

Latin American Journal of Telehealth



Revista Latinoamericana de Telesalud
2024 | volume 11 | nº 3

ISSN 2175-2990



Expediente / Expedient / Expediente

Latin American Journal of Telehealth

A Publication of Medical School of Federal University of Minas Gerais, Laboratory of Excellence and Innovation in Telehealth and National Center for Technological Excellence in Health, CENETEC, México.

Una publicación de la Facultad de Medicina de la Universidad Federal de Minas Gerais, Laboratorio de Excelencia e Innovación en Telesalud y Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud, CENETEC, México.

Uma publicação da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, Laboratório de Excelência e Inovação em Telessaúde e Centro Nacional de Excelência Tecnológica em Saúde, CENETEC, México.

Editor in Chief

Redactor jefe

Editor Chefe

Alaneir de Fátima dos Santos (UFMG) - Brasil

Co-Editor

Co-editor

Co-editor

Humberto José Alves (UFMG) - Brasil

Adrian Pacheco Lopez (CENETEC) - México

Manager

Editor gerente

Editor executivo

Gabrielly C. Soares S. Ferreira (UFMG) - Brasil

Maurício Velazquez Posadas (CENETEC) - Mexico

Administrative Editors

Editores Administrativos

Editores Administrativos

Berenice Figuero Cruz – México

Gabrielly C. Soares S. Ferreira (UFMG) - Brasil

Neuslene Rievs de Queiróz - Brasil

Samuel Gallegos Serrano – México

Technological Support

Suporte Tecnológico

Apoio Tecnológico

Gabrielly C. Soares S. Ferreira (UFMG) - Brasil

Concui Board

Consejo Deliberativo

Conselho Deliberativo

Alzira de Oliveira Jorge - Brasil

Ana Estela Haddad - Brasil

Blanca Luz Hoyos - Colômbia

Cláudio de Souza - Brasil

Cleinaldo Costa - Brasil

Fabiano Geraldo Pimenta Junior - Brasil

Francisco Eduardo Campos - Brasil

Luiz Ary Messina - Brasil

Márcio Luiz Bunte de Carvalho - Brasil

Miriam Silva Flores - México

Sergio Dias Cirino - Brasil

Tarcisio Arrighini - Itália

Tarcizo Afonso Nunes - Brasil

Bibliographic

Normalización

Normalização Bibliográfica

Gabrielly C. Soares S. Ferreira (UFMG) - Brasil

Standardization

Bibliográfica

Graphic Design & Editorial Production

Diseño Gráfico e Producción Editorial

Projeto Gráfico e Produção Editorial

Gabriela Dário Mendes Barros (UFMG) - Brasil

Gabrielly C. Soares S. Ferreira (UFMG) - Brasil

Coordenação / Coordination /

Coordinación:

Gilberto Boaventura Carvalho

Advertising Professional/Servicio de

Publicidad/Atendimento Publicitario

Gabrielly C. Soares S. Ferreira (UFMG) - Brasil

Graphic Designer /Diseno/Designer Grafico

Gabriela Dário Mendes Barros (UFMG) - Brasil

Gabrielly C. Soares S. Ferreira (UFMG) - Brasil

Frequency Periodicidad Periodicidade

Quadrimestral

Online Version Versión Online Versão

Online

www.revistatelessaudela.com

First Publication Primera Publicación

Início da Publicação v.1, n.1, jan./abr. 2009

Correspondência e Artigos

Correspondence and Articles

Correspondence and Articles

Correspondencia e Artículos

Correspondência e Artigos

Revista Latino-americana de Telessaúde

Endereço:

Av. Professor Alfredo Balena, 190 - 6º andar - Sala 622 - Centro - Belo Horizonte, MG - Brasil CEP: 30130-100 - Telefax: 5531 3409-9636

E-mail:

revistatelessaudela@medicina.ufmg.br;
revlatinoamericanadelessaude@gmail.com

Telefax: 5531 3409-9636

CENETEC

Endereco/Dirección/Address: Paseo de la Reforma:

450, Col. Juárez, Delegación Cuauhtémoc, Cd de Mexico, Mexico CP 06600

Expediente / Expedient / Expediente

Latin American Journal of Telehealth

A Publication of Medical School of Federal University of Minas Gerais, Laboratory of Excellence and Innovation in Telehealth and National Center for Technological Excellence in Health, CENETEC, México.

Una publicación de la Facultad de Medicina de la Universidad Federal de Minas Gerais, Laboratorio de Excelencia e Innovación en Telesalud y Centro Nacional de Excelencia Tecnológica em Salud, CENETEC, Mexico.

Uma publicação da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, Laboratório de Excelência e Inovação em Telessaúde e Centro Nacional de Excelência Tecnológica em Saúde, CENETEC, México.

Editorial Board Cuerpo Editorial Corpo Editorial

Adélia da Motta Silva
Correia - Brasil
Alaneir de Fátima dos
Santos (UFMG) - Brasil
Adriana Velazquez -
México
Alexandra Monteiro -
Brasil
Alexandre Taleb - Brasil
Aldo Von Wangeheim -
Brasil
Almir Fernando Loureiro
Fontes- Brasil
Alvaro Pacheco - Portugal
Andrés Bas Santa-Cruz -
Espanha
Andrés Martínez
Fernández - Espanha
Angélica Baptista Silva -
Brasil
Angelina do Carmo Lessa
- Brasil
Antônio Reis - Brasil
Beatriz Faria Leão – Brasil
Berenice Figueiro Cruz -
México
Blanca Luz Hoyos -
Colômbia
Camilo Barrera Valencia -
Colômbia
Carmem Verônica
Mendes Abdala - Brasil
César Luquine Jr -Brasil
adicionar nome completo
Chao Lung Wen - Brasil
Charles R. Dorarn –
Estados Unidos
Claudio Pelaez Vega -
Portugal
Claudio Souza - Brasil
adicionar nome completo
Cleinaldo Costa - Brasil
Don Newsham - Canadá
Eliane Marina Palhares
Guimarães - Brasil
Eli Iola Gurgel Andrade -
Brasil
Eligia Díaz - Panamá
Éica Couto Brandão -
Brasil

Erno Harzheim - Brasil
Esther Mahuina Campos-Castolo - Mexico
Fernando Moralles - Venezuela
Francisco G. La Rosa - USA
Francisco Locks - Brasil
Galo Berzain Varela - México
Gerald Egmann - Guyane Gilberto
Giselle Ricur - Argentina
Graziella Lage de Oliveira - Brasil
Gustavo Cancela e Penna - Brasil
Hugo André da Rocha - Brasil
Humberto Oliveira Serra - Brasil
Humberto José Alves - Brasil
Ilara Hammerli Sozzi de Moraes - Brasil
Ilias Schpazidis - Alemanha
Jacqueline de Almeida Gonçalves Sachett - Brasil
Janaína Duarte Bender - Brasil
Jeane Lacerda Couto - Brasil
Juan Adalberto Anzaldo Moreno - México
Liliane da Consolação Campos Ribeiro - Brasil
Luis Fernando de Paiva Silva Gonçalves - Portugal
Luiz Ary Messina - Brasil
Magdala de Araújo Novaes - Brasil
Marcus Luvisi - Itália
Maria Angela Elias Marroquin - El Salvador
Maria Jesus Barreto Cruz - Brasil
Maria do Carmo Barros de Melo - Brasil
Mariana Roberta Lopes Simões - Brasil
Maristela Oliveira Lara - Brasil
Mario Paredes - Equador
Maurice Mars - África do Sul
Mauricio Israel Velazquez Posada - México
Miriam Silva Flores - Mexico
Nancy Gertrudiz Salvador - Mexico
Néstor Iván Cabrera Mendoza - México
Paulo Roberto de Lima Lopes - Brasil
Pedro Maximo de Andrade Rodrigues - Brasil
Pedro Ramos Contreras - Mexico
Phillipe De Lorme - Franca
Rafaela Da Silveira Pinto - Brasil
Ramiro Ivan Lopez-Pulles - Equador
Ramón Arturo Puga Colunga - México
Roberta Vasconcellos Menezes De Azevedo - Brasil
Rosália Moraes Torres - Brasil
Rosângela Simões Gundim - Brasil
Samuel Gallegos Serrano - México
Sergio Dias Cirino - Brasil
Simone Dutra Lucas - Brasil
Solange Cervinho Bicalho Godoy - Brasil
Tarcizo Afonso Nunes - Brasil
Teresita de Jesus Cortes Hernandez - Mexico

