

**LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y
Humanidades, Asunción, Paraguay**

ISSN en línea: 2789-3855, 2026

Modelo analítico para optimizar el programa de salud infantil “Juntos por una Sonrisa” en la provincia del Cañar, Ecuador

Analytical model to optimize the child health program “Juntos por una Sonrisa” in Cañar Province, Ecuador

Olger Antonio Cajamarca Criollo

ocajamarcac@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8958-584X>
Universidad Católica de Cuenca
Cuenca – Ecuador

María Alejandra Aguirre Quezada

maaguirreq@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4496-9182>
Universidad Católica de Cuenca
Azogues – Ecuador

Dora Elizabeth Jiménez Rivas

djimenezr@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-1644-3052>
Universidad Católica de Cuenca
Azogues – Ecuador

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5529>

Artículo recibido: 10 de noviembre de 2025.
Aceptado para publicación: 17 de marzo de 2026.
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.


Redilat
Red de Investigadores
Latinoamericanos


LATAM

Revista Latinoamericana de
Ciencias Sociales y Humanidades

VOLUMEN VII

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5529>

Modelo analítico para optimizar el programa de salud infantil “Juntos por una Sonrisa” en la provincia del Cañar, Ecuador

Analytical model to optimize the child health program “Juntos por una Sonrisa” in Cañar Province, Ecuador

Olger Antonio Cajamarca Criollo¹

ocajamarcac@ucacue.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-8958-584X>

Universidad Católica de Cuenca

Cuenca – Ecuador

María Alejandra Aguirre Quezada

maaguirreq@ucacue.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-4496-9182>

Universidad Católica de Cuenca

Azogues – Ecuador

Dora Elizabeth Jiménez Rivas

djimenezr@ucacue.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1644-3052>

Universidad Católica de Cuenca

Azogues – Ecuador

Artículo recibido: 10 de noviembre de 2025. Aceptado para publicación: 17 de marzo de 2026.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

La digitalización de los sistemas de salud en América Latina genera grandes volúmenes de datos clínicos que, sin herramientas analíticas adecuadas, permanecen subutilizados. El programa “Juntos por una Sonrisa”, de atención médica odontológica infantil en la provincia del Cañar, Ecuador, enfrentaba este desafío: registros acumulados sin capacidad de transformarlos en conocimiento estratégico. El objetivo fue implementar un modelo de Business Intelligence (BI) que optimice la gestión de la información clínica y nutricional para fortalecer la toma de decisiones. Bajo un enfoque cuantitativo, se aplicó metodología Hefesto para construir un Data Warehouse con esquema de constelación; se empleó KNIME para los procesos de Extracción, Transformación y Carga (ETL), y Microsoft Power BI para la visualización interactiva. El universo comprendió 73.765 registros de población infantil (0 a 14 años). Los resultados evidenciaron una baja cobertura de atención: 0,71% en atención médica y 1,23% en odontología; el análisis nutricional reveló que el 41,25% de los casos presentó desnutrición aguda severa. Se concluye que la integración de procesos ETL con herramientas de visualización transforma datos operativos en conocimiento útil, permitiendo monitorear indicadores de salud en tiempo real y planificar intervenciones focalizadas. El modelo constituye un aporte replicable para otros programas de salud en la región andina.


Palabras clave: business intelligence, data warehouse, metodología Hefesto, minería de datos, salud infantil, desnutrición

¹ Autor de correspondencia.

Abstract

The digitization of health systems in Latin America generates large volumes of clinical data that, without adequate analytical tools, remain underutilized. The "Together for a Smile" program, providing dental and medical care to children in the province of Cañar, Ecuador, faced this challenge: accumulated records without the capacity to transform them into strategic knowledge. The objective was to implement a Business Intelligence (BI) model to optimize the management of clinical and nutritional information and strengthen decision-making. Using a quantitative approach, the Hefesto methodology was applied to build a data warehouse with a constellation scheme; KNIME was used for the Extraction, Transformation, and Loading (ETL) processes, and Microsoft Power BI for interactive visualization. The study population comprised 73,765 records of children (0 to 14 years old). The results showed low coverage of care: 0.71% for medical care and 1.23% for dental care; the nutritional analysis revealed that 41.25% of the cases presented severe acute malnutrition. It is concluded that integrating ETL processes with visualization tools transforms operational data into useful knowledge, enabling real-time monitoring of health indicators and the planning of targeted interventions. This model represents a replicable contribution for other health programs in the Andean region.

Keywords: business intelligence, data warehouse, hefesto methodology, data mining, child health, malnutrition

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons. 

Cómo citar: Cajamarca Criollo, O. A., Aguirre Quezada, M. A., & Jiménez Rivas, D. E. (2026). Modelo analítico para optimizar el programa de salud infantil "Juntos por una Sonrisa" en la provincia del Cañar, Ecuador. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 7 (2), 75 – 90. <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5529>

INTRODUCCIÓN

“La combinación constante de innovación tecnológica y la creciente competencia convierte la gestión de la información en un gran desafío que requiere procesos de toma de decisiones basados en información confiable y oportuna, recopilada de fuentes internas y externas”(Burn & Loch, 2003).

La creciente disponibilidad de datos en el ámbito de la salud ha transformado radicalmente la manera en que las instituciones gestionan sus procesos, evalúan resultados y proyectan intervenciones estratégicas. En el contexto latinoamericano, donde persisten desigualdades estructurales, limitaciones presupuestarias y brechas tecnológicas significativas, la implementación de sistemas avanzados de análisis de datos presenta tanto un desafío como una oportunidad para mejorar la toma de decisiones (Davenport & Harris, 2007). Tecnologías como Business Intelligence (BI), Data Warehouse (DW) y Minería de Datos (DM) han adquirido relevancia sustantiva como herramientas que transforman la información en conocimiento estratégico (Turban et al., 2011).

En Ecuador, al igual que en la mayoría de los países de la región, se ha experimentado un proceso de digitalización de los sistemas de información en salud; sin embargo, la acumulación de datos no garantiza por sí sola su utilidad ni su impacto en la resolución de problemas críticos. La Organización Panamericana de la Salud (2020) destaca la necesidad urgente de integrar plataformas analíticas para fortalecer la vigilancia epidemiológica, la nutrición infantil y el seguimiento de enfermedades en poblaciones vulnerables. En ese contexto, la desnutrición crónica infantil en Ecuador afecta al 20,1% de los niños menores de 2 años (UNICEF Ecuador, 2023), posicionando al país como el segundo con mayores índices en América Latina después de Guatemala, con prevalencia especialmente elevada en la Sierra (32%) y en comunidades indígenas donde supera el 50% (León Valencia & others, 2021).

