

Construcción heurística en la salud digital de la plataforma del sistema de aplicación de técnicas para el diagnóstico metabólico (Sistema ATDM)

Heuristic construction in digital health of the platform of the system for the application of techniques for metabolic diagnosis (ATDM System)

Victor Alfonso Abuadili Garza¹, Filiberto Sánchez Olivera², Daniel Escalante Mendoza³

¹Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Ciudad de México, México.
abuadili@yahoo.com.mx

<https://orcid.org/0009-0004-5466-1880>

²Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca. Ixtapaluca, México
fili.san.o22@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-9731-375X>

³Universidad Bancaria e Industrial. Ciudad de México, México
daniel.escalante.n86@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-5371-4137>

Correspondencia: abuadili@yahoo.com.mx

Recibido: 30/10/2025

Aceptado: 01/01/2026

Publicado: 02/02/2026

Resumen

Objetivo: Se revisó cómo se llevaron a cabo las fases y etapas de programación de la Plataforma Digital Big Data del Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM) y su uso en la clínica y la investigación para evaluar y hacer seguimiento del metabolismo. **Metodología:** Se realizó un estudio cualitativo, propositivo, descriptivo y documental, sustentado en el carácter iterativo del Sistema ATDM, que organizó la implementación en tres fases: diseño centrado en el usuario (DCU), extraer–cargar–transformar (ELT) y descubrimiento de conocimiento en bases de datos (KDD). **Resultados:** Se documentó una plataforma web con arquitectura empresarial (.NET Core 7,

Angular 16 y SQL) y seis etapas evolutivas que consolidaron el registro de pacientes/usuarios con control de roles, la captura de evaluaciones (historia clínica, bioimpedancia y capilaroscopia), la emisión de reportes, recomendaciones y campañas, la comunicación digital de resultados, tableros de control con estadísticas y componentes para telemedicina y extracción de salidas para investigación. **Conclusiones:** Se estableció que el desarrollo por fases fortaleció la trazabilidad, la mejora continua y el soporte a decisiones basadas en datos; además, al concebirse como apoyo (no sustituto) del juicio clínico, el sistema ofreció un marco replicable para iniciativas de salud metabólica digital y para futuros modelos analíticos predictivos.

Palabras clave: Sistema ATDM, biosemiómica, plataforma digital, big data, salud digital.

Abstract

Objective: We reviewed how the phases and stages of programming the Big Data Digital Platform of the System for Applying Techniques for Metabolic Diagnosis (ATDM System) were carried out, and its use in clinical practice and research to evaluate and monitor metabolism. **Methodology:** A qualitative, propositional, descriptive, and documentary study was conducted, grounded in the iterative nature of the ATDM System, which organized the implementation into three phases: user-centered design (UCD), extract-load-transform (ELT), and knowledge discovery in databases (KDD). **Results:** A web platform with an enterprise architecture (.NET Core 7, Angular 16, and SQL) was documented, along with six evolutionary stages that consolidated patient/user registration with role-based access control, evaluation data capture (medical history, bioimpedance, and capillaroscopy), report generation, recommendations and campaigns, digital communication of results, dashboards with statistics and telemedicine components, and extraction of outputs for research. **Conclusions:** It was established that phased development strengthened traceability, continuous improvement, and data-driven decision support; moreover, by being conceived as an aid (not a substitute) for clinical judgment, the system provided a replicable framework for digital metabolic health initiatives and for future predictive analytical models.

Keywords: ATDM system, biosemiomics, digital platform, big data, digital health.

Introducción

La salud digital puede definirse como la integración de la atención sanitaria en Internet [1]. Abarca desde sistemas de telesalud y teleasistencia [2] hasta portales de pacientes e historiales clínicos electrónicos [3], [4], aplicaciones móviles [5] y otras plataformas y dispositivos en línea. Sin embargo, a diferencia de las versiones digitalizadas de los enfoques sanitarios tradicionales, las intervenciones de salud digital (ISD) [6] utilizan algoritmos de inteligencia artificial (IA) y otros sistemas de aprendizaje automático (AA) para monitorizar y predecir los síntomas de los pacientes en un ciclo de retroalimentación adaptativa [7]. Las mejoras en el AA en los últimos años han demostrado su potencial en diversas enfermedades y campos médicos [8].

El rápido crecimiento del número de dispositivos biomédicos y la acumulación exponencial de datos en el sector de la salud tienen como objetivo facilitar los cuatro pilares de la atención sanitaria: diagnóstico, seguimiento, tratamiento y prevención [1]. Entre las intervenciones digitales de salud más importantes para la caracterización o el diagnóstico se incluyen algoritmos para la detección y clasificación de enfermedades [9].

Otro campo relevante es el uso de datos generados por dispositivos electrónicos personales para monitorizar parámetros de salud metabólica; estos pueden proporcionar marcadores biológicos útiles que, a su vez, podrían optimizar el diagnóstico, el tratamiento y la prevención, así como lograr una mejora clínica global [10]. En paralelo, estas aproximaciones han permitido ampliar la comprensión, la gestión y la intervención escalables de afecciones de salud mental en diferentes cohortes y en diversos entornos, mediante plataformas orientadas al monitoreo y evaluación de la salud mental y analítica de intervenciones digitales [11], [13]. Lo anterior también ha impulsado la creación de diversos dispositivos portátiles y objetos conectados, como relojes inteligentes, para recopilar datos en poblaciones sanas y con patologías de forma escalable y discreta [8], [12].

Más allá del diagnóstico y el seguimiento, basados principalmente en la interpretación de datos, algunas intervenciones digitales en salud incluyen opciones de asistencia y tratamiento [1], [7]. No obstante, los resultados clínicamente significativos de las soluciones

digitalizadas siguen siendo escasos. Si bien los avances en investigación fundamental y las innovaciones técnicas se producen rápidamente, su traslación ha sido más lenta [9]. Esto se explica, en parte, por la falta de ensayos clínicos mejor diseñados y por la pérdida de interés de los pacientes en los productos de salud digital con el paso del tiempo, factores que generan datos deficientes a largo plazo y escasa información sobre la durabilidad de los nuevos comportamientos facilitados por una herramienta de salud digital [6], [13].

Otro problema importante es la disparidad en los procesos de investigación y desarrollo entre los distintos campos y sectores. Una forma de acelerar los beneficios potenciales de las intervenciones digitales en la salud metabólica y optimizar la transformación de los descubrimientos fundamentales en tecnologías digitales innovadoras, aplicadas a la práctica clínica habitual, sería proponer una metodología que pudiera utilizarse en todas las disciplinas y sectores del campo de la salud. Esto implica homogenizar los procesos de investigación y desarrollo tecnológico, tanto en el ámbito académico como en la práctica clínica diaria; aunado a mejorar los métodos técnicos que estandarizan, agregan e intercambian datos; centralizar los datos en plataformas que prioricen la escalabilidad; y establecer repositorios de datos, estándares de datos comunes y colaboraciones [10], [14].

Derivado de lo anterior, y dada la creciente necesidad de integrar información clínica, metabólica, semiológica, casuística y estadística confiable, de manera estructurada, reproducible y escalable, es que el Doctorado Honoris Causa Víctor Alfonso Abuadili Garza ha desarrollado un modelo matemático preventivo-predictivo denominado Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM). Este sistema homogeniza los procesos de investigación mediante la “Biosemiómica Clínica Aplicada”, un nuevo concepto científico que corresponde al estudio de los procesos causales y de los signos y síntomas que puede presentar una persona antes del desarrollo de la enfermedad [15]. Asimismo, integra el manejo de los sistemas vivientes involucrados, lo que incluye una descripción teórica de los procesos de la naturaleza viviente que pueden afectar el desarrollo de estas condiciones y, en especial, de los procesos metabólicos que se suceden dentro del cuerpo humano [16]; todo ello con una visión de la vida en sí misma, es decir, de la historia natural de los actos y hechos que se presentan antes del diagnóstico clínico conforme a la

definición alópata [17]. Este nuevo concepto científico se integra por la conjunción de tres componentes, a saber:

