microcirculación y las modificaciones del metabolismo hasta diez años antes de que la persona debute clínicamente con una enfermedad (Abuadili Garza, 2019).

A partir de este trabajo, se desarrolla la metodología de la Valoración Metabólica como un método de gabinete *in situ*, que integra los Patrones de Valoración Metabólica (PVM) y la identificación biosemiómica de diversas enfermedades, entre ellas el síndrome metabólico y cada uno de sus componentes (Abuadili Garza, 2025c, 2025d, 2025e, 2025f, 2025g, 2025h). De igual forma, se propone una medición matemática de carácter preventivo y predictivo (Abuadili Garza, 2025h, 2025i), que funciona como herramienta de tamizaje para valorar el estado de salud en tiempo real. Esta aproximación se materializa en un “semáforo de afectación metabólica” (Abuadili Garza, 2025a), que permite identificar las causas de las enfermedades, el daño ya instaurado en tejidos y órganos, y anticipar las consecuencias posibles si no se revierte la tendencia observada. Con ello, se orientan de manera más precisa las acciones para una atención oportuna.

El presente estudio permitió identificar los componentes y patrones necesarios para integrar los Indicadores de Diagnóstico Clínico utilizando la metodología del Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM). Esta propuesta abre la posibilidad de desarrollar investigación casuística y estadística de alto valor para la salud, diferenciándose de los enfoques convencionales al incorporar paradigmas kuhnianos y complejos heurísticos al método científico y dialéctico. En este sentido, puede afirmarse que se consolida una nueva área de investigación clínica: la biosemiómica.

Si bien aún queda un amplio camino por recorrer, el establecimiento de los Indicadores de Diagnóstico Metabólico constituye un avance significativo para ordenar y sistematizar la investigación basada en la Metodología del Sistema ATDM. Se vuelve imprescindible seguir profundizando en la identificación de lesiones, especies de microorganismos y reacciones químicas en el organismo, pero los resultados obtenidos representan un punto de partida

sólido para el desarrollo de una nueva área de la medicina centrada en la interpretación integral de los signos metabólicos.

Conclusiones

Hemos podido establecer y clasificar los diversos Indicadores de Diagnóstico Clínico que pueden estudiarse en tiempo real mediante la Valoración Metabólica. Además, hemos sentado las bases para determinar algoritmos matemáticos que permitan realizar la casuística y el análisis estadístico. Estos son necesarios para comprender, desde una perspectiva biosemiótica, el funcionamiento del cuerpo humano.

Estos indicadores parten de una metodología iterativa que permite identificar y clasificar de manera sistemática cada componente que los integra. Ello hace posible reconocer en tiempo real las causas de las enfermedades, los Patrones de Valoración Metabólica (PVM), los Indicadores de Diagnóstico Clínico (IDC) y los Síndromes de Valoración Metabólica (SVM), y facilita el desarrollo de procesos de investigación que aplican el método científico y dialéctico, incorporando paradigmas kuhnianos y complejos heurísticos para consolidar una nueva rama de la investigación denominada “Biosemiótica”.

En consecuencia, el Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM) ha demostrado su eficacia para integrar un modelo matemático preventivo-predictivo que incluso permite visualizar el daño en los tejidos, la microcirculación y el metabolismo hasta diez años antes de que la persona debute con las manifestaciones clínicas de una enfermedad. Esto, a su vez, posibilita intervenir de manera oportuna para recuperar la salud en tiempo y forma, reduciendo de manera significativa los altos costos de la atención médica.

Referencias

- Abuadili Garza, V. A. (2019). *La nueva perspectiva de la salud, quitando las diez causas de todas las enfermedades*. Ciudad de México: Editorial Fundación Liderazgo Hoy A. C. Certificado de derecho de autor INDAUTOR número de registro 03-2019-111110430500-01.

Abuadili Garza, V. A. (2020). *Manual de aplicación de técnicas para el diagnóstico metabólico (ATDM). Sistema de aplicación de técnicas para el diagnóstico metabólico (Sistema ATDM)*. Registro INDAUTOR número 03-2023-120113313900-01.

Abuadili Garza, V. A. (2023a). *Manual de aplicación de técnicas para la valoración metabólica (ATVM). Sistema de aplicación de técnicas para el diagnóstico metabólico (Sistema ATDM)*. Registro INDAUTOR número 03-2020-022411275900-01.

Abuadili Garza, V. A. (2023b). *Manual de aplicación de técnicas para la observación metabólica (ATOM). Sistema de aplicación de técnicas para el diagnóstico metabólico (Sistema ATDM)*. Registro INDAUTOR número 03-2023-120413281700-01.