Tatiana Margarita
Chavarria Chavarria -
Colômbia
Theo de Vries -
Holanda
Vanessa Lima - Brasil
Victor Ribeiro Neves -
Brasil
Ville Morocho Zurita -
Equador
Yibrán Alejandro
Hernández Montoya -
Mexico
Zilma Reis - Brasil

Summary / Sumario / Sumário

Latin American Journal of Telehealth

Articles Artículos Artigos

206 Telemicroscopía: Un Modelo Sostenible de Integración de la Microscopía Electrónica al Diagnóstico Médico en Brasil

Telemicroscopía: Un Modelo Sostenible de Integración de la Microscopía Electrónica al Diagnóstico Médico en Brasil
Telemicroscopia: Um Modelo Sustentável de Integração da Microscopia Eletrônica ao Diagnóstico Médico no Brasil

Laila Asth
Ingrid Augusto
Moara Lemos
Eduardo Resende
Brenda Santarem Fachetti
Camila Gonçalves
Jander Guimarães
Eduardo Torres
Kildare Miranda

220 Digital transformation of healthcare in El Salvador: Advances, challenges, and perspectives of telehealth

Transformación digital de la salud en El Salvador: Avances, desafíos y perspectivas de la Telesalud
Transformação digital da saúde em El Salvador: avanços, desafios e perspectivas da telessaúde

William Andrés Hoyos Arango
Herber Enrique Hernandez Trejo
Elmer Antonio Mejia Rivas
Edgar Alexander Escobar Canizalez

230 National Telehealth Network for Healthcare Centers in Paraguay

Red Nacional de Telesalud para Centros Asistenciales de Salud del Paraguay
Rede Nacional de Telessaúde para Centros de Atenção à Saúde no Paraguai

Pedro GALVAN
José Ortellado
María Teresa Barán
Gualberto Benitez
Santiago Servín
Enrique Hilario

248 Unifesp Digital Health Center: Healthcare and Management Innovations for the digital transformation of SUS

Centro de Salud Digital de la Unifesp: Innovaciones en Asistenciales y Gestión de la Salud para la transformación digital del SUS
Núcleo de Saúde Digital da Unifesp: Inovações Assistenciais e de Gestão para a transformação digital do SUS

Claudia Fegadolli
Maria Elisabete Salvador Graziosi
Luciana Togni de Lima e Silva Surjus
Maria Elizete Kunkel
Maria Cristina Gabrielloni
Renata Rangel Azevedo
Thiago da Silva Domingos

264 Expanding access and training through Digital Health: a report on the successful experiences of the Acre Telehealth Center.

Ampliando el acceso y la formación por medio de la Salud Digital: relato de experiencias exitosas del Centro de Telesalud de Acre
Ampliando acesso e formação através da Saúde Digital: um relato das experiências exitosas do Núcleo Telessaúde Acre

Rodrigo Pinheiro Silveira
Mônica de Abreu Moraes
Cirley Maria de Oliveira Lobato
Jessica da Silva Furtado Pereira
Maria do Socorro Holanda
Oswaldo de Sousa Leal Junior
Patrícia Satrapa Silva
Maria Ramaica Alves Farias
Taynana Soares Oliveira Fequis
Vanessa Santos Silva
Siham Kassab

280 Telehealth Center of the Faculty of Medicine at UFMG: Experiences and Perspectives

Centro de Telesalud de la Facultad de Medicina de la UFMG: Experiencias y Perspectivas
Núcleo Telessaúde da Faculdade Medicina da UFMG: Experiências e Perspectivas

Alaneir de Fátima dos Santos
Maria do Carmo Barros de Melo
Mariana Abreu Caporali de Freitas
Rosângela Durso Perillo
Rosália Moraes Torres
Gustavo Cancela e Penna
Rogeli Tiburcio Ribeiro da Cunha Peixoto
Carlos Eduardo Menezes Amaral
Solange Cervinho Bicalho Godoy

Telemicroscopy: A Sustainable Model for Integrating Electron Microscopy into Medical Diagnosis in Brazil

Ingrid Augusto	PhD, Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), Researcher. Email: ingrid.augustt@gmail.com
Moara Lemos	PhD, Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), Researcher. Email: moaralemos@gmail.com.
Eduardo Resende	PhD, Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), Technician. Email: emresende94@gmail.com.
Brenda Santarem Fachetti	Bachelor's degree, Federal University of Pará (UFPA), Technician. Email: brenda.fachetti22@gmail.com.
Camila Gonçalves	Master's degree, Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), Manager. Email: camilabiof@gmail.com.
Jander Guimarães	Master's degree, Amazonas State University (UEA), Technician. Email: jander.m.guimaraes@gmail.com.
Eduardo Torres	PhD, State University of Rio de Janeiro (UERJ), Researcher. Email: lopestorresej@gmail.com.
Kildare Miranda	PhD, Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), Coordinator. Email: kmiranda@biof.ufrj.br.
Laila Asth	Corresponding author -Academic degree: PhD. Institution: Federal University of Rio de Janeiro. Position: Researcher. ORCID: 0000-0001-5086-6572. Email: lailasth@gmail.com

Date of Receipt: August 22, 2025 | Approval date: December 9, 2025

Abstract

Introduction: Telemicroscopy is a technique that enables remote access to microscopy platforms, allowing the analysis of samples at a distance. It has great potential in aiding medical diagnosis, including ultrastructural pathology with electron microscopy. **Objective:** To establish a sustainable model for integrating electron microscopy tools into the medical diagnostic portfolio through the implementation of telemicroscopy hubs applied to ultrastructural pathology. **Methodology:** Methodologies based on protocols from international reference centers were adopted to structure a workflow adapted to national centers. Three interaction strategies were tested: asynchronous telemicroscopy, on-site visits, and synchronous telemicroscopy. **Results:** The implementation followed adapted protocols, testing the interaction strategies. Synchronous telemicroscopy shows potential for democratizing access to electron microscopy. An initial digital image bank was created. The results demonstrate the operational feasibility of the proposed model. **Conclusions:** Proper sample preparation and continuous interdisciplinary communication are essential for telemicroscopy. This model has the potential to democratize access to electron microscopy, reduce regional inequalities, and consolidate a collaborative network within the country. The generated databases support education, research, and future use of artificial intelligence in the differential diagnosis of pathologies. **Key-words:** telemicroscopy, differential diagnosis, transmission electron microscopy, ultrastructural pathology