1. **La biosemiótica:** (del griego βίος *bios*, “vida”, y σημειωτικός *sēmeiōtikos*, “observador de signos”) es una ciencia que estudia la vida como fenómeno simbólico. La biosemiótica se sirve del método científico, así como del método dialéctico, solapando la biología con la fenomenología, a fin de conceptualizar significados y sentidos, así como signos y códigos propios del dominio biológico [18]. Integra hallazgos de la biología y definiciones de la semiótica proponiendo un cambio paradigmático en la visión científica de la vida, en la que la semiosis (proceso de signos, incluidos el significado y la interpretación) es considerada inmanente e intrínseca en la cosa viviente [19]. En desarrollos contemporáneos, se han ampliado discusiones sobre fundamentos biosemióticos en dominios específicos, como la estética [20]. El término biosemiótica fue utilizado, según la literatura especializada, desde la década de 1960, y posteriormente autores como Thomas Sebeok, Thure von Uexküll, Jesper Hoffmeyer, entre otros, realizaron aportes significativos, consolidándola como un campo científico [18].
2. **Las “Ciencias Ómicas Aplicadas”:** son las ciencias que permiten estudiar un gran número de moléculas implicadas en el funcionamiento de un organismo. En las últimas décadas, el avance tecnológico ha permitido el estudio a gran escala de genes, proteínas y metabolitos, posibilitando la creación de la genómica, proteómica, metabolómica, entre otras, y apoyando el entendimiento de procesos asociados a salud y enfermedad [21]. Las Ciencias Ómicas presentan un fuerte componente integrador, y se las ha caracterizado como un “campo multi-capa, inter- o incluso transdisciplinario” [22], con alta complejidad de conceptos, metodologías y lógicas [23]. Un punto distintivo es que, desde sus inicios, han presentado intenciones explícitas de generar conocimientos y tecnologías para intervenir en aspectos relacionados con la salud humana, sobre todo respecto a la génesis de enfermedades [23].
3. **La Valoración Metabólica bajo la Metodología del Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM):** creada por el Dr. H. C. Víctor Alfonso Abuadili Garza, utiliza un modelado estadístico que alude, en

general, al análisis del cuerpo humano, sus reacciones químicas, físicas y biológicas, y su interacción con el medio ambiente, para determinar cualquier situación y sus tendencias [24]. Esta determinación se realiza sobre la base de datos y hechos recogidos y ordenados sistemática e iterativamente [25], que permiten juzgar mejor qué está ocurriendo, basándose en Componentes, Patrones e Indicadores, al realizar pruebas de bioimpedancia y capilaroscopia.

Prueba de bioimpedancia: la bioimpedancia eléctrica (BIA) es un método no invasivo y de fácil aplicación en todo tipo de poblaciones. Conocer su funcionamiento, así como sus bases físicas, permite comprender mejor su utilización y, por tanto, la aplicación estricta de las condiciones de medida para asegurar la fiabilidad de los resultados obtenidos. La BIA es un buen método para determinar el agua corporal y la masa libre de grasa en personas sin alteraciones de líquidos corporales y electrolitos. Se deben utilizar ecuaciones de predicción ajustadas a la edad y al sexo, adecuadas a la población, y estas deben haber sido validadas frente a métodos de referencia [26].

Los estudios de bioimpedancia eléctrica (BIA) se basan en la estrecha relación entre las propiedades eléctricas del cuerpo humano, la composición corporal de los diferentes tejidos y el contenido total de agua corporal. Como todos los métodos indirectos de estimación de la composición corporal, la BIA depende de premisas relativas a las propiedades eléctricas del cuerpo, su composición y estado de maduración, el nivel de hidratación, la edad, el sexo, la raza y la condición física [27], [28]. La impedancia corporal (Z) está en función de dos componentes o vectores: resistencia (R) y reactancia (X_c); estos vectores se relacionan con la ecuación $Z^2 = R^2 + X_c^2$. La R representa la resistencia de los tejidos al paso de una corriente eléctrica y la X_c es la oposición adicional debida a la capacitancia de esos tejidos y de las membranas celulares (componente dieléctrico); estos valores dependen de la frecuencia de la corriente eléctrica. La reactancia se asocia, además, al efecto eléctrico de la carga ofrecida durante períodos cortos por el componente lipídico de las membranas de la masa celular [29]–[32].

Prueba de capilaroscopia: la capilaroscopia es un método no invasivo, sencillo, de alto impacto y bajo costo que, en un principio, fue utilizado por la reumatología para observar principalmente la microcirculación; sin embargo, este autor ha identificado que la técnica

puede emplearse para una evaluación integral del metabolismo y de otras condiciones anormales. Por ello, debe incluirse en el protocolo de estudio de todo paciente en tiempo real, ya que puede realizarse en el propio consultorio, en jornadas médico-asistenciales y en cualquier lugar.

Gracias a la necesidad de un uso clínico distinto al de la reumatología y al estudio exclusivo de la microcirculación, de forma disruptiva este autor, Víctor Alfonso Abuadili Garza, decidió en el año 2011 iniciar el estudio sistemático del diagnóstico metabólico por medio de capilaroscopia, estableciendo los protocolos de atención e investigación del Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM) [33]–[35]. Para ello, se solicitó apoyo a expertos en iluminación, fotografía digital y electrónica de diversas partes del mundo, con el fin de modificar el capilaroscopio óptico convencional —bajo un modelo de utilidad— hacia un diseño donde la fuente de luz fría se externaliza del cuerpo del capilaroscopio [36], permitiendo la incidencia del haz de luz en diversos ángulos: aproximadamente 30° (plano lateral), 45° (plano sagital) y 90° (plano frontal) sobre el área del lecho periungueal a visualizar. De esta manera, se disminuyen los reflejos que frecuentemente entorpecen la visualización por epiluminación [37] y, mediante la conjunción de lentes y bioresonancia, se potencia la intensidad de la longitud de onda visible, logrando una capacidad superior a 800× y progresando en su desarrollo [38].

Bajo la metodología del Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM), la capilaroscopia se utiliza como herramienta diagnóstica, con la cual pueden observarse múltiples condiciones, como la identificación de reacciones metabólicas (p. ej., reacción de Maillard) [39], reacciones de pirólisis [40], procesos de desbalance redox producidos por especies de radicales libres [41], lipogénesis *de novo* no enzimática y la correspondiente adhesión de lípidos en los tejidos [38], [42]–[44], así como la alteración del microbioma [15], [16]; por lo que su alcance diagnóstico es infinito.

Esta metodología ha impulsado el desarrollo de una plataforma digital basada en Big Data y orientada a la salud personalizada. En este contexto, la Plataforma Digital Big Data del Sistema ATDM surge como resultado de un proceso metodológico progresivo e iterativo que articula fundamentos científicos, diseño centrado en el usuario para un uso clínico y una arquitectura tecnológica orientada a la gestión avanzada de datos para la investigación

científica de la Biosemiómica Clínica Aplicada [14], [25]. El desarrollo de la plataforma se sustentó inicialmente en la sistematización del conocimiento generado por el Sistema ATDM, integrando variables clínicas, bioquímicas, microcirculatorias y biosemiómicas previamente validadas en contextos de investigación y práctica clínica [25].

A partir de esta base conceptual, se aplicaron metodologías de extracción, estructuración y modelado de datos, permitiendo transformar información heterogénea en conjuntos de datos interoperables y analizables a gran escala. En paralelo, se implementó un enfoque de Diseño Centrado en el Usuario (DCU), orientado a identificar necesidades clínicas reales, flujos de trabajo asistenciales y requerimientos de los profesionales de la salud del Modelo Educativo y Asistencial del Sistema ATDM. Este enfoque permitió definir la lógica funcional de la plataforma, asegurando usabilidad, trazabilidad de la información y apoyo efectivo a la toma de decisiones clínicas basadas en datos [3], [6].

Posteriormente, se llevó a cabo una fase con procesos ELT (extraer, cargar y transformar), donde la información se extrae mediante la realización de jornadas de bienestar, en las que clínicamente se obtiene información del paciente aplicando el Circuito Metabólico del Sistema ATDM. Con ello, se obtiene la información de la valoración metabólica de las personas, clasificada en Componentes, Patrones de Valoración Metabólica (PVM) e Indicadores de Diagnóstico Metabólico (IDM). Esta información se carga en la Plataforma Digital Big Data del Sistema ATDM, donde, aplicando paradigmas kuhnianos y compuestos heurísticos, se desarrollan los algoritmos necesarios para transformar los datos clínicos; el sistema los interpreta para emitir un reporte metabólico casuístico y, a la vez, almacena la data para realizar una construcción estadística [25], [35].

Por último, se integran procesos de descubrimiento de conocimiento en bases de datos (KDD), incorporando etapas de selección, preprocesamiento, transformación y análisis de la información, con el objetivo de generar patrones, indicadores metabólicos y relaciones causa-efecto relevantes para el diagnóstico y seguimiento personalizado. Estos procesos sentaron las bases para la implementación de modelos analíticos y predictivos dentro del ecosistema Big Data del Sistema ATDM [14], [25]. En conjunto, la Plataforma Digital Big Data del Sistema ATDM representa la convergencia entre investigación clínica, biosemiómica aplicada y tecnologías de la información, constituyéndose como una

herramienta estratégica para la gestión integral del conocimiento metabólico, la investigación traslacional y el desarrollo de modelos de atención en salud basados en evidencia y datos a gran escala [45].

Objetivo

El objetivo principal de este estudio es evaluar la implementación de las fases y etapas de programación de la Plataforma Digital Big Data del Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM), así como su funcionalidad clínica y de investigación.

Hipótesis

Se pueden evaluar las fases de programación de la Plataforma Big Data del Sistema ATDM. Se puede evaluar la funcionalidad clínica y de investigación de dicha plataforma.