Ante este panorama, el programa "Juntos por una Sonrisa" en la provincia del Cañar, en Ecuador, constituye una iniciativa de atención médica y odontológica para la población infantil que dispone de un sistema informático automatizado de historias clínicas. Sin embargo, la información acumulada no se traduce eficazmente en conocimiento útil para sus directivos, debido a limitaciones en su visualización y análisis. Este limitante dificulta la identificación de patrones de atención, la detección de zonas críticas y la planificación de intervenciones focalizadas.

Justificación

La presente investigación se justifica desde tres dimensiones complementarias. En el plan operativo, la implementación de un modelo de BI responde a una necesidad concreta del programa: transformar datos dispersos de información estratégica que permitan optimizar recursos y mejorar la cobertura de atención. Desde la perspectiva social, el estudio aporta evidencia empírica sobre la situación nutricional y de salud oral de la población infantil del Cañar, contribuyendo a fortalecer políticas públicas orientadas a reducir las brechas de desigualdad en salud. En el ámbito científico, la investigación contribuye con un modelo metodológico replicable que integra la metodología Hefesto, procesos ETL avanzados y herramientas de visualización modernas en un contexto de gestión sanitaria compleja, campo que aún requiere mayor profundización en la región andina (Roorda et al., 2024).

La pertinencia del estudio se enmarca, además, en las políticas nacionales de Ecuador orientadas a combatir la desnutrición crónica infantil. La Encuesta Nacional de Desnutrición Infantil (ENDI 2022-2023) evidenció que, pese a avances recientes, la problemática nutricional persiste como desafío estructural que demanda intervenciones territoriales basadas en datos (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2023).

Planteamiento del problema

El programa “Juntos por una Sonrisa” ha logrado avances en la automatización de registros médicos; no obstante, la carencia de una herramienta de Business Intelligence limita el aprovechamiento estratégico de los datos almacenados. La información permanece en estado estático, generando una brecha entre la captura de datos y su utilización para la toma de decisiones administrativas y clínicas. Esta situación impacta negativamente en la calidad de atención prestada a la población infantil de la provincia del Cañar, afectando especialmente a los grupos más vulnerables.

La fragmentación de los datos clínicos, nutricionales y geográficos, sumada a la inexistencia de una infraestructura analítica consolidada, impide a los directivos del programa identificar tendencias, monitorear indicadores clave y planificar campañas de salud basadas en evidencia. Este problema se agrava considerando que la provincia del Cañar presenta índices de desnutrición infantil significativamente superiores al promedio nacional, lo que demanda respuestas oportunas y focalizadas.

Objetivos

Objetivo General

- Implementar un modelo integral de Business Intelligence basado en la metodología Hefesto y procesos ETL eficientes, para optimizar la gestión de la información clínica, nutricional y odontológica del programa “Juntos por una Sonrisa” mediante la construcción de un Data Warehouse con esquema de constelación y cuadros de mando interactivos, que permitan mejorar la toma de decisiones estratégicas en salud infantil en la provincia del Cañar, Ecuador.

Objetivos Específicos

- Identificar y analizar los requerimientos de información de los actores clave del programa, con el fin de definir identificadores estratégicos que apoyen la toma de decisiones en salud infantil
- Diseñar e implementar un proceso ETL robusto, que permita extraer, transformar y cargar datos clínicos, nutricionales y odontológicos, asegurando calidad, integridad y consistencia.
- Construir un Data Warehouse basado en un modelo multidimensional de constelación, para integrar múltiples hechos y dimensiones compartidas, facilitando el análisis de variables temporales, demográficas, antropométricas y geográficas.
- Desarrollar dashboards interactivos que visualicen indicadores clave de desempeño y detecten patrones y áreas críticas relacionados a la salud infantil.
- Evaluar el impacto del modelo de BI implementado en la optimización de la gestión de la información y en el fortalecimiento del proceso de toma de decisiones estratégicas del programa.

Pregunta de investigación

- ¿De qué manera la implementación de una solución de Business Intelligence (BI), basada en la metodología Hefesto y herramientas de visualización interactiva, puede optimizar la gestión de información clínica y nutricional del programa “Juntos por una Sonrisa”, facilitando la toma de decisiones estratégicas para mejorar la cobertura y calidad de la atención en salud infantil en la provincia del Cañar, ¿Ecuador?

METODOLOGÍA

Diseño y enfoque de la investigación

La presente investigación se caracteriza por su enfoque cuantitativo. Según (Carlessi & Meza, 2015), este tipo de exploración “sistemática, lógica y objetiva, tiende a organizar los datos en términos cuantitativos, logrando conocimientos que posteriormente pasan a comunicarse”. El diseño es no experimental, descriptivo y transversal, dado que se analizan datos históricos almacenados en el sistema de gestión de base de datos del programa sin intervención sobre las variables estudiadas. La investigación se estructura en cuatro fases alineadas con la metodología Hefesto: (1) análisis de requisitos de información con los actores clave; (2) análisis de las fuentes de datos transaccionales (OLTP) existentes; (3) diseño y construcción del Data Warehouse con esquema de constelación; y (4) desarrollo de los procesos ETL y cuadros de mando en Power BI.

Participantes

El universo estuvo conformado por 73.765 participantes (36.510 mujeres, 49,5%; 37.255 varones, 50,5%) pertenecientes a la población infantil en la provincia del Cañar, con edades de 0 a 14 años. La distribución por grupos etarios fue menores de 1 año (2.133 mujeres, 50,06%; 2.128 varones, 49,94%), de 1 a 4 años (9.050 mujeres, 48,48%; 9.619 varones, 51,52%), de 5 a 9 años (12.020 mujeres, 50,12%; 11.964 varones, 49,88%), y de 10 a 14 años (13.307 mujeres, 49,56%, 13.544 varones, 50,44%). Los datos corresponden al período 2021 – 2023, almacenados en el sistema JX1S-SOFTWARE (JX1S-SOFTWARE, 2023). Los criterios de inclusión contemplaron todos los registros de atención médica, odontológica y nutricional de niños y adolescentes de la provincia del Cañar inscritos en el programa durante el período del análisis.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los datos fueron obtenidos directamente de la base de datos transaccional del sistema informático JX1S-SOFTWARE del programa, que registra las historias clínicas de cada paciente. Las variables analizadas incluyeron: datos de identificación (edad, sexo, cantón de procedencia), indicadores de atención médica (fecha, tipo de consulta, diagnóstico), indicadores de atención odontológica (tratamientos realizados, frecuencia por cantón y sexo), indicadores nutricionales (peso, talla, índice de masa corporal, clasificación nutricional según estándares de la OMS, consumo de lactancia materna y fórmula). La calidad de los datos fue evaluada mediante el proceso ETL, identificándose y gestionándose problemas de duplicidad, valores faltantes, errores de codificación y registros incompletos.