Resumen

Telemicroscopía: Un Modelo Sostenible de Integración de la Microscopía Electrónica al Diagnóstico Médico en Brasil
Introducción: La telemicroscopía es una técnica que permite acceso remoto a plataformas de microscopía, facilitando análisis de muestras a distancia. Tiene un gran potencial en el apoyo al diagnóstico médico, incluyendo la patología ultraestructural con microscopía electrónica. **Objetivo:** Establecer un modelo sostenible de integración de microscopía electrónica al portafolio de diagnóstico médico, mediante la implementación de núcleos de telemicroscopía aplicada a la patología ultraestructural. **Metodología:** Se adoptaron metodologías basadas en protocolos de centros internacionales de referencia para estructurar un flujo de trabajo adaptado a los centros nacionales. Se probaron tres estrategias de interacción: telemicroscopía asincrónica, visitas presenciales y telemicroscopía sincrónica. **Resultados:** La implementación siguió protocolos adaptados, probando las estrategias. La telemicroscopía sincrónica muestra potencial para democratizar el acceso a la microscopía electrónica. Se creó un banco de imágenes digitales. Los resultados evidencian la viabilidad operacional del modelo propuesto. **Conclusiones:** La preparación adecuada de la muestra y la comunicación interdisciplinaria continua son fundamentales para la telemicroscopía. Este modelo tiene potencial de democratizar el acceso a la microscopía electrónica, reducir desigualdades regionales y consolidar una red colaborativa en el país. Las bases de datos generadas apoyan la educación, investigación y el futuro uso de inteligencia artificial en el diagnóstico diferencial de patologías. **Palabras clave:** telemicroscopía, patología ultraestructural, microscopía electrónica de transmisión, diagnóstico diferencial

Telemicroscopia: Um Modelo Sustentável de Integração da Microscopia Eletrônica ao Diagnóstico Médico no Brasil

Introdução: A telemicroscopia é uma técnica que permite o acesso remoto a plataformas de microscopia, possibilitando a análise de amostras à distância. Tem grande potencial no auxílio ao diagnóstico médico, incluindo patologia ultraestrutural com microscopia eletrônica. **Objetivo:** Estabelecer um modelo sustentável de integração de ferramentas de microscopia eletrônica ao portfólio de diagnóstico médico, através da implantação de núcleos de telemicroscopia aplicada à patologia ultraestrutural. **Metodologia:** Foram adotadas metodologias baseadas em protocolos de centros internacionais de referência para estruturar um fluxo de trabalho adaptado aos centros nacionais. Testaram-se três estratégias de interação: telemicroscopia síncrona e assíncrona e visitas presenciais. **Resultados:** A implementação seguiu protocolos adaptados, testando as estratégias de interação. A telemicroscopia síncrona mostra potencial para a democratização do acesso à microscopia eletrônica. Um banco de imagens digitais inicial foi criado. Os resultados evidenciam a viabilidade operacional do modelo proposto. **Conclusões:** O preparo adequado da amostra e a comunicação interdisciplinar contínua são fundamentais para telemicroscopia. Este modelo tem o potencial de democratizar o acesso à microscopia eletrônica, reduzir desigualdades regionais e consolidar uma rede colaborativa no país. Os bancos de dados gerados auxiliam na educação, pesquisa e futuro uso de inteligência artificial no diagnóstico diferencial de patologias.

Palavras-chave: telemicroscopia, diagnóstico diferencial, microscopia eletrônica de transmissão, patologia ultraestrutural

INTRODUCTION

Telehealth has experienced exponential growth in recent years, offering innovative forms of healthcare and medical care. Constantly evolving technologies offer opportunities for access to healthcare services for those who are homebound or live in underserved areas, as well as enabling patients with rare diseases to receive care from specialists located in other regions^{1,2}. However, telehealth not only expands patients' access to healthcare professionals but also offers physicians the opportunity to use tools that optimize the differential diagnosis of various pathologies. This is the case with telemicroscopy, a technique that allows remote access to different microscopy investigation platforms³. In telemicroscopy, the user can analyze their sample remotely using virtual data sharing tools. In this way, hospitals and diagnostic laboratories can send samples to the imaging center, and the pathologist can analyze the images obtained remotely³.

Telemicroscopy has great potential in assisting medical diagnosis, including classic histopathology (with the aid of light microscopy) and ultrastructural analysis (with the aid of electron microscopy). Ultrastructural analysis is becoming an increasingly important complementary and, sometimes, differential tool in medical diagnosis⁴. This is because the diagnosis of some pathologies depends on high-resolution images, with resolutions only achievable at the electron microscopy level. This is the case of primary ciliary dyskinesia, a rare condition with autosomal recessive inheritance, frequently manifested by chronic respiratory infections from the first years of life⁵. In addition to the scarcity of epidemiological data and phenotypic heterogeneity, the lack of accurate and sensitive diagnostic methods contributes to delays and, frequently, to misdiagnosis of primary ciliary dyskinesia⁶.

European and North American diagnostic guidelines recommend transmission electron microscopy (TEM) as part of a set of tests for diagnostic confirmation. TEM is used to identify ultrastructural defects in cilia⁷, such as the absence or anomalies of the outer and inner dynein arms,

defects in the microtubules that make up the axoneme, and complete disorganization of the typical cylindrical structure⁸⁻¹⁰. In addition to primary ciliary dyskinesia, ultrastructural analysis by TEM can assist in the diagnosis of other diseases, such as minimal change nephrotic syndrome¹¹, focal segmental glomerulosclerosis¹², alveolar capillary dysplasia¹³, and epidermolysis bullosa¹⁴.

Currently, there are more than 700 electron microscopes in operation in Brazil, according to the Brazilian Society of Microscopy and Microanalysis, although they are asymmetrically distributed across the country, with almost 81% located in the Southeast region¹⁵. Despite some centers offering diagnostic services using electron microscopy, most microscopes have been used only for academic and research purposes, not for diagnostic purposes. This reality highlights the limited access of pathologists to the installed base of electron microscopy in the country and reinforces the need for the establishment of tools for remote use of these instruments. The implementation of telemicroscopy could expand pathologists' access to electron microscopes, assisting and accelerating the differential diagnosis of many pathologies, offering an immediate benefit to Brazilian society.

Given the extensive installed base of electron microscopy in the country and the growing demand for diagnosis through ultrastructural pathology, the objective of this work is to establish a sustainable model for integrating electron microscopy tools into the medical diagnostic portfolio in the country through the implementation of a tele-microscopy center applied to ultrastructural pathology. Therefore, this is a qualitative study, describing the initial stage of structuring the workflow inherent in the implementation of the center.

METHODOLOGY

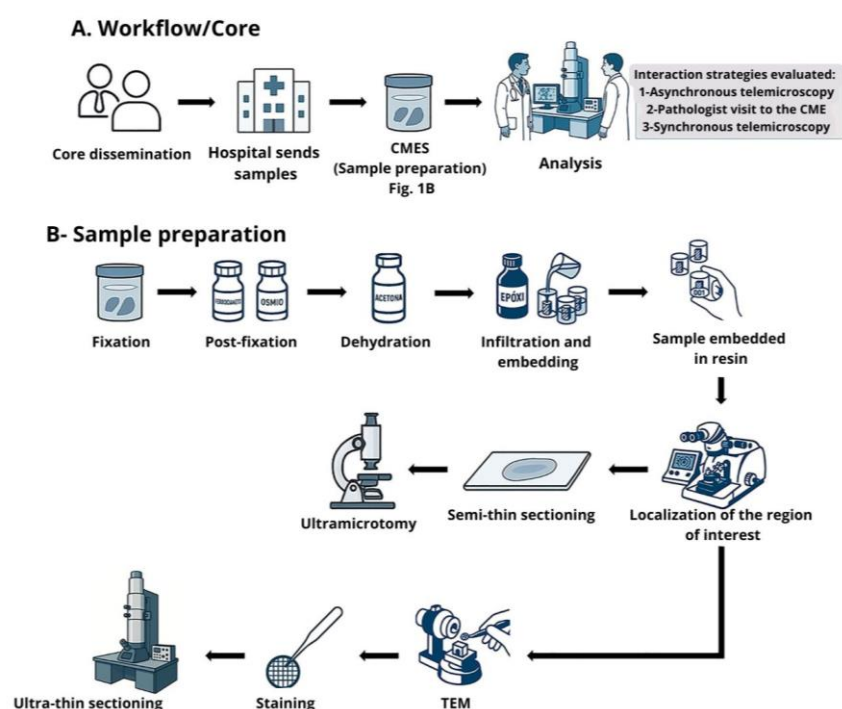
The definition of a structured and efficient workflow is one of the main factors for the consolidation of telemicroscopy as an effective diagnostic tool (Figure 1). To this end, methodologies based on protocols from international reference centers were adopted, notably the Department of Cellular Pathology at the University of Manchester and the Histopathology Unit of the Gulbenkian Institute of Molecular Medicine in Portugal, for the reception and categorization of samples. These protocols guided the structuring of the workflow, which was subsequently adapted to the specific characteristics of the national center involved, the National Center for Structural Biology and Bioimaging (CENABIO, UFRJ).