Metodología

Realizamos un estudio cualitativo, propositivo, descriptivo y documental sobre el diseño, la estructura funcional y las fases de programación de la Plataforma Big Data del Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM), para lo cual establecimos una metodología integral que prioriza elementos clave para una investigación traslacional óptima en salud metabólica digital [1], [9].

Para la recolección de datos, nos basamos en los procesos iterativos de la metodología del Sistema ATDM [25], a los que, en materia de programación, aplicamos una metodología intersectorial, ajustada a la intersección entre la academia y la industria privada, con el fin de crear la plataforma digital Big Data. Esto permite formalizar la metodología del Sistema ATDM y la investigación de la Biosemiómica Clínica Aplicada [15]–[17] en torno a un caso práctico de salud digital aplicada [1], que pretende ser interdisciplinario, abarcando diferentes campos, con énfasis en la importancia de los factores humanos en la digitalización de la salud [6]. Para el desarrollo de la Plataforma Digital del Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM), estructuramos su implementación en tres fases, a saber:

Fase 1.- Proceso de diseño centrado en el usuario (DCU). El diseño centrado en el usuario (DCU) es un proceso de diseño iterativo en el que los diseñadores se enfocan en los usuarios y sus necesidades en cada fase. Los equipos de diseño pueden incluir profesionales de diversas disciplinas (etnógrafos, psicólogos, ingenieros), así como expertos en el dominio, partes interesadas y los propios usuarios. Además, involucran a los usuarios a lo largo del proceso mediante diversas técnicas de investigación y diseño (encuestas, entrevistas, lluvia de ideas) para crear productos altamente usables y accesibles.

Cada iteración del enfoque DCU consta de cuatro fases distintas, señaladas en la Figura 1, que son:

1. Comprender el contexto de uso.
2. Identificar y especificar los requisitos del usuario.
3. Diseño de soluciones.
4. Evaluar los resultados del diseño para valorar su rendimiento.

Figura 1

Proceso de Diseño Centrado en el Usuario (Proceso DCU)



Fase 2.- Proceso de extraer, cargar y transformar (ELT). El proceso principal de integración de datos se denomina ETL (Extraer, Transformar, Cargar) o su variación moderna ELT (Extraer, Cargar, Transformar). Ambos son enfoques para combinar, limpiar

y organizar datos de múltiples fuentes en un destino único para análisis, inteligencia de negocios o almacenamiento; siendo ETL el método tradicional (transformación antes de cargar) y ELT un enfoque más flexible en entornos en la nube (cargar primero y transformar después). Este enfoque resulta coherente con la necesidad de integrar y aprovechar datos digitales de salud con fines clínicos y de investigación [14].

El flujo general del enfoque ELT utilizado en este estudio se sintetiza en la Figura 2, presentada a continuación.

Figura 2

Proceso de Extraer, Cargar y Transformar (ELT)



Fase 3.- Proceso de descubrimiento de conocimientos a través de datos (KDD). El proceso de Descubrimiento de Conocimiento a partir de Datos (KDD, por sus siglas en inglés) se define como el proceso de descubrir conocimiento útil a partir de datos. El proceso KDD (*Knowledge Discovery in Databases* o Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos) es un marco metodológico utilizado para identificar patrones válidos, novedosos, potencialmente útiles y comprensibles a partir de grandes volúmenes de datos. Se distingue de la minería de datos en que esta última es solo una etapa dentro del proceso integral de KDD.

Como proceso iterativo e interactivo, el KDD implica numerosos pasos y decisiones por parte de los usuarios. Las iteraciones pueden continuar mientras la información extraída no

satisfaga al responsable de la toma de decisiones (véase Identificación de sesgos cognitivos en salud digital para mejorar los resultados sanitarios).

Las etapas de KDD abarcan lo siguiente:

1. Comprensión del alcance del campo de aplicación.
2. Creación del conjunto de datos objetivo.
3. Limpieza y preprocesamiento de datos.
4. Reducción y proyección de datos: reducción del número de variables a analizar mediante la reducción de la dimensionalidad de los datos, la extracción de representaciones invariantes o la búsqueda de características relevantes.
5. Adecuación de los objetivos del proceso KDD al método o métodos adecuados de minería de datos.
6. Análisis exploratorio y selección de modelo e hipótesis: selección del algoritmo y método de minería de datos que se utilizará para la búsqueda de patrones.
7. Minería de datos: búsqueda de patrones interesantes en una forma de representación particular, que incluye clasificación por reglas y árboles, regresión y agrupamiento.
8. Posprocesamiento y visualización de datos: interpretación de los patrones encontrados con la posibilidad de volver a cualquier paso del 1 al 7 para un nuevo ciclo.
9. Acción sobre el conocimiento descubierto.

La secuencia operativa del proceso KDD se representa en la Figura 3, presentada a continuación.

Figura 3

Proceso de Descubrimiento de Conocimiento a partir de Datos



En ese orden de ideas, queda claro que, para el reporte de resultados, describiremos la técnica utilizada en la programación, así como las fases de desarrollo por versión, en coherencia con el carácter iterativo del Sistema ATDM [25] y con la orientación de la salud digital basada en datos [14].

Resultados

El Sistema ATDM es una plataforma digital orientada a la salud humana, diseñada para apoyar de forma integral los procesos de valoración, seguimiento y análisis de información relacionada con la salud. La plataforma permite centralizar datos de pacientes, evaluaciones, recomendaciones y reportes, facilitando una gestión ordenada, trazable y eficiente para evaluadores, administradores y personal operativo. Su diseño responde a la necesidad de contar con una herramienta confiable que respalde la toma de decisiones y el seguimiento continuo del paciente [1], [14], en coherencia con los enfoques contemporáneos de implementación y evaluación de servicios digitales de salud [3], [6].

Tecnología utilizada. El Sistema ATDM fue desarrollado utilizando tecnologías modernas y consolidadas en el entorno empresarial, lo que permite estabilidad, seguridad y escalabilidad:

- **Backend:** .NET Core 7, responsable de la lógica del sistema, validaciones de negocio y control de acceso.
- **Frontend:** Angular 16, encargado de la interfaz gráfica y la experiencia de usuario.
- **Base de datos:** SQL, utilizada para el almacenamiento estructurado, seguro y consistente de la información.

Esta arquitectura permite que la plataforma sea accesible desde navegadores web modernos y pueda adaptarse al crecimiento operativo de las organizaciones que la utilizan. Por lo tanto, al analizar las fases de programación del Sistema ATDM, podemos definir que cada una de las tres fases pasó por diversas versiones de programación, descritas a continuación [25].

Fase 1: Proceso de diseño centrado en el usuario (PCU/DCU). Durante esta Fase 1, en el desarrollo de la programación de la Plataforma Big Data del Sistema ATDM, se ejecutaron dos etapas, las cuales se describen a continuación, siguiendo un enfoque iterativo centrado en el uso clínico y en la experiencia de usuario [3], [6].

Etapas 1. Esta Etapa 1 tuvo por objetivo establecer la base operativa del Sistema ATDM, permitiendo el registro estructurado de pacientes y usuarios, así como la aplicación de evaluaciones iniciales de salud asociadas a las pruebas de Bioimpedancia y Capilaroscopia. La funcionalidad del sistema se enfocó en habilitar funciones esenciales para la operación básica. Incluyó el registro y búsqueda de pacientes, concentrando su información general en un solo lugar. Se incorporó un sistema de usuarios con roles definidos, asegurando que cada perfil tuviera acceso únicamente a las funciones correspondientes a sus responsabilidades. Asimismo, se habilitó la captura de evaluaciones como historia clínica, bioimpedancia y capilaroscopia, las cuales permiten recopilar información clave del estado de salud del paciente. Se utilizó una metodología incremental, priorizando la construcción de un núcleo funcional sólido antes de incorporar procesos más avanzados. Finalmente, el sistema generó un reporte en formato PDF que concentra los resultados de la valoración realizada.

Para visualizar la conformación funcional de esta etapa, en la Figura 4 se presenta el esquema de programación correspondiente a la Base Operacional.