Procedimiento metodológico: Metodología Hefesto

Se aplicó la metodología Hefesto para la construcción del almacén de datos, adoptando un esquema de constelación que integra múltiples tablas de hechos (atención médica, atención odontológica y estado nutricional) vinculadas por dimensiones compartidas de tiempo, paciente, ubicación geográfica y profesional de salud. El proceso ETL se implementó mediante KNIME a través de flujos de trabajo visuales que ejecutaron: (a) extracción directa de la base de datos transaccional; (b) transformación mediante limpieza de datos (eliminación de duplicados, corrección de errores de digitalización, estandarización de codificadores), derivación de indicadores calculados (IMC, tasa de peso, clasificación nutricional según estándares OMS) e integración de múltiples fuentes; y (c) carga en las tablas de hechos y dimensiones del Data Warehouse. Para la construcción de los cuadros de mando se utilizó Microsoft Power BI, seleccionando visualizaciones tipo treemap, mapas geográficos, gráficas de barras horizontales y tablas dinámicas según los principios de diseño de (Few, 2013).

DESARROLLO

Business Intelligence en el sector salud

El término Business Intelligence (BI) fue concebido por (Luhn, 1958), quien se refirió a la capacidad de transformar datos en conocimiento útil a partir de procesos sistematizados. (Turban et al., 2011), describen el BI moderno como un ecosistema integrado que combina Data Warehousing, Data Mining, OLAP, herramientas de visualización y analítica predictiva. (Chen et al., 2012) ampliaron esta visión señalando que el BI constituye un continuo que va desde el almacenamiento de datos hasta el análisis prescriptivo.

En el sector salud, las aplicaciones de BI han demostrado un impacto significativo. (Wang et al., 2018) documentaron que la analítica avanzada mejora la gestión hospitalaria, reduce los tiempos de espera, optimiza los recursos y permite identificar patrones clínicos de importancia epidemiológica. En su revisión sistemática sobre BI en organizaciones de salud (Trincanato & others, 2024), concluyeron que los sistemas de BI facilitan la integración de datos clínicos y financieros, permitiendo decisiones más informadas sobre asignación de recursos y eficiencia operativa. (Shittu et al., 2024) señalaron que las herramientas de BI son especialmente valiosas para el análisis predictivo, permitiendo anticipar brotes epidemiológicos e identificar pacientes de alto riesgo con antelación.

A nivel de gestión poblacional, (Roorda et al., 2024) realizaron una revisión sistemática de iniciativas de BI para la gestión de salud poblacional (Population Health Management), concluyendo que los sistemas de BI efectivos requieren una estrategia de datos coherente y una comprensión profunda de los contextos de decisión. En Latinoamérica, (Villamizar Ramírez & Morales Linares, 2021) identificaron la necesidad de gestionar eficientemente la información en programas de salud pública. En Brasil (Norões & Silva, 2022), propusieron cuadros de mando para el monitoreo de la salud infantil, evidenciando que los dashboards permiten identificar inequidades territoriales invisibles mediante indicadores agregados tradicionales.

Data Warehouse y modelado multidimensional

El diseño y construcción de un Data Warehouse ha sido ampliamente estudiado por (Inmon, 2005) y (Kimball & Ross, 2016), quienes coinciden en que la correcta modelación de datos es un factor determinante para el éxito de cualquier solución de BI. Inmon enfatiza una arquitectura corporativa integrada (enfoque top-down), mientras Kimball y Ross destacan el enfoque dimensional como el más adecuado para análisis multidimensionales orientados al usuario final. El esquema constelación, adoptado en la presente investigación, permite integrar múltiples tablas de hecho que comparten dimensiones comunes, facilitando el análisis simultáneo de variables médicas, odontológicas, nutricionales, geográficas y demográficas (Kimball & Ross, 2016).

Minería de datos en salud

La minería de Datos (Data Mining) es definida como el proceso sistemático de explorar grandes volúmenes de información para descubrir patrones, relaciones, tendencias y estructuras previamente desconocidas mediante técnicas estadísticas y algoritmos de aprendizaje automático (Han et al., 2012). En estudios previos se demostró (Koh & Tan, 2011), demostraron que los algoritmos de clasificación permiten identificar grupos de riesgo, mientras que las técnicas de clustering facilitan segmentar poblaciones con características clínicas similares. Los autores (Shaikh & Memon, 2020), aplicaron minería de datos para evaluar factores determinantes de la desnutrición de niños, identificando patrones relacionados con condiciones socioeconómicas, acceso a servicios de salud y dependencias demográficas. Más recientemente, (Rahman, 2025), en un meta análisis sobre

aplicaciones de machine learning para predecir malnutrición infantil, concluyó que los modelos de Random Forest y Gradient Boosting presentan los mejores rendimientos predictivos en esos contextos.

Proceso ETL y herramientas de visualización

El proceso ETL (Extract, Transform, Load) es una fase crítica en la construcción de un Data Warehouse. Según (Inmon, 2005), los sistemas clínicos presentan altos niveles de ruido, duplicidad de registros, discrepancias de codificación y errores de digitación, lo que obliga a procesos rigurosos de validación y depuración. Para el presente estudio se empleó KNIMR, una plataforma de código abierto cuyo potencial para proyectos que combinan analítica de datos con aplicaciones en salud destaca (Ordenes & Silipo, 2021). Para la visualización se utilizó Microsoft Power BI, cuya capacidad para integrar datos y construir indicadores dinámicos es documentada por (Lachev & Price, 2018). (Few, 2013) destaca que los dashboards bien diseñados no solo presentan datos, sino que también comunican información clave de forma clara y comprensible para los tomadores de decisiones, principio rector del diseño de los cuadros de mando implementados.

Metodología Hefesto

La metodología Hefesto, constituye uno de los marcos más sólidos para el diseño e implementación de almacenes de datos en contextos institucionales complejos. De acuerdo con (Brizuela & Blanco, 2013), comprende las etapas de: análisis de requisitos, análisis de los sistemas de procesamiento transaccional (OLTP), diseño del modelo lógico del almacén de datos, y el proceso ETL. (Silva Peñafiel et al., 2021) documentaron su implementación exitosa en instituciones ecuatorianas, donde permitió reducir la duplicidad de registros, mejorar la integridad de los datos y acelerar los procesos de análisis, constituyendo un referente de validación metodológica para la presente investigación.