After implementing the workflow, we tested three interaction strategies between the electron

microscopy centers (EMCs) and hospitals: synchronous and asynchronous telemicroscopy, and an in-person visit of the pathologist to the EMC. In asynchronous telemicroscopy, images were acquired by a specialist and were available in databases to the pathologist. In synchronous telemicroscopy, the pathologist had remote access to the microscope via a screen-sharing tool and guided the imaging performed by the specialist. In the third strategy, the pathologist went to the EMC and participated in person in the image acquisition. To test these strategies, samples from three patients with renal pathologies were selected, with each sample being sent for evaluation using one of the strategies.

The images obtained were stored in a digital database and will be used later for the development of artificial intelligence (AI) software that optimizes differential diagnosis through TEM.

Figure 1: Schematic of the workflow and sample preparation for transmission electron



(A) The established workflow stipulates that, after sample collection, the pathologist sends the samples to the CME (Central Microscopy Unit). This shipment may consist of samples that have already been processed or samples to be processed by the CME team. The interaction models between the CME and pathologists evaluated include synchronous or asynchronous telemicroscopy, in addition to the pathologist's in-person visit to the CME. (B) Sample processing includes the steps of fixation, post-fixation, dehydration, infiltration, and embedding, resulting in the sample embedded in resin, from which ultrathin sections are made, which will be stained and evaluated using TEM (Transmission Electron Microscopy). An intermediate step necessary for some pathologies is the preparation of semi-thin sections evaluated by light microscopy to verify the presence of the region of interest. If negative, new semi-thin sections can be made until the ideal region for verifying pathological changes is reached.

RESULTS

To maximize sample acquisition and attract collaborating pathologists, audiovisual promotional material for the core facility was produced. The video demonstrates how hospitals can connect CME (Continuing Medical Education) centers, enabling doctors to access sophisticated, state-of-the-art equipment capable of facilitating differential and remote diagnosis within the telemicroscopy network. Currently, we have the participation of collaborating pathologists affiliated with partner hospitals, including the Clementino Fraga Filho University Hospital, the Pedro Ernesto University Hospital, the Paulo Niemeyer State Brain Institute, and the Alfredo da Matta Hospital Foundation. Physical proximity in these cases was important to facilitate in-person visits and evaluate interaction strategies between the teams. However, once implemented, this operating model will be entirely based on telemicroscopy and can be adapted to other hospitals and microscopy centers in the country, possessing enormous potential for expansion.

During this initial period of implementing the telemicroscopy core facility, the CME received samples from 9 pathologies: Ciliary Dyskinesia, PIT1 Pituitary Adenoma, Thrombotic Microangiopathy, Membranous Glomerulonephritis, Rapidly Progressive Glomerulonephritis, Focal Segmental Glomerulosclerosis (FSGS), Minimal Change Nephrotic Syndrome, Crohn's Disease, and Leprosy. All samples were selected for evaluation of the optimal workflow and for assessments of sample processing and identification of regions of interest. Among the received pathologies, FSGS samples were used for comparative evaluation of the interaction strategies.

Upon receipt, each sample was identified by a unique code containing the sample entry number and the associated pathology abbreviation. Other information included in a spreadsheet shared between the CME and the pathologists included the identification of the sample's originating institution and the responsible pathologist, the tissue type, the diagnostic hypothesis, the sample entry date, and the person responsible for receiving it at the CME, in addition to the sample preparation data.

The main key to successful analysis in electron microscopy lies in the proper processing or preparation of the sample (Fig. 1B), respecting the specificities and objectives of the analysis in the context of each pathology. For this, good communication between the electron microscopy

team and the pathologists is crucial from the beginning of the interaction, sharing information such as the type of tissue, diagnostic hypothesis, ideal fixation and staining solutions, and the expected ultrastructural details. The quality and intensity of this communication and interaction have proven to be determining factors for the fluidity of the workflow and the speed of differential diagnosis. It is advisable to establish an open channel of interaction, for example, through the use of current technologies such as frequent online video conferences and messaging applications that allow for faster interaction, including the formation of groups, facilitating contact between team members at different stages of sample processing and analysis.

Once the interaction is established, it is important that the CME (Central Medical Equipment) team guides how to proceed with the collection and fixation of the material, supplying the reagents and the protocol for the fixative solution, or providing the solution already prepared. This ensures that the material is fixed immediately after collection. Some hospitals and medical institutions, especially university hospitals, have their ultrastructural pathology departments, enabling part of the sample preparation to be done by on-site personnel. However, we have observed that material prepared entirely by the CME team tends to show greater reproducibility, enabling the rapid detection and standardization of diagnostic characteristics.

Another stage where the interaction between the CME and the pathologists proved fundamental was in determining the region of interest in the resin blocks containing the processed sample. For this purpose, for samples of some tissues, such as renal tissue, the preparation of semi-thin sections, observed by light microscopy, was implemented before the preparation of the ultra-thin sections evaluated by TEM (Fig. 1). After the completion of all sample preparation steps and/or the definition of the region of interest, the analysis and imaging of the material in the TEM followed for the detection of the ultrastructural characteristics crucial for differential diagnosis. The acquisition was initially standardized according to the pathology under analysis, using defined magnifications, ensuring the quality and comparability of the obtained data.

Three interaction strategies between the teams were tested: synchronous telepathology, asynchronous telepathology, and in-person meetings. Synchronous telepathology allowed for real-time discussions between the pathologist and the imaging specialists. This direct communication

enabled the confirmation of the presence of structures of interest and important diagnostic characteristics, resulting in faster final diagnoses and enhanced interdisciplinary collaboration. Both synchronous and in-person strategies facilitated the combination of the transmission electron microscopy (TEM) specialist's expertise in identifying ultrastructures with the pathologist's knowledge of pathology and the patient's clinical history. This collaboration ensured greater accuracy in image interpretation and reduced the time needed to reach a diagnosis. In contrast, asynchronous telepathology required two or more remote meetings between the pathologists and the TEM team to discuss the obtained images. This extended time frame was likely due to the complexity and specific ultrastructural diagnostic features of the pathology presented. Overall, considering the challenges of pathologists' time availability and the travel required to reach TEM centers, synchronous telepathology emerged as the most effective strategy at our telehealth center. It has the potential to democratize access to electron microscopy for differential diagnosis on a national level, benefiting multiple hospitals.

The generated database includes approximately 3,000 digital images of the analyzed pathologies, which are stored on shared drives. For better organization, the images have been categorized according to the sample entry number and the associated pathology. This systematic arrangement enables easy identification of images that contain the specific fragment and region of interest. It also facilitates integrated access for the teams at the participating centers, streamlining database management.

The proposed model demonstrates the effectiveness of integrating different national reference centers and the possibility of expanding access to ultrastructural diagnosis through telemicroscopy. The collaboration between the EMCs and hospital services contributes to the incorporation of high-resolution morphological analyses into routine diagnostic procedures, positively impacting the quality of pathological investigation, accuracy, and support for clinical decision-making.