Figura 4

Conformación de la programación de la Plataforma Big Data del Sistema ATDM para la Etapa 1: Base Operacional

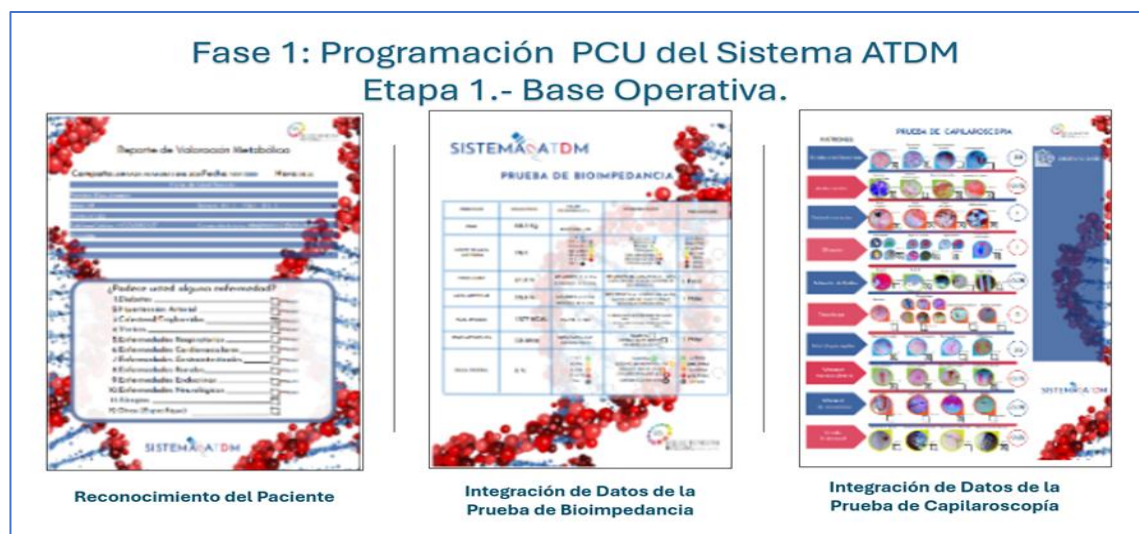
The screenshot shows the 'SISTEMA ATDM' web application. On the left is a patient registration form with fields for: Sucursal (dropdown), País (dropdown), Estado (dropdown), Nombre (text), Apellidos (text), Edad (text), Estatura (text), Género (dropdown), Correo (text), and Dirección (text). There are 'Guardar' and 'Cancelar' buttons. On the right is a table of patients with columns: No., Nombre, Edad, Género, Teléfono, Sucursal, Estado, and F. Creación. The table lists 10 patients. At the bottom right is the logo for Víctor Abudilli.

No.	Nombre	Edad	Género	Teléfono	Sucursal	Estado	F. Creación
7955	Alma Rosa Capitanachi	62	Femenino	+52 771234119	MEXICO CENTRO	Hidalgo	20-01-2026
7954	Yadira Bazan		Femenino	+52 7716838519	MEXICO CENTRO	Hidalgo	19-01-2026
7953	Maria Nava		Femenino	+52 771461737	MEXICO CENTRO	Hidalgo	18-01-2026
7952	Oswaldo Contreras Espinoza	55	Masculino	+52 00000000	MEXICO CENTRO	Hidalgo	16-01-2026
7951	Maria Guadalupe Perastegui	55	Femenino	+52 7721049931	MEXICO CENTRO	Hidalgo	16-01-2026
7950	Erendira Perez Acosta	51	Femenino	+52 5587071517	MEXICO CENTRO	Hidalgo	16-01-2026
7949	Maricela Acosta Rodriguez	70	Femenino	+52 5587071517	MEXICO CENTRO	Hidalgo	16-01-2026
7948	Omar Francisco Martinez Velazquez	46	Masculino	+52 5587071517	MEXICO CENTRO	Hidalgo	16-01-2026
7947	Zoi Guadalupe Zúñiga Bautista	14	Femenino	+52 7713485480	MEXICO CENTRO	Hidalgo	16-01-2026
7946	Jimena Perez	35	Femenino	+1 3234827166	USA CALIFORNIA	California	16-01-2026
7945	Elsa Jimenez	59	Femenino	+1 3233382127	USA CALIFORNIA	California	16-01-2026
7944	Erica Lopez	42	Femenino	+1 7143532397	USA CALIFORNIA	California	15-01-2026

Una vez realizada la programación correspondiente, como se observa en la Figura 5, el entregable consistió en el Reporte de Valoración Metabólica de cada paciente, integrando el reconocimiento del paciente y los resultados de la Valoración Metabólica provenientes de las pruebas de Bioimpedancia y Capilaroscopia.

Figura 5

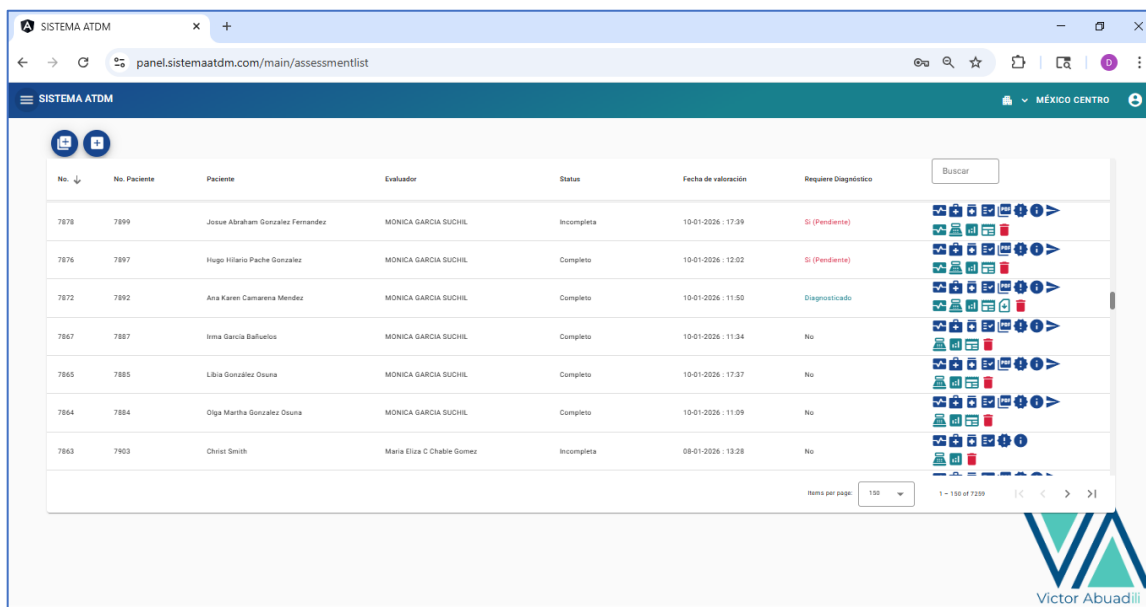
Resultado entregable de la Fase 1 (PCU/DCU) correspondiente a la Etapa 1 de la programación de la Base Operacional



Etapla 2. La Etapa 2 tuvo por objetivo mejorar la calidad de la información capturada y ampliar el alcance de las valoraciones mediante recomendaciones y campañas. Su funcionalidad fortaleció la integridad de la información mediante validaciones para evitar registros duplicados de pacientes. Se amplió la información capturada, permitiendo agregar datos adicionales y opciones más flexibles durante la valoración. El sistema incorporó módulos de recomendaciones de actividad física, dietas y recomendación de nutraceuticos, lo que permitió ofrecer una orientación más completa al paciente. Asimismo, se integró la gestión de campañas, facilitando la asignación de citas con base en horarios y estaciones de trabajo, así como la generación de nuevos reportes de seguimiento. En esta etapa se aplicó una metodología de mejora continua, incorporando retroalimentación directa de los usuarios para enriquecer las funciones existentes [3], [6]. Con el fin de evidenciar la estructura y el resultado funcional de la Etapa 2, la Figura 6 muestra la conformación de la programación enfocada en el Reporte de Valoración Metabólica.

Figura 6

Conformación de la programación de la Plataforma Big Data del Sistema ATDM para la Etapa 2: Desarrollo del Reporte de Valoración Metabólica



No.	No. Paciente	Paciente	Evaluador	Status	Fecha de valoración	Requiere Diagnóstico
7878	7899	Josue Abraham Gonzalez Fernandez	MONICA GARCIA SUCHIL	Incompleta	10-01-2026 : 17:39	Si (Pendiente)
7876	7897	Hugo Hilario Pacheco Gonzalez	MONICA GARCIA SUCHIL	Completo	10-01-2026 : 12:02	Si (Pendiente)
7872	7892	Ara Karen Camarena Mendez	MONICA GARCIA SUCHIL	Completo	10-01-2026 : 11:50	Diagnosticado
7867	7887	Irma Garcia Ballesteros	MONICA GARCIA SUCHIL	Completo	10-01-2026 : 11:34	No
7865	7885	Libria Gonzalez Osuna	MONICA GARCIA SUCHIL	Completo	10-01-2026 : 17:37	No
7864	7884	Olga Martha Gonzalez Osuna	MONICA GARCIA SUCHIL	Completo	10-01-2026 : 11:09	No
7863	7893	Christ Smith	Maria Eliza C Chable Gomez	Incompleta	08-01-2026 : 13:28	No

Del mismo modo, en la Figura 7 se presenta el resultado entregable al paciente correspondiente a esta etapa.

Figura 7

Resultado entregable de la Fase 1 (PCU/DCU) correspondiente a la Etapa 2 de la programación del Reporte al Paciente

Fase 1: Programación PCU del Sistema ATDM

Etapa 2: Reporte al Paciente.