Contexto de la desnutrición infantil en Ecuador y el Cañar

Ecuador enfrenta uno de los mayores desafíos nutricionales de América Latina. Según la ENDI 2022-2023, la desnutrición crónica infantil afecta al 20,1% de los niños menores de 2 años, con prevalencia especialmente elevada en zonas rurales de la Sierra, donde puede superar el 50% en comunidades indígenas (UNICEF Ecuador, 2023). (León Valencia & others, 2021) documentaron que los factores asociados incluyen la pobreza extrema, el acceso limitado a servicios básicos de salud y la insuficiente educación materna. La provincia del Cañar, ubicada en la Sierra Centro del Ecuador, presenta indicadores nutricionales especialmente preocupantes, con alta prevalencia de desnutrición crónica en cantones rurales y comunidades indígenas cañaris, lo que otorga pertinencia especialmente al presente estudio.

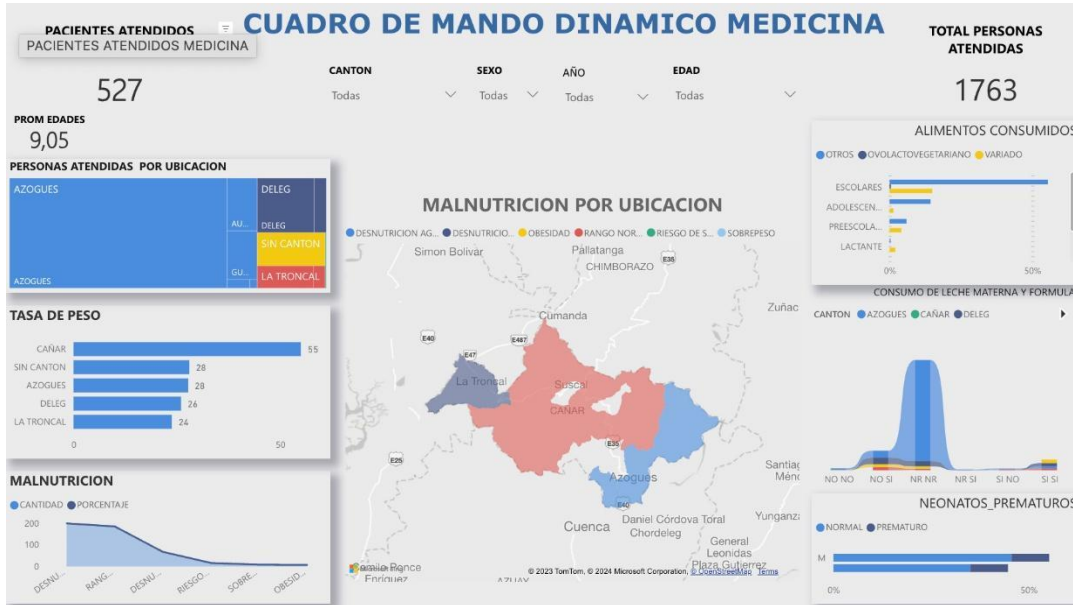
RESULTADOS

Los resultados se articulan en torno a cinco variables de análisis generadas a partir de los cuadros de mando implementados: a) personas atendidas por ubicación en el área médica y odontológica; b) tasa de peso; c) malnutrición identificada por tipo y ubicación; d) consumo de leche materna y fórmula por ubicación; e) tratamientos odontológicos más frecuentes con diagnósticos por ubicación y sexo.

Personas atendidas por ubicación en el área médica y odontológica

Gráfico 1

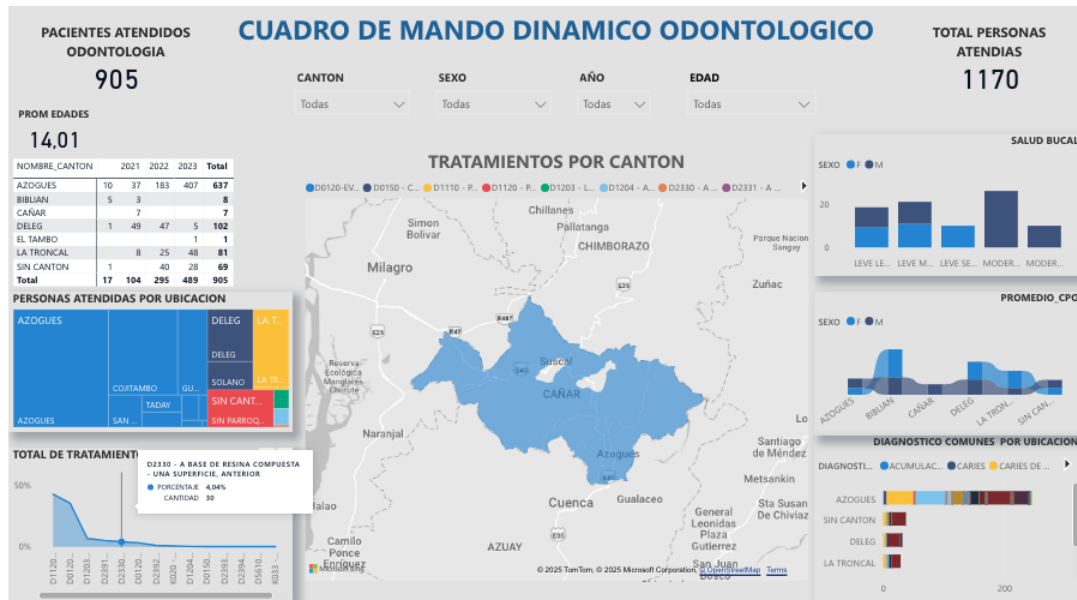
Cuadro de Mando Integral pacientes – Medicina



Fuente: JX1S-SOFTWARE (Ecuador Patente nº CUE-004870, 2023)

Gráfico 2

Cuadro de Mando Integral pacientes – Odontología



Fuente: JX1S-SOFTWARE (Ecuador Patente nº CUE-004870, 2023)

Del universo total de 73.765 niños y adolescentes menores de 14 años registrados en la provincia del Cañar, sólo el 0,71% (527 participantes) recibió atención médica y el 1,23% (905 participantes) recibió

atención odontológica, dentro del período analizado hasta el año 2023. Estas cifras evidencian una brecha significativa entre la población objetivo del programa y la cobertura efectivamente alcanzada, constituyendo un indicador estratégico crítico para la toma de decisiones.

La atención médica se distribuyó de la siguiente manera: el 78,17% (412 participantes) en el Cantón Azogues, el 10,82% (57 participantes) en el Cantón Déleg, el 4,37% (23 participantes) en el Cantón La Troncal, y el 0,19% (1 participante) en el Cantón Cañar. En los cantones de Biblián y El Tambo no se registró atención médica (0%) (Figura 3). La atención odontológica se distribuyó de la siguiente manera: el 70,39% (637 participantes) en el cantón Azogues, el 11,27% (102 participantes) en el cantón Déleg, el 8,95% (81 participantes) en el cantón La Troncal, el 0,89% (8 participantes) en el cantón Biblián, el 0,77% (7 participantes) en el cantón Cañar y 0,11% (1 participante) en el cantón El Tambo (figura 4).