DISCUSSION

Proper sample preparation is fundamental for the success of analyses in electron microscopy, especially when they are aimed at the ultrastructural diagnosis of human pathologies. The integrity of the results generated depends not

only on the quality of the reagents and equipment, but also on the standardization of protocols and the technical competence of those who perform them¹⁶. For this reason, centralizing sample preparation in specialized centers, such as electron microscopy centers (EMCs), has proven highly effective, ensuring homogeneity, traceability, and reproducibility of the procedures.

However, technical excellence in diagnostics is only achieved when it is combined with integrated and continuous communication between the different professionals involved in the workflow. Dialogue between microscopy technicians and pathologists is essential from the very beginning, starting with sample collection and fixation, through processing, ultrathin sectioning, image acquisition, and finally, the final analysis. In all these stages, sharing clinical information, diagnostic hypotheses, and expected morphological criteria guides technical procedures and optimizes resources, avoiding waste of time and materials.

The unique nature of the pathologies examined through electron microscopy—often of uncertain origin, whether infectious, genetic, or degenerative—poses both challenges and opportunities. On one hand, there is a need for careful evaluation and specialized experience, which requires highly qualified professionals. On the other hand, certain ultrastructural alterations display distinctive morphological patterns that can help exclude differential diagnoses, playing a critical role in the diagnostic process for pathologists. Therefore, despite its complexity, electron microscopy provides unique opportunities for diagnostic clarification, particularly in complex or poorly understood cases.

Within this scenario, direct and constant contact with the pathologist throughout the entire workflow proves to be one of the greatest advantages of telemicroscopy. This proximity allows decisions to be made collaboratively, in real time, including during ultramicrotomy and imaging. The pathologist can guide the specialist in choosing the most representative region of the tissue, request additional sections, or indicate specific alterations of interest, avoiding repeated procedures and ensuring that the material is analyzed with maximum efficiency.

To ensure the efficiency of the process, it is essential to strategically select and train the appropriate professionals for each stage. In the initial phase, local healthcare teams must be trained to immediately fix samples in order to faithfully preserve the ultrastructure of the tissues. Delays in this step can lead to cellular degradation

and the formation of artifacts, which can compromise the morphological analysis significantly. Having a team experienced in electron microscopy is crucial for processing the samples and adjusting microscope parameters to ensure the acquisition of high-quality images. In the final stage, pathologists interpret the data obtained, integrating it into the clinical context. Based on our experience at the telehealth center, we recommend that pathologists interested in using Transmission Electron Microscopy (TEM) receive training in ultrastructural analysis relevant to their medical specialty.

The distribution of tasks values the specific skills of each professional and contributes to the optimization of results. Supervision by a technical-scientific coordinator ensures the standardization of procedures and the traceability of analyses. In regions with limited resources, it is possible for the same professional to perform multiple functions; however, specialization in each stage is the ideal scenario to ensure the quality and efficiency of the process.

The implementation of the telemicroscopy core, currently under development, represents an important step towards establishing an ultrastructural diagnostic network in Brazil. This initiative offers strategic and structural benefits for the healthcare system, such as democratizing access to TEM (Transmission Electron Microscopy), which has historically been concentrated in the South and Southeast regions¹⁵, reducing regional inequalities in high-complexity diagnostics, and consolidating a collaborative network among specialists from different institutions and states. The implementation of telemicroscopy can also contribute to reducing the environmental impact by decreasing the need for physical transportation of samples and professionals, resulting in lower CO₂ emissions associated with transport and in-person travel²⁰.

The consolidation of digital image databases and their respective reports creates a valuable resource for educational, scientific, and training purposes, allowing for the development of standardized atlases and diagnostic protocols. These databases also enable the training of AI algorithms, which could in the future assist in image screening, morphological pattern recognition, and suggesting differential diagnoses, optimizing analysis time and increasing diagnostic accuracy, especially in environments with a shortage of specialized pathologists²¹.

Our research group also foresees, in its medium-to-long-term perspective, the incorporation of advanced three-dimensional

microscopy techniques, which allow for the volumetric analysis of cellular structures with micrometric resolution and the observation of different cross-sectional planes. This approach, combined with the power of AI, can pave the way for a new era in diagnostic pathology, where subcellular alterations will not only be identified but also quantified and spatially contextualized with scientific rigor.

CONCLUSION

The integrated model of electron microscopy and telemicroscopy, developed at the center, proves to be an innovation for strengthening diagnostic pathology. The combination of rigorous technical preparation, interdisciplinary communication, the use of digital technologies, and continuous professional training creates the ideal conditions for accessible and rapid differential diagnosis. The expectation is that, with the consolidation of this model, Brazil can benefit from telemicroscopy in public health, transforming a historically restricted field into a widely available and strategic instrument for addressing complex and emerging diseases.

REFERENCES

1. Doolittle GC, Spaulding AO. Providing Access to Oncology Care for Rural Patients via Telemedicine. *J Oncol Pract*. 2006 Sep;2(5):228–30.
2. Uscher-Pines L, Mehrotra A. Analysis Of Teladoc Use Seems To Indicate Expanded Access To Care For Patients Without Prior Connection To A Provider. *Health Aff*. 2014 Feb;33(2):258–64.
3. Prieto-Egido I, González-Escalada A, García-Giganto V, Martínez-Fernández A. Design of New Procedures for Diagnosing Prevalent Diseases Using a Low-Cost Telemicroscopy System. *Telemedicine and e-Health*. 2016 Nov;22(11):952–9.
4. Underwood JCE. More than meets the eye: the changing face of histopathology. *Histopathology*. 2017 Jan 13;70(1):4–9.
5. Rubbo B, Lucas JS. Clinical care for primary ciliary dyskinesia: current challenges and future directions. *European Respiratory Review*. 2017 Sep 30;26(145):170023.
6. Abitbul R, Amirav I, Blau H, Alkrinawi S, Aviram M, Shoseyov D, et al. Primary ciliary dyskinesia in Israel: Prevalence, clinical features,

current diagnosis and management practices. *Respir Med*. 2016 Oct;119:41–7.

7. Rezaei M, Soheili A, Ziai SA, Fakharian A, Toreyhi H, Pourabdollah M, et al. Transmission electron microscopy study of suspected primary ciliary dyskinesia patients. *Sci Rep*. 2022 Feb 11;12(1):2375.

8. Bush A, Chodhari R, Collins N, Copeland F, Hall P, Harcourt J, et al. Primary ciliary dyskinesia: current state of the art. *Arch Dis Child*. 2007 Dec 1;92(12):1136–40.

9. Shoemark A, Dixon M, Corrin B, Dewar A. Twenty-year review of quantitative transmission electron microscopy for the diagnosis of primary ciliary dyskinesia. *J Clin Pathol*. 2012 Mar;65(3):267–71.

10. Lucas JS, Davis SD, Omran H, Shoemark A. Primary ciliary dyskinesia in the genomics age. *Lancet Respir Med*. 2020 Feb;8(2):202–16.

11. Rivera A, Magliato S, Meleg-Smith S. Value of Electron Microscopy in the Diagnosis of Childhood Nephrotic Syndrome. *Ultrastruct Pathol*. 2001 Jan 10;25(4):313–20.

12. Salwa-Żurawska W ZJWABP. Focal segmental glomerulosclerosis: a diagnostic problem. *Pol J Pathol*. 2012;63(1):49–57.

13. Kamp JC, Neubert L, Schupp JC, Braubach P, Wrede C, Laenger F, et al. Multilamellated Basement Membranes in the Capillary Network of Alveolar Capillary Dysplasia. *Am J Pathol*. 2024 Feb;194(2):180–94.