Integración de Datos



Programación de Recomendación Nutricional



Programación de Recomendación de Actividad Física



Programación de Recomendación Nutracéutica

En ese orden de ideas, resumiendo los procesos incorporados en la programación de la Fase 1 de la plataforma digital del Sistema ATDM, en la **Figura 8** se muestra que el proceso PCU/DCU se centró en crear las bases de datos, integrar los Componentes de cada Patrón de Valoración Metabólica (PVM) y de los Indicadores de Diagnóstico Metabólico (IDM), y determinar causas de enfermedad y un semáforo de grado de riesgo, que a su vez sirven para la emisión de recomendaciones de salud, ejercicios, dieta y nutracéuticos [25].

Figura 8

Proceso PCU/DCU en la programación de la Plataforma Digital del Sistema ATDM



Fase 2: Proceso de extraer, cargar y transformar (ELT). Durante esta Fase 2, en el desarrollo de la programación de la Plataforma Big Data del Sistema ATDM, se ejecutaron dos etapas, orientadas a la integración de datos, comunicación de resultados y analítica para seguimiento y control operativo, en línea con la necesidad de aprovechar el valor de los datos digitales en salud [14].

Etapas 3. La Etapa 3 tuvo por objetivo optimizar la comunicación, el seguimiento y la gestión administrativa del sistema. Su funcionalidad se centró en mejorar la comunicación y el control operativo. Se habilitó el envío de resultados de valoración a través de distintos canales digitales, facilitando el acceso del paciente a su información y permitiendo un mayor control administrativo. Además, se añadieron controles de estatus para dar seguimiento al avance de cada valoración, así como herramientas de estadísticas y gráficas que permiten analizar la información de manera global o segmentada por distintos criterios. La metodología aplicada fue de tipo evolutiva, orientada a la eficiencia operativa, la trazabilidad y la mejora de la experiencia del usuario [3], [6].

Para ilustrar el entregable asociado a esta etapa, en la Figura 9 se presenta el resultado correspondiente a las herramientas estadísticas.

Figura 9

Resultado entregable de la Fase 2 (ELT) correspondiente a la Etapa 3 de la programación de Herramientas Estadísticas

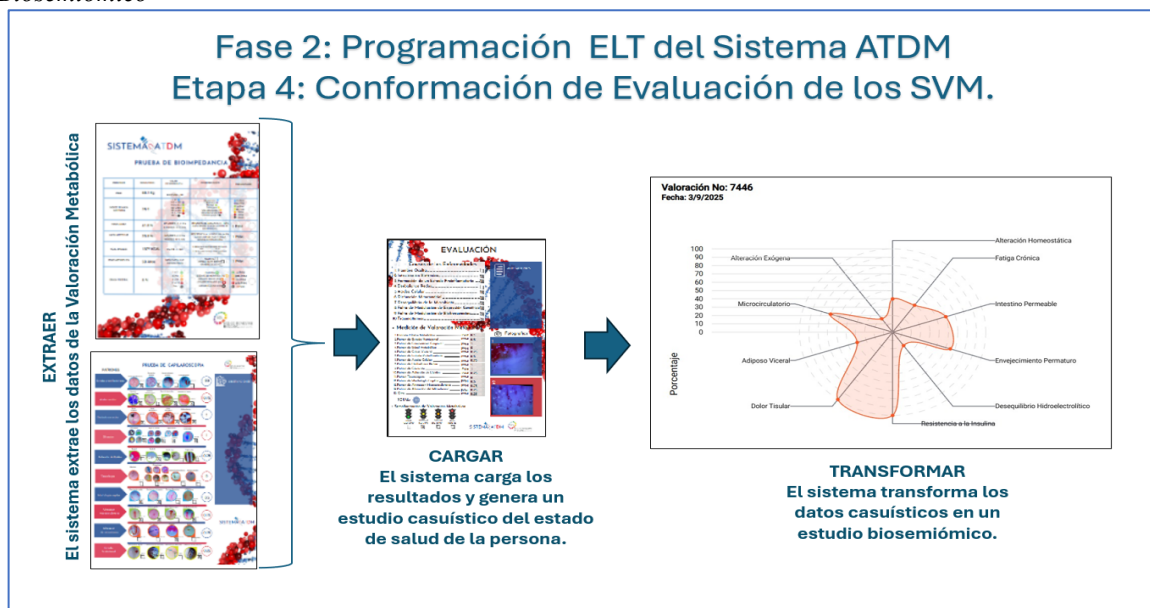


Etapa 4. La Etapa 4 tuvo por objetivo fortalecer el control de citas, campañas y el análisis avanzado de información. En esta versión se incorporaron funciones avanzadas para la gestión de citas y campañas, permitiendo un mejor control de asignaciones y evitando duplicidades en la atención de pacientes. Se desarrolló un historial completo del paciente, facilitando la consulta de valoraciones anteriores. Asimismo, se añadieron notificaciones automáticas relacionadas con campañas y citas, así como reportes gráficos que permiten visualizar el seguimiento, síndromes y otros indicadores relevantes para la toma de decisiones. La metodología aplicada se basó en el control de procesos y la reducción de errores operativos mediante validaciones y reglas claras de operación [14], [25].

Para observar el entregable de esta etapa, en la Figura 10 se presenta el resultado correspondiente al estudio biosemiómico integrado en la plataforma.

Figura 10

Resultado entregable de la Fase 2 (ELT) correspondiente a la Etapa 4 de la programación del Estudio Biosemiómico

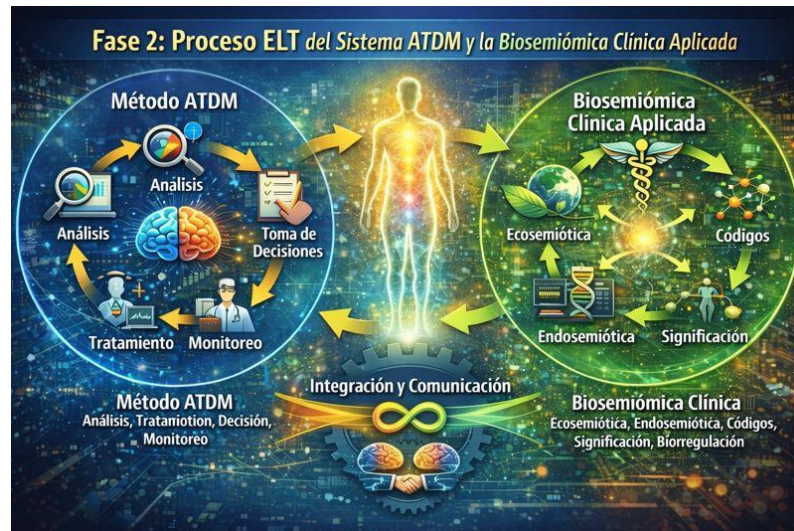


Es así como, en la Figura 11, se resume la Fase 2 de programación de la Plataforma Digital Big Data del Sistema ATDM, en la que se programan la integración y la comunicación a efecto de emitir información optimizada para el paciente. Esto permitió entregar los reportes de valoraciones metabólicas e integrar estadística específica de los Patrones de Valoración Metabólica (PVM) y de los Indicadores de Diagnóstico Metabólico (IDM), pudiendo

integrar muestras de cada jornada por región, por estado o incluso estadística por país [14], [25].

Figura 11

Resumen de la fase 2 de programación del Sistema ATDM



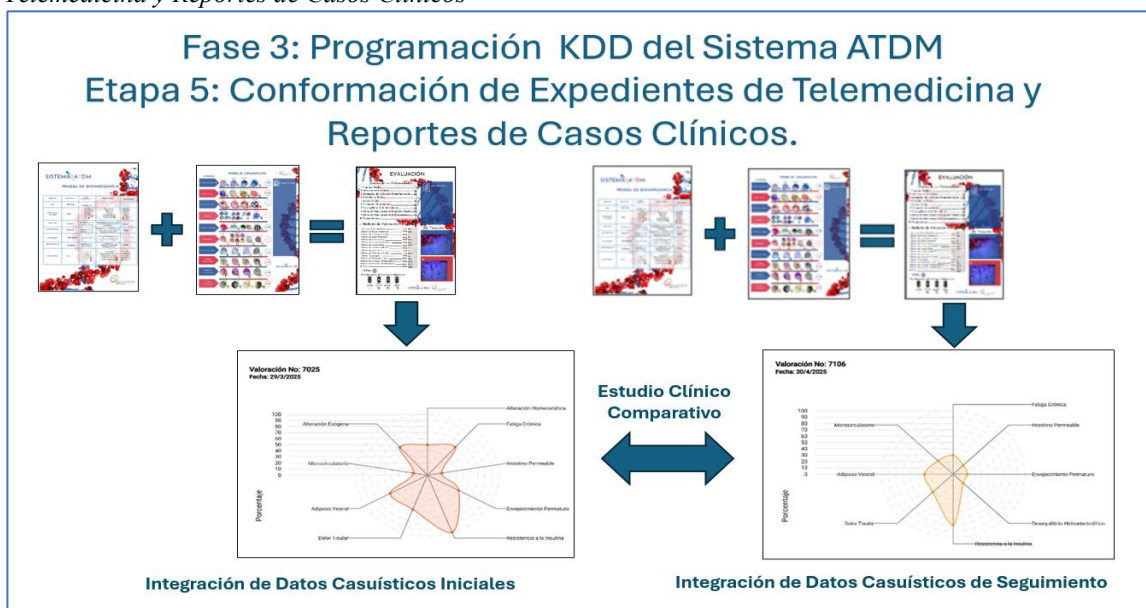
Fase 3: Proceso de descubrimiento de conocimientos en bases de datos (KDD). Durante esta Fase 3, en el desarrollo de la programación de la Plataforma Big Data del Sistema ATDM, se ejecutaron dos etapas orientadas a consolidación casuística, soporte clínico, telemedicina e investigación estadística, con énfasis en trazabilidad y toma de decisiones basada en datos [2], [14], [25].