Gráfico 3

Treemap con Información relacionada a atención médica

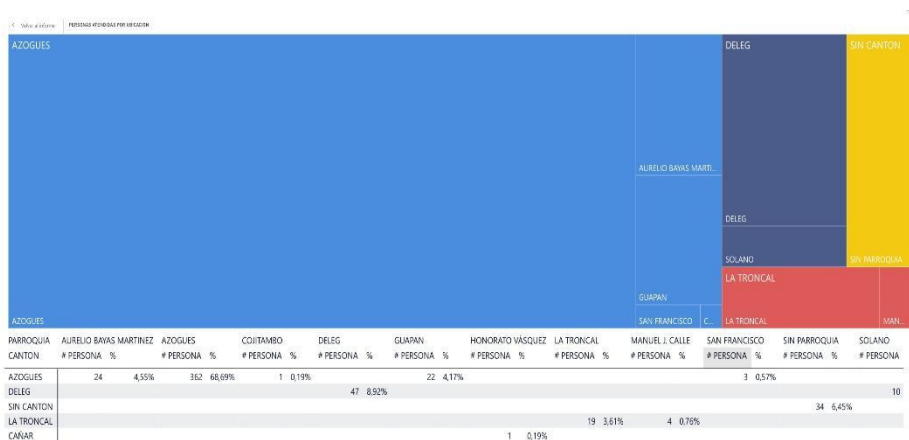
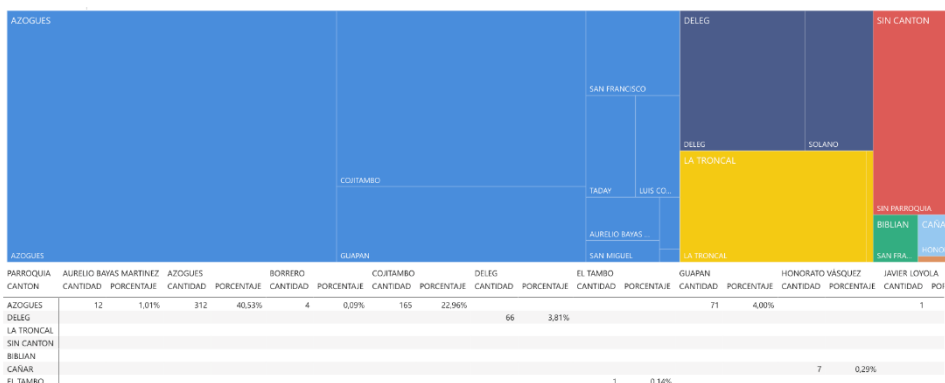


Gráfico JX1S-SOFTWARE (Ecuador Patente nº CUE-004870, 2023)

Gráfico 4

Treemap con Información relacionada a atención odontológica



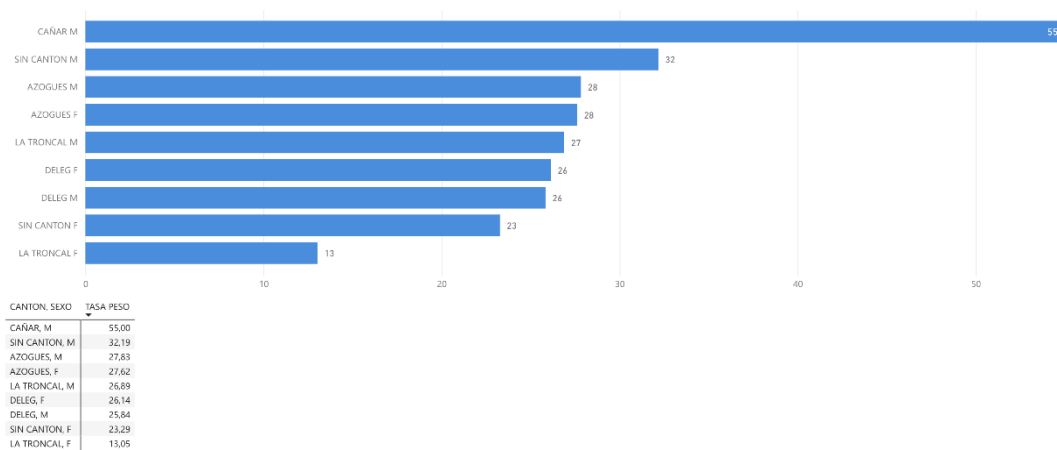
Fuente: JX1S-SOFTWARE (Ecuador Patente nº CUE-004870, 2023)

Tasa de peso

La gráfica horizontal presenta un resumen de la tasa de peso según el género. En el cantón Cañar, el valor más alto corresponde al sexo masculino (55%), indicando que más de la mitad de los niños evaluados presentan alteraciones relacionadas al peso. En el cantón Azogues, las tasas son similares entre sexos (27,83% hombres; 27,62% mujeres). En el Cantón Déleg, las tasas presentan poca diferencia entre ambos sexos, 25,84% para el género masculino y 26,14% para el femenino. En el Cantón La Troncal se observa una disparidad: 26,89 % masculino frente a 13,05% femenino (Figura 5).

Gráfico 5

Tasa de peso por cantón



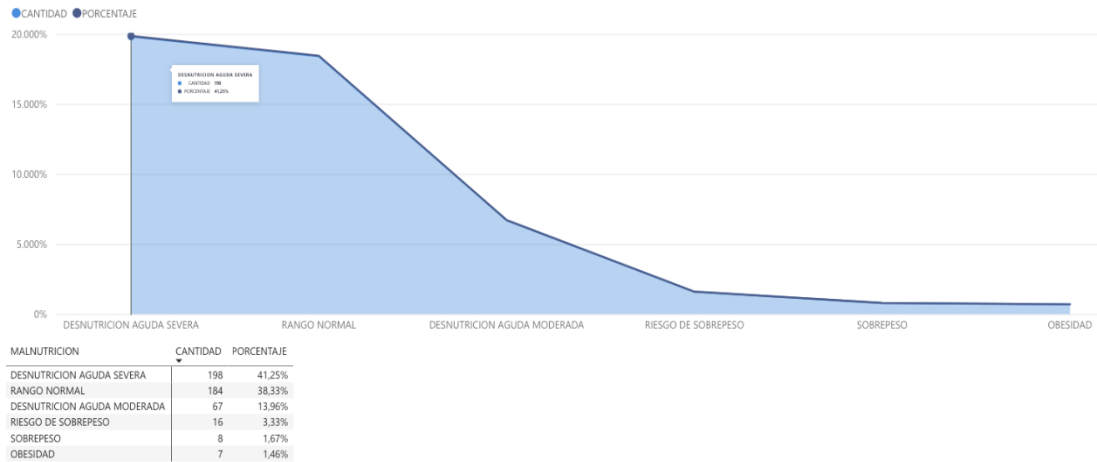
Fuente: JX1S-SOFTWARE (Ecuador Patente nº CUE-004870, 2023)