Abuadili Garza, V. A. (2025a). Capilaroscopía, una nueva manera de entender la salud humana. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria*, 9(4), 11.474–11.517. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.19752

Abuadili Garza, V. A. (2025b). Capilaroscopía, la herramienta diagnóstica de una nueva medicina individualizada basada en evidencias. *Sapiens in Medicine Journal*, 3(3), 1–28. <https://doi.org/10.71068/gp4gja29>

Abuadili Garza, V. A. (2025c). Acción y efecto del desbalance redox, visto en tiempo real por capilaroscopía. *Ethos Scientific Journal*, 3(2), 231–258. <https://doi.org/10.63380/esj.v3n2.2025.198>

Abuadili Garza, V. A. (2025d). Capilaroscopía, la herramienta diagnóstica que confirma las reacciones de pirólisis en el cuerpo humano. *Alpha International Journal*, 3(2), 177–200. <https://doi.org/10.63380/aij.v3n2.2025.172>

Abuadili Garza, V. A. (2025e). Capilaroscopía, una nueva manera de entender el metabolismo: Diagnóstico en tiempo real de la reacción de Maillard y su implicación en la resistencia a la insulina y a la leptina. *Revista Científica de Salud y Desarrollo Humano*, 6(3), 884–923. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v6i3.819>

Abuadili Garza, V. A. (2025f). Homeostasis de la lipoconveniencia: Identificación de la lipogénesis de Novo NO enzimática mediante capilaroscopía. *Impact Research Journal*, 3(2), 238–260. <https://doi.org/10.63380/irj.v3n2.2025.195>

Abuadili Garza, V. A. (2025g). Determinación de severidad y cronicidad de la lipogénesis de Novo NO enzimática mediante capilaroscopía. *Nexus Research Journal*, 4(2), 218–244. <https://doi.org/10.62943/nrj.v4n2.2025.379>

Abuadili Garza, V. A. (2025h). Prevalencia de patrones de valoración metabólica del Sistema ATDM, relacionados con el síndrome metabólico: Perspectiva desde las causas de las enfermedades. *Horizon International Journal*, 3(2), 197–226. <https://doi.org/10.63380/hij.v3n2.2025.168>

Abuadili Garza, V. A. (2025i). Una visión capilaroscópica del desbalance redox y su repercusión en la lipogénesis de Novo NO enzimática. *Revista Científica Kosmos*, 4(2), 227–251. <https://doi.org/10.62943/rck.v4n2.2025.381>

Abuadili Garza, V. A., & García Súchil, M. (2025). Desequilibrio del microbioma humano desde la perspectiva causa–efecto. *Bastcorp International Journal*, 4(2), 233–260. <https://doi.org/10.62943/bij.v4n2.2025.384>

Alexandrov, V. E. (2000). Biology, semiosis, and cultural difference in Lotman's semiosphere. *Comparative Literature*, 52(4), 339–362. <https://doi.org/10.2307/1771352>

Alvero-Cruz, L., Correas Gómez, M., Ronconi, R., Fernández Vázquez, J., & Porta i Manzañido. (2011). La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: Normas prácticas de utilización. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 4(4), 167–174.

Brown, V. A. (2021). An introduction to linear mixed-effects modeling in R. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, 4(1). <https://doi.org/10.1177/2515245920960351>

Cheung, T., Nuño, M., Hoffman, M., Katz, M., Kilbane, C., Alterman, R., & Tagliati, M. (2013). Variabilidad longitudinal de la impedancia en pacientes con dispositivos de

- estimulación cerebral profunda implantados crónicamente. *Brain Stimulation*, 6, 746–751. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2013.03.010>
- Colmenares-Roldán, L. M., Vélezquez-Franco, C. J., & Mesa-Navas, M. A. (2016). Capilaroscopía en la esclerosis sistémica: Una revisión narrativa de la literatura. *Revista Colombiana de Reumatología*, 23(4), 250–258.
- Constantin, M. M., Poenaru, E., Poenaru, C., & Constantin, T. (2014). Skin hydration assessment through modern non-invasive bioengineering technologies. *Maedica*, 9(1), 33–38.
- Dai, M., Li, X., Zhao, Z., & Yang, L. (2025). Reducción del ruido de tipo pico en la práctica clínica para la tomografía de impedancia eléctrica torácica mediante análisis robusto de componentes principales. *Bioingeniería*, 12, 402. <https://doi.org/10.3390/bioengineering12040402>
- Delvitto, A., & Lavagnino, L. N. (2023). Limitaciones de la complejidad en las ciencias ómicas: Simplificación epistemológica en el abordaje de enfermedades. *Principia*, 27(2), 165–194. <https://doi.org/10.5007/1808-1711.2023.e85523>
- Dussel, E. (2019). No es nada descubrir algo nuevo, hay que descubrir para qué se descubre. *Ciencia, Tecnología y Política*, 2(2). ISSN 2618-2483. Recuperado de <https://www.revistas.unlp.edu.ar/CTyP>
- Dussel, E. (2024). El concepto de científicidio. *Ciencia, Tecnología y Política*, 7(13). ISSN 2618-2483.
- Favareau, D. (Ed.). (2010). *Essential readings in biosemiotics: Anthology and commentary* (Biosemiotics 3). Berlin: Springer.
- Frigolet, M. E., & Gutiérrez Aguilar, R. (2017). Ciencias “ómicas”: ¿Cómo ayudan a las ciencias de la salud? *Revista Digital Universitaria*, 18(7). <https://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2017.v18n7.a3>
- Gilbert, S. F. (1982). Intellectual traditions in the life sciences: Molecular biology and biochemistry. *Perspectives in Biology and Medicine*, 26(1), 151–162. <https://doi.org/10.1353/pbm.1982.0009>