Etapas 5. La Etapa 5 tuvo por objetivo consolidar la información casuística mediante la entrega, a profesionales de la salud, de la data capturada en campo, a fin de integrar expedientes clínicos electrónicos, dar seguimiento a estas personas a través de consultas de telemedicina y atender masivamente a personas en distintas regiones del mundo [2], [25]. Para ello, se realizaron mejoras para la implementación de protocolos de atención de telemedicina, se optimizó el espacio de almacenamiento y se mejoró la programación para filtrar a los pacientes mediante el semáforo metabólico, sirviendo como modelo de triaje metabólico. Además, se incorporaron reportes médico-clínicos desde notas médicas, peritajes y protocolos para presentar reportes de casos clínicos, sentando bases para protocolos de investigación de seguimientos individuales y colectivos [25].

Para mostrar el entregable asociado a esta etapa, en la Figura 12 se presenta la conformación de expedientes de telemedicina y reportes de casos clínicos.

Figura 12

Resultado entregable de la Fase 3 (KDD) correspondiente a la Etapa 5: Conformación de Expedientes de Telemedicina y Reportes de Casos Clínicos

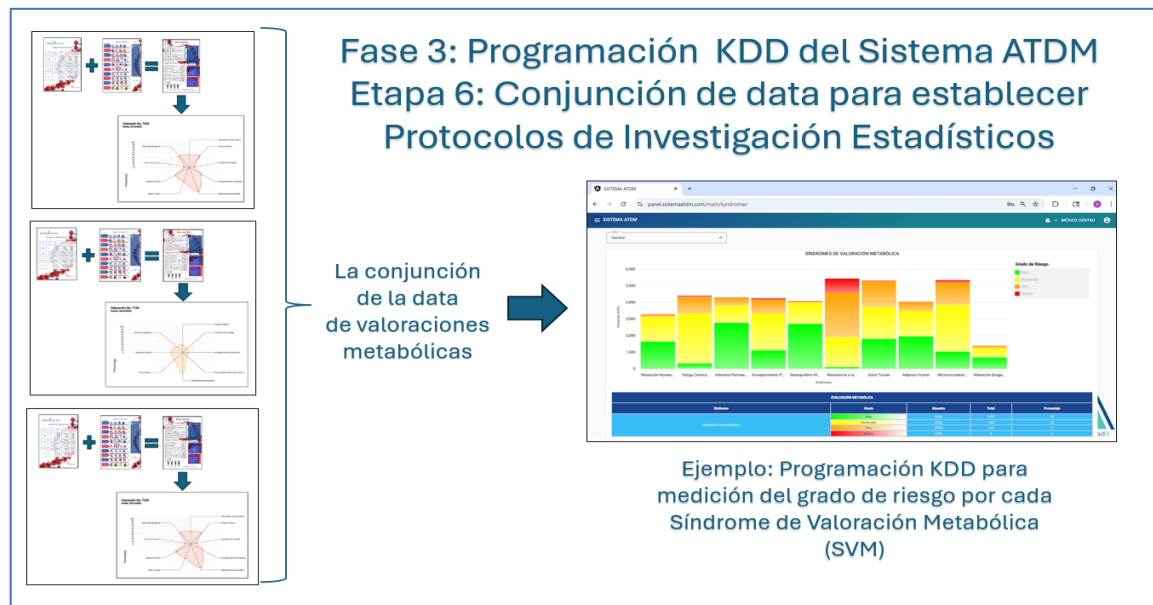


Etap 6. La Etapa 6 tuvo por objetivo consolidar la plataforma mediante mejoras en control de pacientes, reportes y presentación de resultados. Su funcionalidad se basó en la consolidación del Sistema ATDM como herramienta de investigación estadística. Se realizaron mejoras en la gestión de pacientes, incluyendo la fusión de registros duplicados para mantener la consistencia de la información. Se optimizaron los formatos de reportes estadísticos y la extracción de bases de datos de investigación en documentos PDF, mejorando su claridad visual y presentación. Además, se incorporaron reportes específicos para generar reportes geoestadísticos, de calidad de atención y de evaluación comparativa de campañas y valoraciones personales subsecuentes, así como mejoras visuales en la plataforma para una experiencia de usuario más clara y ordenada. Para ello, se aplicó una metodología de refinamiento, enfocada en usabilidad, claridad de la información y soporte a la toma de decisiones [14], [25].

Dado que la numeración de figuras debe mantenerse consistente, a continuación, se presenta el entregable de la Etapa 6 como Figura 13.

Figura 13

Resultado entregable de la Fase 3 (KDD) correspondiente a la Etapa 6: Conjunción de data para establecer Protocolos de Investigación



Discusión

Una plataforma de salud digital aplicada al metabolismo humano necesita modelos que vayan más allá de enfoques disciplinarios aislados y que alineen la práctica clínica, las ciencias y la evolución tecnológica. En este marco, se propone el Sistema ATDM como un esquema metodológico y operativo cuyo objetivo principal es catalizar la colaboración entre profesionales de la salud, academia, especialistas en inteligencia artificial y desarrolladores de tecnología, tanto institucionales como privados. Este enfoque integrado requiere una alineación efectiva entre disciplinas para identificar y comunicar problemas reales de la práctica clínica, articular preguntas de investigación relevantes y, finalmente, integrar soluciones en enfoques digitales apropiados y escalables [3], [6], [14], [45].

El enfoque traslacional del Sistema ATDM busca cerrar la brecha histórica entre la investigación básica y su aplicación en entornos clínicos y comunitarios y, como tal, constituye una de las contribuciones importantes del sistema [9], [45]. La plataforma no solo

organiza información sobre la salud metabólica, sino que también proporciona un entorno estructurado en el que se producen datos clínicos y operativos que pueden funcionar como materia prima para el análisis, la validación científica y el desarrollo posterior de la solución. Al hacerlo, establece una aspiración a corto plazo: aportar directrices para futuros estudios de salud metabólica digital; y, simultáneamente, esboza una visión a largo plazo orientada al diseño de una plataforma con potencial de utilidad global [1], [14].

Desde la perspectiva operativa, el alcance funcional del Sistema ATDM atiende necesidades específicas para la gestión y el análisis de información en salud. El registro y gestión de pacientes y usuarios, la captura y procesamiento de evaluaciones, la generación de informes digitales, la gestión de citas y campañas, así como la visualización de indicadores mediante gráficas y paneles de control, lo convierten en una plataforma de apoyo informativo y administrativo. Estas características favorecen la trazabilidad de los datos, la continuidad del seguimiento y la toma de decisiones guiada por información organizada [14].