14. Has C, Liu L, Bolling MC, Charlesworth AV, El Hachem M, Escámez MJ, et al. Clinical practice guidelines for laboratory diagnosis of epidermolysis bullosa. *British Journal of Dermatology*. 2020 Mar 9;182(3):574–92.

15. Albuquerque PC, de Paula Fonseca e Fonseca B, Girard-Dias W, Zicker F, de Souza W, Miranda K. Mapping the Brazilian microscopy landscape: A bibliometric and network analysis. *Micron*. 2019 Jan;116:84–92.

16. Swanson PE. Diagnostic Transmission Electron Microscopy of Tumors with Clinicopathological, Immunohistochemical and Cytogenetic Correlations. *Am J Clin Pathol*. 1995 Mar 1;103(3):372.1-372.

17. Torres LFB, Jacob GVV, Noronha L de, Sampaio GA, Antoniuk S, Bruck I. Estudo por microscopia eletrônica em doenças neurodegenerativas na infância. *Arq Neuropsiquiatr*. 1997;55(4):788–94.

18. Erlandson RA, Rosai J. A Realistic Approach to the Use of Electron Microscopy and Other Ancillary Diagnostic Techniques in Surgical Pathology. *Am J Surg Pathol*. 1995 Mar;19(3):247–50.

19. Tizro P, Choi C, Khanlou N. Sample Preparation for Transmission Electron Microscopy. In 2019. p. 417–24.

20. Ravindrane R, Patel J. Infrastructure: The environmental impacts of telemedicine in place of face-to-face patient care: a systematic review. *Future Healthc J*. 2022 Mar;9(1):28–33.

21. Niazi MKK, Parwani A V, Gurcan MN. Digital pathology and artificial intelligence. *Lancet Oncol*. 2019 May;20(5):e253–61.

Statement of responsibility: Todos os os autores participaram na construção e elaboração do trabalho. KM foi responsável pela concepção do trabalho e participou na escrita do manuscrito. IA, ET, CG, LA e ML participaram na organização do fluxo de trabalho e escrita do manuscrito. IA, LA e ML participaram da parte experimental. BSF, ER, JG participaram da parte experimental e escrita do manuscrito.

Funding: Declaramos, para os devidos fins, que o manuscrito conta com financiamento do Ministério da Saúde do Brasil.

Conflict of interest: Os autores declaram não haver nenhum conflito de interesse com relação a esta pesquisa, autoria ou publicação deste artigo.

How to cite this article: Asth L, Augusto I, Lemos M, Resende E, Fachetti BS, Gonçalves C, Guimarães J, Torres E, Miranda K. Telemicroscopy: A Sustainable Model for Integrating Electron Microscopy into Medical Diagnosis in Brazil.. *Latin Am J telehealth, Belo Horizonte*, 2024; 11(3): 206-212. ISSN: 2175-2990.

Telemicroscopía: Un Modelo Sostenible de Integración de la Microscopía Electrónica al Diagnóstico Médico en Brasil

Ingrid Augusto	PhD, Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), Researcher. Email: ingrid.augustt@gmail.com
Moara Lemos	PhD, Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), Researcher. Email: moaralemos@gmail.com.
Eduardo Resende	PhD, Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), Technician. Email: emresende94@gmail.com.
Brenda Santarem Fachetti	Bachelor's degree, Federal University of Pará (UFPA), Technician. Email: brenda.fachetti22@gmail.com.
Camila Gonçalves	Master's degree, Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), Manager. Email: camilabiof@gmail.com.
Jander Guimarães	Master's degree, Amazonas State University (UEA), Technician. Email: jander.m.guimaraes@gmail.com.
Eduardo Torres	PhD, State University of Rio de Janeiro (UERJ), Researcher. Email: lopestorresej@gmail.com.
Kildare Miranda	PhD, Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), Coordinator. Email: kmiranda@biof.ufrj.br.
Laila Asth	Corresponding author -Academic degree: PhD. Institution: Federal University of Rio de Janeiro. Position: Researcher. ORCID: 0000-0001-5086-6572. Email: lailasth@gmail.com

Fecha de recepción: 22 de agosto de 2025 | Fecha de aprobación: 9 de diciembre de 2025

Resumen

Introducción: La telemicroscopía es una técnica que permite acceso remoto a plataformas de microscopía, facilitando análisis de muestras a distancia. Tiene un gran potencial en el apoyo al diagnóstico médico, incluyendo la patología ultraestructural con microscopía electrónica. **Objetivo:** Establecer un modelo sostenible de integración de microscopía electrónica al portafolio de diagnóstico médico, mediante la implementación de núcleos de telemicroscopía aplicada a la patología ultraestructural. **Metodología:** Se adoptaron metodologías basadas en protocolos de centros internacionales de referencia para estructurar un flujo de trabajo adaptado a los centros nacionales. Se probaron tres estrategias de interacción: telemicroscopía asincrónica, visitas presenciales y telemicroscopía sincrónica. **Resultados:** La implementación siguió protocolos adaptados, probando las estrategias. La telemicroscopía sincrónica muestra potencial para democratizar el acceso a la microscopía electrónica. Se creó un banco de imágenes digitales. Los resultados evidencian la viabilidad operacional del modelo propuesto. **Conclusiones:** La preparación adecuada de la muestra y la comunicación interdisciplinaria continua son fundamentales para la telemicroscopía. Este modelo tiene potencial de democratizar el acceso a la microscopía electrónica, reducir desigualdades regionales y consolidar una red colaborativa en el país. Las bases de datos generadas apoyan la educación, investigación y el futuro uso de inteligencia artificial en el diagnóstico diferencial de patologías. **Palabras clave:** telemicroscopía, patología ultraestructural, microscopía electrónica de transmisión, diagnóstico diferencial

Abstract

Telemicroscopy: A Sustainable Model for Integrating Electron Microscopy into Medical Diagnosis in Brazil
Introduction: Telemicroscopy is a technique that enables remote access to microscopy platforms, allowing the analysis of samples at a distance. It has great potential in aiding medical diagnosis, including ultrastructural pathology with electron microscopy. **Objective:** To establish a sustainable model for integrating electron microscopy tools into the medical diagnostic portfolio through the implementation of telemicroscopy hubs applied to ultrastructural pathology. **Methodology:** Methodologies based on protocols from international reference centers were adopted to structure a workflow adapted to national centers. Three interaction strategies were tested: asynchronous telemicroscopy, on-site visits, and synchronous telemicroscopy. **Results:** The implementation followed adapted protocols, testing the interaction strategies. Synchronous telemicroscopy shows potential for democratizing access to electron microscopy. An initial digital image bank was created. The results demonstrate the operational feasibility of the proposed model. **Conclusions:** Proper sample preparation and continuous interdisciplinary communication are essential for telemicroscopy. This model has the potential to democratize access to electron microscopy, reduce regional inequalities, and consolidate a collaborative network within the country. The generated databases support education, research, and future use of artificial intelligence in the differential diagnosis of pathologies. **Key-words:** telemicroscopy, differential diagnosis, transmission electron microscopy, ultrastructural pathology

Telemicroscopia: Um Modelo Sustentável de Integração da Microscopia Eletrônica ao Diagnóstico Médico no Brasil

Introdução: A telemicroscopia é uma técnica que permite o acesso remoto a plataformas de microscopia, possibilitando a análise de amostras à distância. Tem grande potencial no auxílio ao diagnóstico médico, incluindo patologia ultraestrutural com microscopia eletrônica. **Objetivo:** Estabelecer um modelo sustentável de integração de ferramentas de microscopia eletrônica ao portfólio de diagnóstico médico, através da implantação de núcleos de telemicroscopia aplicada à patologia ultraestrutural. **Metodologia:** Foram adotadas metodologias baseadas em protocolos de centros internacionais de referência para estruturar um fluxo de trabalho adaptado aos centros nacionais. Testaram-se três estratégias de interação: telemicroscopia síncrona e assíncrona e visitas presenciais. **Resultados:** A implementação seguiu protocolos adaptados, testando as estratégias de interação. A telemicroscopia síncrona mostra potencial para a democratização do acesso à microscopia eletrônica. Um banco de imagens digitais inicial foi criado. Os resultados evidenciam a viabilidade operacional do modelo proposto. **Conclusões:** O preparo adequado da amostra e a comunicação interdisciplinar contínua são fundamentais para telemicroscopia. Este modelo tem o potencial de democratizar o acesso à microscopia eletrônica, reduzir desigualdades regionais e consolidar uma rede colaborativa no país. Os bancos de dados gerados auxiliam na educação, pesquisa e futuro uso de inteligência artificial no diagnóstico diferencial de patologias.