Malnutrición identificada por tipo y ubicación

El análisis revela que la categoría más crítica, desnutrición aguda severa, afecta al 41,25% de (198 participantes). En contraste, el 38,33% (184 participantes) se encuentra en el rango considerado como normal. La desnutrición aguda moderada representa el 13,96% (67 participantes). Las condiciones con exceso de peso aparecen en proporciones menores: 3,33% de la (16 participantes) riesgo de sobrepeso, 1,67% (8 pacientes) sobre peso confirmado y 1,46% (7 participantes) obesidad (Figuras 6 y 7). La prevalencia de desnutrición aguda severa (41,25%) en la muestra atendida supera ampliamente el promedio nacional de desnutrición crónica (20,1%), reflejando la mayor vulnerabilidad de la población que accede al programa.

Gráfico 6

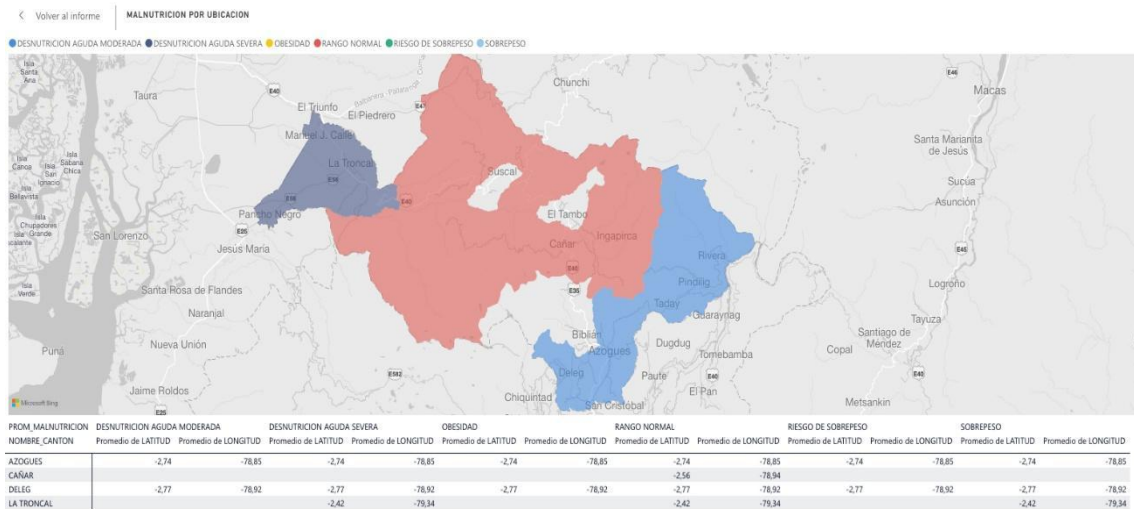
Distribución de los distintos estados de malnutrición en la población evaluada



Fuente: JX1S-SOFTWARE (Ecuador Patente nº CUE-004870, 2023)

Gráfico 7

Mapa de malnutrición por ubicación



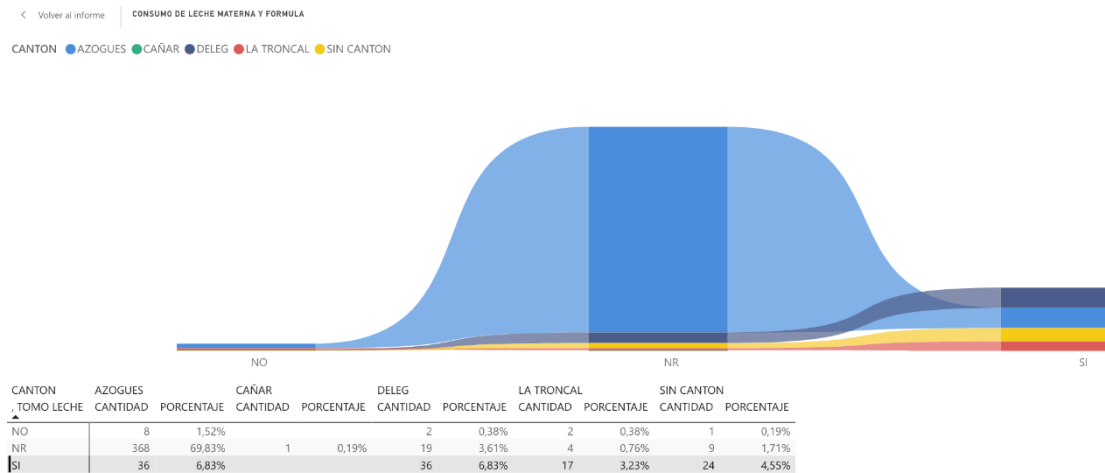
Fuente: JX1S-SOFTWARE (Ecuador Patente nº CUE-004870, 2023)

Consumo de leche materna y fórmula por ubicación

El consumo de leche materna muestra una porción del 21,44% con respuesta afirmativa, frente a un 2,09% que no la consumió, con un elevado porcentaje de registros sin respuesta (NR) del 76,06%. El registro de consumo de fórmula infantil presenta una proporción aún mayor de respuestas sin información (76,72%), con 14,80% que no la consumió frente a 8,54% que sí la consumió (Figuras 8 y 9). Los cantones con mejor disponibilidad de datos (Déleg y La Troncal) muestran mayor prevalencia de lactancia materna sobre el consumo de fórmula, consistente con los patrones reportados a nivel regional (Organización Panamericana de la Salud (OPS/PAHO), 2023).