- Gómez, M., Urquijo, P., Mela, M., & Pittana, P. (2011). Capilaroscopía periungueal: Método de estudio e indicaciones. *Archivo Argentino de Dermatología*, 61(1), 197–202.
- Gutiérrez, D. (2009). La construcción de indicadores como problema epistemológico. *Cinta de Moebio*, 34, 16–36. <https://doi.org/10.4067/S0717-554X2009000100002>
- Herrero Jaén, S. (2016). Formalización del concepto de salud a través de la lógica: Impacto del lenguaje formal en las ciencias de la salud. *Ene*, 10(2). Recuperado el 7 de septiembre de 2025, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X2016000200006&lng=es&tlang=es
- Hoffer, E., Meador, C., & Simpson, D. (1969). Correlation of whole-body impedance with total body water volume. *J Appl Physiol*, 27, 531–534.
- Iftime, A., Scheau, C., Babeş, R. M., Ionescu, D., Periferakis, A., & Călinescu, O. (2025). Confounding factors and their mitigation in measurements of bioelectrical impedance at the skin interface. *Bioengineering*, 12(9), 926. <https://doi.org/10.3390/bioengineering12090926>
- Kull, K. (2022). The term “Biosemiotik” in the 19th century. *Sign Systems Studies*, 50(1), 173–178. <https://doi.org/10.12697/SSS.2022.50.1.10>
- Kushner, R., & Schoeller, D. (1986). Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr*, 44, 417–424.
- Kyle, U. G., Genton, L., Slosman, D. O., & Richard, C. (2001). Fat-free and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years. *Nutrition*, 17, 534–541.
- Lukaski, H. C., & Bolonchuk, W. W. (2017). Theory and validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. En *In vivo body composition studies*.
- Martínez Sánchez, F. G. (2010). Historia de la capilaroscopia. *Semin Fund Esp Reumatol*, 1, 3–4.

- Nejadgholi, I., & Bolic, M. (2015). Estudio comparativo de PCA, SIMCA y el modelo de Cole para la clasificación de mediciones de espectroscopía de bioimpedancia. *Comput. Biol. Med.*, 63, 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2015.05.004>
- Nyboer, J. (1970). Electrorheometric properties of tissues and fluids. *Ann NY Acad Sci*, 170, 410–420.
- Ramírez-López, L. X., Aguilera, A. M., Rubio, C. M., & Aguilar-Mateus, Á. M. (2021). Síndrome metabólico: Una revisión de criterios internacionales. *Revista Colombiana de Cardiología*, 28(1), 60–66. <https://doi.org/10.24875/rccar.m21000010>
- Reynaga, R., & Mayta, W. (2009). Introducción al reconocimiento de patrones. *Fides et Ratio*, 3(3), 41–44. Disponible en http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2009000100005&lng=es&nrm=iso
- Rodríguez-Sabiote, C., Úbeda-Sánchez, Á.-M., Olmedo-Moreno, E.-M., & Álvarez-Rodríguez, J. (2022). Importancia de los indicadores metodológicos-analíticos en el nivel de concreción de los diseños de investigación de los artículos científicos en educación. *Revista de Investigación Educativa*, 40(2), 365–383. <https://doi.org/10.6018/rie.441741>
- Slinde, F., Bark, A., Jansson, J., & Rossander-Hulthén, L. (2003). Bioelectrical impedance variation in healthy subjects during 12 h in the supine position. *Clin Nutr*, 22, 153–157.
- Stasiak, M., Sikora, J., Filipowicz, S. F., & Nita, K. (2007). Análisis de componentes principales y enfoque de redes neuronales artificiales para problemas de tomografía de impedancia eléctrica aproximados mediante el método de elementos de contorno multirregionales. *Eng. Anal. Bound. Elem.*, 31, 713–720. <https://doi.org/10.1016/j.enganabound.2006.12.003>
- Thomasset, A. (1962). Bioelectrical properties of tissue impedance measurements. *Lyon Medical*, 207, 107–118.

Van der Jagt, D. J., Huang, Y. S., Chuang, L. T., Bonnett, C., & Glew, R. H. (2002). Phase angle and n-3 polyunsaturated fatty acids in sickle cell disease. *Arch Dis Child*, 87, 252–254.

Yaribeygi, H., Farrokhi, F. R., Butler, A. E., & Sahebkar, A. (2019). Resistencia a la insulina: Revisión de los mecanismos moleculares subyacentes. *J. Cell Physiol.*, 234, 8152–8161.

Zagar, T., & Krizaj, D. (2008). Análisis multivariante de los espectros de impedancia eléctrica del músculo esquelético relajado y contraído. *Physiol. Meas.*, 29, S365–S372. <https://doi.org/10.1088/0967-3334/29/6/S30>

El autor no tiene conflicto de interés que declarar. La investigación fue financiada por recursos propios del autor.

Copyright (2025) © Victor Alfonso Abuadili Garza

Este texto está protegido bajo una licencia
[Creative Commons de Atribución Internacional 4.0](#)