Palabras-chave: telemicroscopia, diagnóstico diferencial, microscopia eletrônica de transmissão, patologia ultraestrutural

INTRODUCCIÓN

La telesalud ha crecido exponencialmente en los últimos años, ofreciendo nuevas formas de atención médica y sanitaria. La constante evolución de las tecnologías ofrece oportunidades de acceso a servicios de salud para quienes se encuentran confinados en sus hogares o viven en zonas marginadas, además de permitir que los pacientes con enfermedades raras reciban atención de especialistas ubicados en otras regiones^{1,2}. Sin embargo, la telesalud no solo amplía el acceso de los pacientes a los profesionales sanitarios, sino que también ofrece a los médicos la oportunidad de utilizar herramientas que optimizan el diagnóstico diferencial de diversas patologías. Este es el caso de la telemicroscopía, una técnica que permite el acceso remoto a diferentes plataformas de investigación microscópica³. En la telemicroscopía, el usuario puede analizar su muestra de forma remota mediante herramientas virtuales de intercambio de datos. De esta manera, los hospitales y laboratorios de diagnóstico pueden enviar muestras al centro de diagnóstico por imagen y el patólogo puede analizar las imágenes obtenidas de forma remota³.

La telemicroscopía tiene un gran potencial para ayudar al diagnóstico médico, incluyendo la histopatología clásica (con la ayuda de la microscopía óptica) y la histopatología ultraestructural (con la ayuda de la microscopía electrónica). El análisis ultraestructural se ha consolidado como una herramienta complementaria y, a veces, diferencial para el diagnóstico médico⁴. Esto se debe a que el diagnóstico de algunas patologías depende de imágenes de alta resolución, con resoluciones alcanzadas únicamente a nivel de microscopía electrónica. Este es el caso de la discinesia ciliar primaria, una rara condición hereditaria autosómica recesiva, frecuentemente manifestada por infecciones respiratorias crónicas desde los primeros años de vida⁵. Además de la escasez de

datos epidemiológicos y la heterogeneidad fenotípica, la ausencia de métodos diagnósticos precisos y sensibles contribuye a retrasos y, frecuentemente, a diagnósticos erróneos de la discinesia ciliar primaria⁶. Las guías de diagnóstico europeas y norteamericanas recomiendan la microscopía electrónica de transmisión (MET) como parte de un conjunto de pruebas para la confirmación diagnóstica. La TEM se utiliza para identificar defectos ultraestructurales en los cilios⁷, como la ausencia o anomalías de los brazos de dineína externo e interno, defectos en los microtúbulos que conforman el axonema y la desorganización completa de la estructura cilíndrica típica⁸⁻¹⁰. Además de la discinesia ciliar primaria, el análisis ultraestructural mediante TEM puede ayudar en el diagnóstico de otras enfermedades, como el síndrome nefrótico de cambios mínimos¹¹, la glomeruloesclerosis focal y segmentaria¹², la displasia alveolocapilar¹³ y la epidermólisis ampollosa¹⁴.

Actualmente, hay más de 700 microscopios electrónicos en funcionamiento en Brasil, según la Sociedad Brasileña de Microscopía y Microanálisis, aunque están distribuidos asimétricamente en las regiones del país, con casi el 81% ubicado en la región Sudeste¹⁵. Si bien algunos centros ofrecen servicios de diagnóstico con microscopía electrónica, la mayoría de los microscopios se han utilizado solo con fines académicos y de investigación, no con fines diagnósticos. Esta realidad resalta el acceso limitado de los patólogos a la base instalada de microscopía electrónica en el país y refuerza la necesidad de establecer herramientas para el uso remoto de estos instrumentos. La implementación de la telemicroscopía podría ampliar el acceso de los patólogos a los microscopios electrónicos y así, ayudar y agilizar el diagnóstico diferencial de muchas patologías, ofreciendo un retorno inmediato a la sociedad brasileña.

Dada la amplia base instalada de microscopía electrónica en el país y la creciente

demanda de diagnóstico a través de la patología ultraestructural, el objetivo de este trabajo es establecer un modelo sostenible para la integración de herramientas de microscopía electrónica en el portafolio de diagnóstico médico del país mediante la implementación de un centro de telemicroscopía aplicada a la patología

ultraestructural. De esta forma, este trabajo tiene un carácter cualitativo y describe la etapa inicial de estructuración del flujo de trabajo inherente a la implementación del centro.

METODOLOGÍA

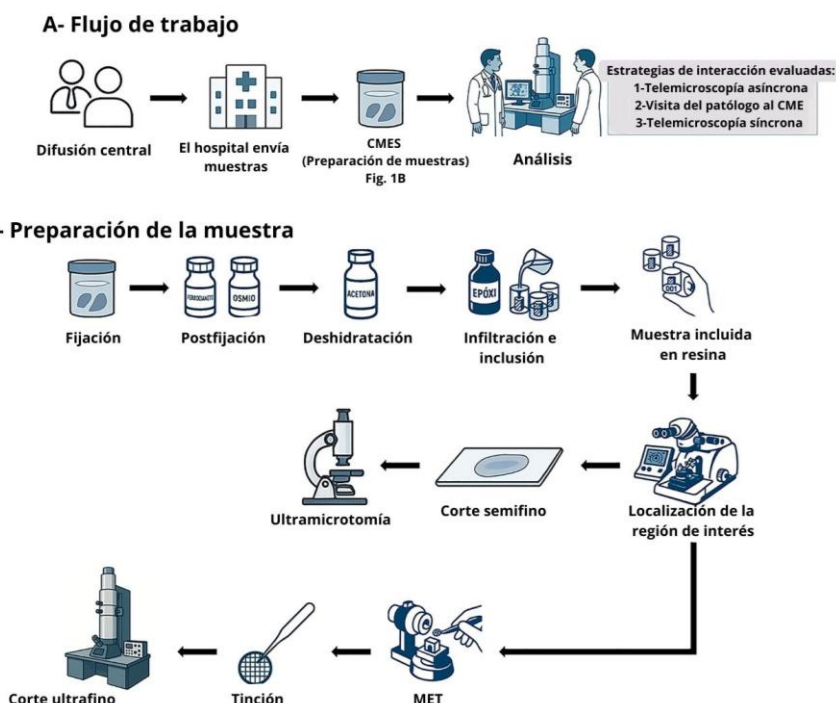
Uno de los principales factores para la consolidación de la telemicroscopía como herramienta eficaz para el diagnóstico es la definición de un flujo de trabajo estructurado y eficiente (Figura 1). Para tal, fueron adoptadas metodologías fundamentadas en protocolos de centros internacionales de referencia, con destaque para el Departamento de Patología Celular da Universidad de Manchester y la Unidad de Histopatología del Instituto Gulbenkian de Medicina Molecular de Portugal, para el recebo y categorización de las muestras. Esos protocolos orientaron la estructuración del flujo de trabajo que

fue posteriormente adaptado a las particularidades del centro nacional involucrado, el Centro Nacional de Biología Estructural y Bioimagen (CENABIO, UFRJ).