Gráfico 8

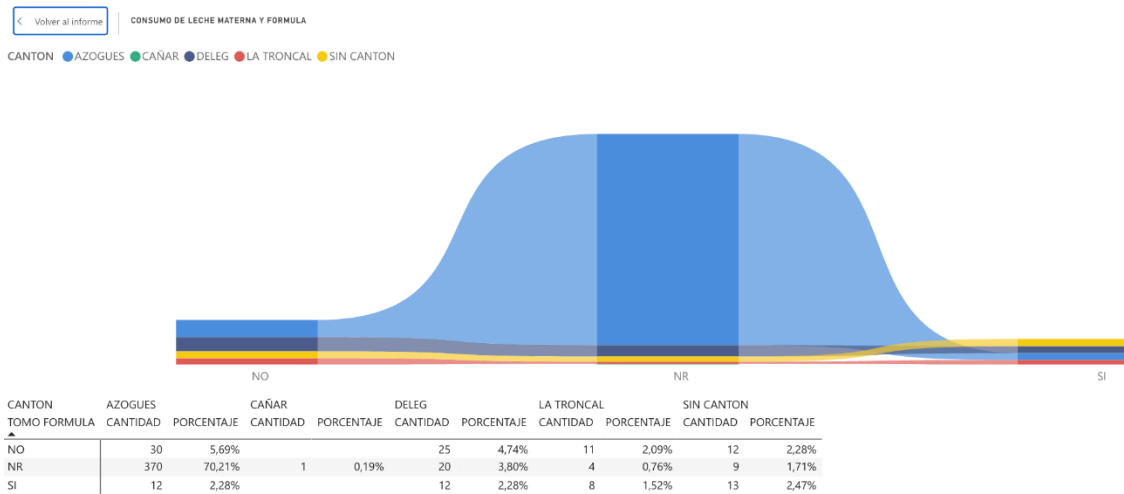
Consumo de leche materna



Fuente: JX1S-SOFTWARE (Ecuador Patente nº CUE-004870, 2023)

Gráfico 9

Consumo de fórmula



Fuente: JX1S-SOFTWARE (Ecuador Patente nº CUE-004870, 2023)

Tratamientos odontológicos más frecuentes

El panel de control (figura 10), corresponde a 905 pacientes atendidos entre 2021 y 2023. La distribución geográfica revela una marcada concentración en el cantón Azogues (70,38%; 637 pacientes), seguido por Déleg (11,27%; 102 pacientes), La Troncal (8,95%; 81 pacientes), Biblián (0,88%; 8 pacientes), Cañar (0,77%; 7 pacientes), y El Tambo (0,11%; 1 paciente). Un 7,62% (69 pacientes) no tiene asociación a cantón específico. Este patrón es consistente con el observado en la atención médica, sugiriendo barreras de acceso sistemáticas en los cantones periféricos.

Tabla 1

Cuadro de Mando Integral con información relacionada a pacientes Odontológicos

[← Volver al informe](#)

ANIO NOMBRE_CANTON	2021						2022						2023						Total						
	Total	5	6	7	10	11	Total	4	5	6	7	10	11	12	Total	1	2	3	4	5	6	Total	Total		
AZOGUES	10	10		9	21	6	1	37	27	55				6	52	43	183	32	42	24	61	229	19	407	637
BIBLIAN	5	5				2	1	3																	8
CAÑAR						7		7																	7
DELEG	1	1	3	10	36			49	31	13				1	2	47		2	1		2			5	102
EL TAMBO																			1					1	1
LA TRONCAL					6		2	8	1					24	25	16			20	12				48	81
SIN CANTON	1	1							4	5		28	3	40	7			2	3	16			28	69	
Total	17	17	3	19	63	8	11	104	31	92	13	28	6	56	69	295	55	44	27	85	259	19	489	905	

Fuente: JX1S-SOFTWARE (Ecuador Patente nº CUE-004870, 2023)

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos confirman la pertinencia de implementar soluciones de Business Intelligence en programas de salud infantil en contextos de alta vulnerabilidad. Los hallazgos se contrastan a continuación con investigaciones similares, identificando convergencias, divergencias y limitaciones del estudio.

Respecto a la baja cobertura de atención, (0,71% médica y 1,23% odontológica), los hallazgos son consistentes (Villamizar Ramírez & Morales Linares, 2021), quienes identificaron que la principal contribución de los sistemas de BI en salud latinoamericana. Radica precisamente en visibilizar brechas de acceso que permanecen ocultas en sistemas de registro tradicionales. La capacidad del modelo implementado para cuantificar y geolocalizar estas brechas constituye un aporte diferencial respecto a los enfoques de gestión previos del programa.

La prevalencia de desnutrición aguda severa del 41,25% en la población atendida es significativamente superior al promedio nacional del 20,1% (UNICEF, 2023), lo que sugiere que el programa atiende efectivamente a los grupos más vulnerables. Este hallazgo es comparable con (Norões & Silva, 2022), quienes en Brasil implementaron cuadros de mando para el monitoreo de la salud infantil y encontraron que la visualización de datos permite identificar inequidades territoriales invisibles mediante indicadores agregados. La diferencia radica en el enfoque: mientras (Norões & Silva, 2022) exploraron un protocolo de revisión, el presente estudio reporta evidencia empírica directa de un sistema operativo implementado.

En el plano tecnológico, la combinación KNIME – Power BI se alinea con lo documentado por (Shittu et al., 2024), quienes señalaron que las herramientas de BI de código abierto o bajo costo presentan ventajas significativas para organizaciones de salud en países en desarrollo. A diferencia de estudios hospitalarios de gran escala como los de (Low et al., 2015) en Singapur o (Wang et al., 2018) en Estados Unidos, el presente estudio opera en el contexto de un programa social con restricciones de presupuesto e infraestructura tecnológica, lo que demandó un diseño ETL especialmente robusto para gestionar los problemas de calidad de datos identificados.

La aplicación de la metodología Hefesto encontraron respaldo en (Silva Peñafiel et al., 2021), quienes reportaron resultados consistentes en instituciones ecuatorianas similares. La aportación específica del presente estudio reside en la adopción del esquema de constelación en lugar del esquema estrella habitual, permitiendo integrar simultáneamente los procesos de atención médica, odontológica y nutricional en un único entorno analítico.

Una limitación revelante es el elevado porcentaje de registros sin información en las variables de lactancia materna (76,06% NR) y consumo de fórmulas (76,72% NR), consistente con las deficiencias de calidad de datos en sistemas de información sanitaria de la región andina señaladas por la Organización Panamericana de la Salud (OPS/PAHO), 2020). Esta limitación apunta a la necesidad de complementar la implementación del BI con procesos de capacitación en registro clínico y protocolos de captura de datos más robustos. Asimismo, el bajo porcentaje de cobertura efectiva respecto al universo total limita la generalización de los hallazgos nutricionales al conjunto de la población infantil de la provincia.

CONCLUSIÓN

La implementación del modelo de Business Intelligence para el programa “Juntos por una Sonrisa” demostró que la correcta selección metodológica y tecnológica es condición necesaria para transformar datos clínicos dispersos en conocimiento estratégico accionable. La combinación de la metodología Hefesto, procesos ETL sobre KNIME y visualización en Poer BI generó una plataforma analítica que supera las limitaciones de los modelos tradicionales de gestión de la información en salud.