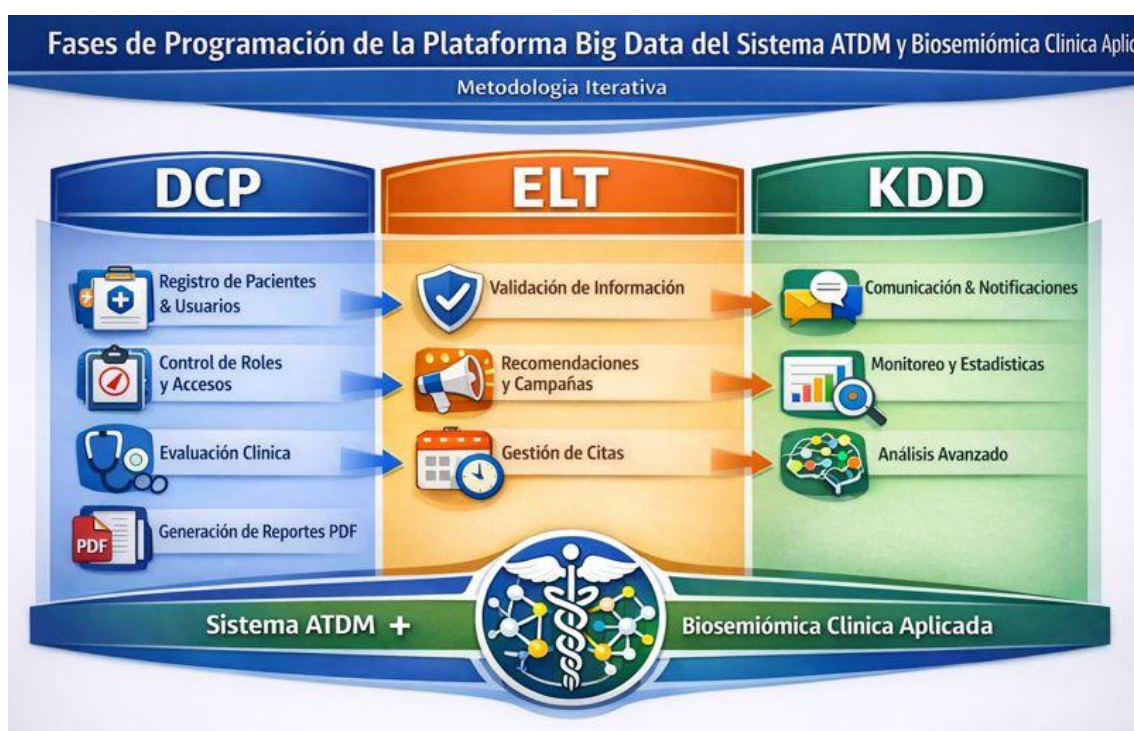
El uso de patrones e indicadores para visualizar resultados es un componente central del sistema [34], [35], ya que facilita la comprensión de comportamientos de incidencia, prevalencia y tendencias relacionadas con el bienestar metabólico individual y poblacional [46]. Esto adquiere especial relevancia en procesos de investigación aplicada, auditoría clínica y evaluación de programas de intervención, donde múltiples partes interesadas (por ejemplo, clínicos, investigadores y gestores) requieren comunicarse en un lenguaje común a través de métricas y representaciones gráficas comprensibles. En consecuencia, estas limitaciones deben declararse explícitamente para utilizar el Sistema ATDM de manera ética, segura y científicamente consistente [6].

La plataforma no es un sustituto del diagnóstico médico, del tratamiento clínico ni de la evaluación profesional directa. Los resultados y las recomendaciones derivadas se presentan de forma orientativa y dependen de la calidad y autenticidad de la información capturada por los usuarios autorizados [47]. Por ello, su implementación debe realizarse de manera articulada con la práctica clínica y con la orientación de profesionales de la salud cuando la situación lo requiera. Estas limitaciones no constituyen una debilidad del sistema; más bien, operan como una restricción necesaria que consolida su papel como complemento, y no como reemplazo, del juicio clínico.

Finalmente, puede establecerse que la programación por fases y etapas se desarrolló en función de la necesidad de construir una herramienta digital que cumpla con cada una de sus funciones. En este sentido, a continuación, en la Figura 14 se resumen las fases de programación del Sistema ATDM, ligadas a una metodología iterativa [25] que permite estructurar el desarrollo en DCU, ELT y KDD, integrando la clínica del Sistema ATDM con la investigación de la Biosemiómica Clínica Aplicada [15]–[17].

Figura 14

Resumen de la programación de la Plataforma del Sistema ATDM



Conclusiones

Al definir claramente cómo se llevará a cabo la programación del Sistema ATDM, puede concluirse que esta se ajusta a las mejores prácticas de seguridad, protección del paciente y responsabilidad profesional, relevantes en cualquier iniciativa clínica dentro del campo de la salud digital. En general, la propuesta del Sistema ATDM fortalece la discusión conceptual sobre cómo deben funcionar las plataformas digitales en el presente (y en el futuro), particularmente en lo relativo al diseño de un marco que mantenga el equilibrio entre

usabilidad, valor clínico, valor económico y seguridad. Su naturaleza colaborativa y traslacional presenta un modelo replicable para nuevas iniciativas en salud metabólica digital, con potencial para consolidar la investigación aplicada y establecer procesos más robustos de evaluación y seguimiento en diversos entornos de atención en salud.

Referencias

- [1]. D. C. Klonoff, F. King, and D. Kerr, “Nuevas oportunidades para el desarrollo de la salud digital,” *J. Diabetes Sci. Technol.*, vol. 13, pp. 159–163, 2019, doi: 10.1177/1932296818822215.
- [2]. C. May, M. Mort, T. Williams, F. Mair, and L. Gask, “Evaluación de tecnologías sanitarias en sus contextos locales: estudios sobre telesalud,” *Soc. Sci. Med.*, vol. 57, pp. 697–710, 2003, doi: 10.1016/S0277-9536(02)00419-7.
- [3]. A. M. Devlin, M. McGee-Lennon, C. A. O'Donnell, M. M. Bouamrane, R. Agbakoba, *et al.*, “Implementación a gran escala de servicios digitales de salud y bienestar: lecciones aprendidas durante la puesta en marcha del programa Dallas en el Reino Unido,” *J. Am. Med. Inform. Assoc.*, vol. 23, pp. 48–59, 2016, doi: 10.1093/jamia/ocv097.
- [4]. C. Pagliari, D. Detmer, and P. Singleton, “Potencial de las historias clínicas electrónicas personales,” *BMJ*, vol. 335, pp. 330–333, 2007, doi: 10.1136/bmj.39279.482963.AD.
- [5]. S. C. Bailey, L. T. Belter, A. U. Pandit, D. M. Carpenter, E. Carlos, and M. S. Wolf, “Disponibilidad, funcionalidad y calidad de las aplicaciones móviles que apoyan la autogestión de la medicación,” *J. Am. Med. Inform. Assoc.*, vol. 21, pp. 542–546, 2014, doi: 10.1136/amiajnl-2013-002232.
- [6]. E. Murray, E. B. Hekler, G. Andersson, L. M. Collins, A. Doherty, C. Hollis, *et al.*, “Evaluación de las intervenciones de salud digital: preguntas y enfoques clave,” *Am. J. Prev. Med.*, vol. 51, pp. 843–851, 2016, doi: 10.1016/j.amepre.2016.06.008.
- [7]. A. Palanica, M. J. Docktor, M. Lieberman, and Y. Fossat, “La necesidad de la inteligencia artificial en las terapias digitales,” *Digital Biomarkers*, vol. 4, pp. 21–25, 2020, doi: 10.1159/000506861.

- [8]. J. Dunn, R. Runge, and M. Snyder, “Dispositivos portátiles y la revolución médica,” *Per. Med.*, vol. 15, pp. 429–448, 2018, doi: 10.2217/pme-2018-0044.
- [9]. B. Allen, S. E. Seltzer, C. P. Langlotz, K. P. Dreyer, R. M. Summers, N. Petrick, *et al.*, “Una hoja de ruta para la investigación traslacional sobre inteligencia artificial en imágenes médicas: del taller de 2018 de los Institutos Nacionales de la Salud/RSNA/ACR/La Academia,” *J. Am. Coll. Radiol.*, vol. 16, pp. 1179–1189, 2019, doi: 10.1016/j.jacr.2019.04.014.
- [10]. K. Huckvale, S. Venkatesh, and H. Christensen, “Hacia la fenotipificación digital clínica: una oportunidad oportuna para considerar el propósito, la calidad y la seguridad,” *NPJ Digit. Med.*, vol. 2, Art. no. 88, 2019, doi: 10.1038/s41746-019-0166-1.
- [11]. M. R. Kamdar and M. J. Wu, “PRISM: una plataforma basada en datos para el monitoreo de la salud mental,” *Pac. Symp. Biocomput.*, vol. 21, pp. 333–344, 2016, doi: 10.1142/9789814749411_0031.
- [12]. B. W. Nelson and N. B. Allen, “Precisión de la medición de la frecuencia cardíaca mediante dispositivos portátiles de consumo durante un período de 24 horas ecológicamente válido: estudio de validación intraindividual,” *JMIR Mhealth Uhealth*, vol. 7, Art. no. e10828, 2019, doi: 10.2196/10828.
- [13]. B. Lo, J. Shi, E. Hollenberg, A. Abi-Jaoude, A. Johnson, and D. Wiljer, “Análisis del papel de la analítica en la evaluación de intervenciones digitales de salud mental para jóvenes en transición a la edad adulta: una revisión exploratoria,” *JMIR Ment. Health*, vol. 7, Art. no. e15942, 2020, doi: 10.2196/15942.
- [14]. D. Blumenthal, “Aprovechamiento del valor (y la rentabilidad) de los datos digitales de salud,” *Ann. Intern. Med.*, vol. 166, pp. 842–843, 2017, doi: 10.7326/M17-0511.
- [15]. V. A. Abuadili Garza, “Biosemiómica Clínica Aplicada; Una Nueva Metodología de Investigación que Revoluciona la Medicina Actual,” *Journal of Multidisciplinary Novel Journeys & Explorations*, vol. 3, no. 1, 2025a, doi: 10.63688/faryz258.
- [16]. V. A. Abuadili Garza, “Biosemiomics, the New Research Technique from the Cause-Effect Perspective,” *International Science Journal*, vol. 2, no. 2, 2025b, doi: 10.65784/068.