El proceso ETL bajo la metodología Hefesto se consolidó como el pilar técnico fundamental, posibilitando la integración, depuración y estructuración de datos de diversas fuentes para el análisis multidimensional. Los cuadros de mando desarrollados evidenciaron hallazgos críticos: bajo cobertura de atención (0,71% médica y 1,23% odontológica) y una situación nutricional alarmante (41,25% de desnutrición aguda severa), indicadores invisibles mediante los sistemas de registro previos que constituyen insumos directos para la planificación de intervenciones focalizadas.

El modelo desarrollado sienta bases metodológicas y tecnológicas para su extensión a otras provincias de Ecuador, alineándose con las políticas nacionales de la Estrategia Ecuador Crece sin Desnutrición Infantil. La incorporación futura de variables socioeconómicas, educativas y de acceso a saneamiento podría enriquecer significativamente el análisis multidimensional. Finalmente, el elevado porcentaje de datos faltantes en variables clave señala la necesidad de fortalecer los protocolos de registro clínico como condición para maximizar el valor analítico del sistema implementado.

REFERENCIAS

- Brizuela, E. I. L., & Blanco, Y. C. (2013). Metodologías para desarrollar Almacén de Datos. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 7(3), 1–12.
- Burn, J. M., & Loch, K. D. (2003). The societal impact of the World Wide Web-Key challenges for the 21st century. En *Advanced Topics in Information Resources Management*, Volume 2 (pp. 32–51). IGI Global.
- Carlessi, H. S., & Meza, C. R. (2015). Metodología y diseños en la investigación científica. *Business Support* Aneth. https://www.academia.edu/download/85200155/metodologia_y_diseno_de_la_inve_hugo_sanchez_carlessi_coaguila_valdivia_compress.pdf
- Chen, H., Chiang, R. H. L., & Storey, V. C. (2012). Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS Quarterly*, 36(4), 1165–1188. <https://doi.org/10.2307/41703503>
- Davenport, T. H., & Harris, J. G. (2007). *Competing on Analytics: The New Science of Winning*. Harvard Business School Press.
- Few, S. (2013). Data Visualization for Human Perception. En: *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction*.
- Han, J., Pei, J., & Kamber, M. (2012). *Data Mining: Concepts and Techniques* (3a ed.). Morgan Kaufmann.
- Inmon, W. H. (2005). *Building the Data Warehouse* (4a ed.). Wiley.
- JX1S-SOFTWARE. (2023). Sistema JX1S-SOFTWARE (Número CUE-004870).
- Kimball, R., & Ross, M. (2016). *The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling* (3a ed.). Wiley.
- Koh, H. C., & Tan, G. (2011). Data Mining Applications in Healthcare: A Review. *Journal of Healthcare Information Management*, 19(2), 64–72.
- Lachev, T., & Price, E. (2018). *Applied Microsoft Power BI (3rd Edition): Bring Your Data to Life!* (3rd ed.). Prologika Press.
- León Valencia, M. A., & others. (2021). La desnutrición infantil en Ecuador. Una revisión de la literatura. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, LXI(4), 556–564.
- Low, L. L., Lee, K. H., Hock Ong, M. E., Wang, S., Tan, S. Y., Thumboo, J., & Liu, N. (2015). Predicting 30-Day Readmissions: Performance of the LACE Index Compared with a Regression Model among General Medicine Patients in Singapore. *BioMed Research International*, 2015, 169870. <https://doi.org/10.1155/2015/169870>
- Luhn, H. P. (1958). A Business Intelligence System. *IBM Journal of Research and Development*, 2(4), 314–319. <https://doi.org/10.1147/rd.24.0314>
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2023). Resultados de la primera Encuesta Especializada sobre Desnutrición Infantil (ENDI) 2022–2023.
- Norões, I. J. A. de, & Silva, A. C. e. (2022). DASHBOARDS PARA ACOMPANHAMENTO E PROMOÇÃO DA SAÚDE DA CRIANÇA: UM PROTOCOLO DE REVISÃO DE ESCOPO. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218*, 3(9), e391885. <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i9.1885>

Ordenes, F. V., & Silipo, R. (2021). Machine learning for marketing on the KNIME Hub: The development of a live repository for marketing applications. *Journal of Business Research*, 137, 393–410. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.08.021>

Organización Panamericana de la Salud (OPS/PAHO). (2020). Transformación digital del sector salud en las Américas: Recomendaciones para la acción. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52705>

Rahman, Md. M. (2025). Machine Learning in Predicting Child Malnutrition: A Meta-Analysis of Demographic and Health Surveys Data. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(3), 449. <https://doi.org/10.3390/ijerph22030449>

Roorda, E., Bruijnzeels, M., Struijs, J., & Spruit, M. (2024). Business intelligence systems for population health management: a scoping review. *JAMIA Open*, 7(4), ooae122. <https://doi.org/10.1093/jamiaopen/ooae122>

Shaikh, S., & Memon, A. (2020). Predicting Childhood Malnutrition Using Data Mining Techniques. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(5), 310–318. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0110540>

Shittu, R. A., Ehidiamen, A. J., Ojo, O. O., Zouo, S. J. C., Olamijuwon, J., Omowole, B. M., & Olufemi-Phillips, A. Q. (2024). The role of business intelligence tools in improving healthcare patient outcomes and operational efficiency. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 24(2), 1039–1060. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.24.2.3414>

Silva Peñafiel, G. E., Estrada Velasco, M. V, Cusco Vinueza, V. A., & Córdova Vaca, A. M. (2021). Implementación de un Data Warehouse mediante la metodología Hefestos para la toma de decisiones en el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural Regional 3. *Dominio de las Ciencias*, 7(3), 1116–1135.

Trincanato, E., & others. (2024). Business intelligence and the leverage of information in healthcare organizations from a managerial perspective: a systematic literature review and research agenda. *Journal of Health Organization and Management*. <https://doi.org/10.1108/JHOM-02-2023-0039>

Turban, E., Sharda, R., & Delen, D. (2011). *Decision Support and Business Intelligence Systems* (9a ed.). Pearson.

UNICEF Ecuador. (2023). Desnutrición crónica infantil.

Villamizar Ramírez, L. M., & Morales Linares, N. M. (2021). Usos de business intelligence en el sector salud en Latinoamérica. Una revisión de literatura. <https://repositorio.fucsalud.edu.co/handle/001/1701>

Wang, Y., Kung, L., & Byrd, T. A. (2018). Big Data Analytics: Understanding Its Capabilities and Potential Benefits for Healthcare Organizations. *Technological Forecasting and Social Change*, 126, 3–13. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.12.019>

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 