- [17]. V. A. Abuadili Garza, "Definición / Herramienta / Metodología de la Biosemiómica y el Sistema ATDM como la Nueva forma de Investigar la Medicina Basada en Evidencias," *ASCE MAGAZINE*, vol. 4, no. 4, pp. 2992–3021, 2025c, doi: 10.70577/asce.v4i4.559.
- [18]. D. Favareau, "Laws of Symbolic Mediation in the Dynamics of Self and Personality," in *Essential Readings in Biosemiotics: Anthology and Commentary*, Dordrecht, The Netherlands: Springer Netherlands, pp. 445–462, 2010.
- [19]. V. E. Alexandrov, "Biology, Semiosis, and Cultural Difference in Lotman's Semiosphere," *Comparative Literature*, vol. 52, no. 4, pp. 339–362, 2000, doi: 10.2307/1771352.
- [20]. K. Kull, "The biosemiotic fundamentals of aesthetics: Beauty is the perfect semiotic fitting," *Biosemiotics*, vol. 15, no. 1, pp. 1–22, 2022.
- [21]. M. E. Frigolet and R. Gutiérrez-Aguilar, "The role of the novel lipokine palmitoleic acid in health and disease," *Advances in Nutrition*, vol. 8, no. 1, pp. 173S–181S, 2017.
- [22]. V. A. Garza, "Biosemiómica clínica aplicada; una nueva metodología de investigación que revoluciona la medicina actual," *Journal of Multidisciplinary Novel Journeys & Explorations*, vol. 3, no. 1, pp. 1–28, 2025.
- [23]. A. Delvitto and L. N. Lavagnino, "Limitaciones de la complejidad en las ciencias ómicas: simplificación epistemológica en el abordaje de enfermedades," *Principia*, vol. 27, no. 2, pp. 165–194, 2023, doi: 10.5007/1808-1711.2023.e85523.
- [24]. V. A. Abuadili Garza, "The Prevalence of the Causes of Diseases, under a Cause – Effect Approach," *Journal of Medical Science and Innovation*, vol. 4, no. 2, pp. 127–135, 2025i, doi: 10.54536/ajmsi.v4i2.6119.
- [25]. V. A. Abuadili Garza, "Metodología Iterativa del Sistema de Aplicación de Técnicas para el Diagnóstico Metabólico (Sistema ATDM)," *Atlas Research Journal*, vol. 3, no. 1, pp. 67–96, 2025g, doi: 10.65305/arj.v3n1.2025.32.
- [26]. L. Alvero-Cruz, M. Correas Gómez, R. Ronconi, J. Fernández Vázquez, and P. i Manzanido, "La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal, normas prácticas de utilización," *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, vol. 4, no. 4, pp. 167–174, 2011.

- [27]. E. C. Hoffer, C. K. Meador, and D. C. Simpson, "Correlation of whole-body impedance with total body water volume," *Journal of Applied Physiology*, vol. 27, no. 4, pp. 531–534, 1969.
- [28]. A. Thomasset, "Bioelectrical properties of tissue impedance measurements," *Lyon Medical*, vol. 207, pp. 107–118, 1962.
- [29]. H. C. Lukaski and W. W. Bolonchuck, "Theory and validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition," in *In vivo body composition Studies*, 2017.
- [30]. U. G. Kyle, L. Genton, D. O. Slosman, and C. Richard, "Fat free and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years," *Nutrition*, vol. 17, pp. 534–4, 2001.
- [31]. D. J. Van der Jagt, Y. S. Huang, L. T. Chuang, C. Bonnett, and R. H. Glew, "Phase angle and n-3 polyunsaturated fatty acids in sickle cell disease," *Arch. Dis. Child*, vol. 87, pp. 252–4, 2002.
- [32]. F. Slinde, A. Bark, J. Jansson, and L. Rossander-Hulthen, "Bioelectrical impedance variation in healthy subjects during 12 in the supine position," *Clin. Nutr.*, vol. 22, pp. 153–7, 2003.
- [33]. V. A. Abuadili Garza, *La Nueva perspectiva de la Salud, Quitando las diez causas de todas las enfermedades*. Ciudad de México, México: Editorial Fundación Liderazgo Hoy A.C., 2019. (Certificado de derecho de autor INDAUTOR No. 03-2019-111110430500-01).
- [34]. V. A. Abuadili Garza, "Capilaroscopia, una nueva manera de entender la Salud humana," *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 9, no. 4, pp. 11474–11517, 2025d, doi: 10.37811/cl_rcm.v9i4.19752.
- [35]. V. A. Abuadili Garza, "Indicadores de diagnóstico clínico del sistema de aplicación de técnicas para el diagnóstico metabólico (Sistema ATDM)," *Arcana Scientific Journal*, vol. 3, no. 1, pp. 46–74, 2025f, doi: 10.65305/asj.v3n1.2025.30.
- [36]. P. Franz Klein-Weigel, C. Sunderkötter, and O. Sander, "Nailfold capillaroscopy microscopy an interdisciplinary appraisal," *Vasa*, vol. 45, no. 5, pp. 356–364, 2016.
- [37]. S. B. Matiacevich, "Caracterización y fotoestabilidad de compuestos fluorescentes y pardos generados en reacciones enzimáticas y no enzimáticas. Implicancias en la

- conservación de materiales orgánicos,” Ph.D. dissertation, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, 2008.
- [38]. V. A. Abuadili Garza, “Capilaroscopia, La Herramienta Diagnóstica De Una Nueva Medicina Individualizada Basada En Evidencias,” *Sapiens in Medicine Journal*, vol. 3, no. 3, pp. 1–28, 2025e, doi: 10.71068/gp4gja29.
- [39]. V. A. Abuadili Garza, “Capilaroscopia, 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*, vol. 6, no. 3, pp. 884–923, 2025l, doi: 10.61368/r.s.d.h.v6.i3.819.
- [40]. V. A. Abuadili Garza, “Capilaroscopia, la herramienta diagnóstica que confirma las reacciones de pirólisis en el cuerpo humano,” *Alpha International Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 177–200, 2025k, doi: 10.63380/aij.v3n2.2025.172.
- [41]. V. A. Abuadili Garza, “Acción y efecto del desbalance redox, visto en tiempo real por Capilaroscopia,” *Ethos Scientific Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 231–258, 2025j, doi: 10.63380/esj.v3n2.2025.198.
- [42]. V. A. Abuadili Garza, “Homeostasis de la Lipoconveniencia. Identificación de la Lipogénesis de Novo NO Enzimática mediante Capilaroscopia,” *Impact Research Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 238–260, 2025m, doi: 10.63380/irj.v3n2.2025.195.
- [43]. V. A. Abuadili Garza, “Determinación de severidad y cronicidad de la lipogénesis de Novo NO enzimática mediante Capilaroscopia,” *Nexus Research Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 218–244, 2025n, doi: 10.62943/nrj.v4n2.2025.379.
- [44]. V. A. Abuadili Garza, “Una visión capilaroscópica del desbalance redox y su repercusión en la lipogénesis de Novo NO Enzimática,” *Revista Científica Kosmos*, vol. 4, no. 2, pp. 227–251, 2025o, doi: 10.62943/rck.v4n2.2025.381.
- [45]. M. García Súchil, V. Cruz Monrroy, and L. D. R. Castellanos Gordillo, “Evolución Cronológica del Sistema ATDM y su Consolidación Científica en el Diagnóstico Preventivo - Predictivo: Análisis Integral 2008–2025,” *Emergentes - Revista Científica*, vol. 5, no. 4, pp. 1078–1112, 2026, doi: 10.60112/erc.v5.i4.649.
- [46]. V. A. Abuadili Garza, “Intoxicación sistémica; desde la perspectiva causa – efecto. ‘todo lo que entra, tiene que salir, si no sale se acumula y te intoxica’,” *Horizon*

International Journal, vol. 4, no. 1, Jan.–Jun. 2026e, doi: 10.63380/hij.v4n1.2026.262.

- [47]. V. A. Abuadili Garza, “Diferencias entre Suplemento Alimenticio y Nutracéutico desde una Perspectiva Causa–Efecto,” *IECCMEXICO*, vol. 4, no. 3, 2026b, doi: 10.64784/095

Los autores no tienen conflicto de interés que declarar. La investigación fue financiada por los autores.

Copyright (2026) © Victor Alfonso Abuadili Garza, Filiberto Sánchez Olivera, Daniel Escalante Mendoza

Este texto está protegido bajo una licencia
[Creative Commons de Atribución Internacional 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