Tras la implementación del flujo de trabajo, probamos tres estrategias de interacción entre centros de microscopía electrónica (CME) y hospitales: telemicroscopía sincrónica y asincrónica, y una visita presencial del patólogo al CME. En la telemicroscopía asincrónica, un especialista obtuvo las imágenes y las puso a disposición del patólogo en bases de datos, mientras que en la telemicroscopía sincrónica, el patólogo tuvo acceso remoto al microscopio mediante una herramienta de pantalla compartida y guió la adquisición de imágenes. En la tercera estrategia, el patólogo acudió al CME y participó presencialmente en la adquisición de imágenes. Para probar estas estrategias, se seleccionaron muestras de tres pacientes con patologías renales, y cada muestra se envió para su evaluación mediante una de las estrategias.

Las imágenes obtenidas fueron almacenadas en una base de datos digital y serán utilizadas posteriormente para el desarrollo de un software de inteligencia artificial (IA) que optimice el diagnóstico diferencial mediante TEM.

Figura 1: Diagrama del flujo de trabajo y preparación de muestras para el análisis de microscopía electrónica de transmisión (TEM) realizado en el centro de telemicroscopía.



(A) El flujo de trabajo establecido estipula que, tras la toma de muestras, el patólogo las envía al CME. Este envío puede incluir muestras ya procesadas o que el equipo del CME aún no haya procesado. Los modelos de interacción evaluados entre el CME y los patólogos incluyen la telemicroscopía sincrónica o asincrónica, así como la visita presencial del patólogo al CME. (B) El procesamiento de las muestras incluye los pasos de fijación, postfijación, deshidratación, infiltración e inclusión, lo que resulta en la inclusión de la muestra en resina, a partir de la cual se realizan cortes ultrafinos que se contrastarán y evaluarán mediante TEM. Un paso intermedio necesario para algunas patologías es la preparación de cortes semifinos evaluados mediante microscopía óptica para verificar la presencia de la región de interés. En caso de ser negativo, se pueden realizar nuevos cortes semifinos hasta alcanzar la región ideal para la verificación de las alteraciones patológicas.

RESULTADOS

Para optimizar la adquisición de muestras y atraer patólogos colaboradores, se produjo material audiovisual para promocionar el centro. El video muestra cómo es posible conectar hospitales con los Departamentos Centrales de Suministro de Estériles (CSSE), lo que permite a los médicos acceder a equipos sofisticados y de última generación capaces de realizar diagnósticos diferenciales y remotos dentro de la red de telemicroscopía. Hasta la fecha, hemos contado con la participación de patólogos colaboradores vinculados a hospitales asociados, entre los que destacan el Hospital Universitario Clementino Fraga Filho, el Hospital Universitario Pedro Ernesto, el Instituto Estatal del Cerebro Paulo Niemeyer y la Fundación Hospitalaria Alfredo da Matta. La proximidad física en estos casos fue importante para facilitar las visitas presenciales y evaluar estrategias de interacción entre los equipos. Sin embargo, una vez implementado, este modelo operativo será completamente telemicroscópico y podrá adaptarse a otros hospitales y centros de microscopía del país, por lo que posee un enorme potencial de expansión.

Durante el período inicial de implementación del centro de telemicroscopía, el CME (Centro de Microscopía) recibió muestras de nueve patologías: discinesia ciliar, adenoma hipofisario PIT1, microangiopatía trombótica, glomerulonefritis membranosa, glomerulonefritis de progresión rápida, glomeruloesclerosis focal y segmentaria (GEFS), síndrome nefrótico de cambios mínimos, enfermedad de Crohn y lepra. Todas las muestras se seleccionaron para evaluar el flujo de trabajo ideal, así como para evaluar el procesamiento de muestras y la identificación de regiones de interés. Entre las patologías recibidas, las muestras de GEFS se utilizaron para la evaluación comparativa de las estrategias de interacción mencionadas.

Cada muestra se identificó mediante un código único que contenía el número de entrada y el código patológico asociado. Otra información, incluida en una hoja de cálculo compartida entre el Departamento Central de Suministros Estériles (CSSD) y los patólogos, incluye la identificación de la institución de origen de la muestra y el patólogo responsable, el tipo de tejido, la hipótesis diagnóstica, la fecha de entrada de la muestra y la persona responsable de su recepción en el CSSD, además de los datos de preparación de la muestra.

La parte principal para el suceso del análisis en microscopía electrónica está en el procesamiento o preparación adecuada de la muestra (Fig. 1B), respetando a las especificidades y el objetivo del análisis en el contexto de cada patología. Para eso, es

importante la buena comunicación entre los equipos del CME y los patólogos desde el inicio de la interacción, compartiendo informaciones como el tipo de tejido, hipótesis diagnóstica, soluciones de fijación y contraste ideal y los detalles ultraestructurales esperados. La calidad y la intensidad de esa comunicación e interacción fueron factores determinantes para la fluidez del flujo de trabajo u la agilidad en el diagnóstico diferencial. Se aconseja establecer un canal abierto de interacción, por ejemplo, por medio del uso de tecnologías actuales, como encuentros online por videoconferencia frecuentes y aplicativos de mensajes que permiten una interacción más rápida, inclusive con la formación de grupos, facilitando el contacto entre los integrantes de los equipos en las diferentes etapas del procesamiento y del análisis de las muestras.

Una vez establecida la interacción, es importante que el CME oriente sobre cómo proceder en la etapa de recolección y fijación del material, forneciendo los reactivos y el protocolo para la solución fijadora o ya preparada. De esa forma, se garantiza la fijación del material inmediatamente después de la recolección. Se sabe que algunos hospitales y instituciones médicas, principalmente hospitales universitarios, poseen departamentos propios de patología ultraestructural, siendo posible que parte de la preparación de la muestra sea hecha por colaboradores *in loco*. Sin embargo, observamos que el material preparado totalmente por el equipo del CME tiende a presentar mayor reproducibilidad, viabilizando la detección y la normalización de las características diagnósticas rápidamente.

Otra etapa en que fue fundamental la interacción entre el CME y los patólogos fue en la determinación de la región de interés en los bloques de resina conteniendo la muestra procesada. Para eso, para muestras de algunos tejidos, como el tejido renal, fue implementada la realización de cortes semifinos, observados por medio de microscopía de luz, antes de la realización de los cortes ultrafinos evaluados por MET (Fig. 1). Después de la finalización de todas las etapas de la preparación de la muestra y de la definición de la región de interés, se siguió con el análisis y las imágenes del material en el MET para la detección de las características ultraestructurales determinantes para el diagnóstico diferencial. La adquisición fue estandarizada inicialmente de acuerdo con la patología en análisis, utilizando magnificaciones definidas, asegurando la calidad y comparabilidad de los datos obtenidos.

Se probaron tres estrategias de interacción entre los equipos: telemicroscopía sincrónica, asincrónica y presencial. La telemicroscopía

sincrónica y la presencia del patólogo durante la toma de imágenes permitieron una discusión directa para confirmar la presencia de estructuras de interés y características diagnósticas, agilizando el diagnóstico final y ampliando la colaboración interdisciplinaria. En ambas estrategias, fue posible alinear la experiencia del especialista en TEM en la identificación de ultraestructura y la del patólogo en la comprensión de las características de la patología y la historia clínica del paciente, asegurando una mayor precisión en la interpretación de las imágenes y un menor tiempo para la conclusión del diagnóstico. La telemicroscopía asincrónica, por otro lado, requirió dos o más reuniones remotas entre los patólogos y el equipo de CME para discutir las imágenes obtenidas, posiblemente debido a la complejidad y la especificidad ultraestructural diagnóstica de la patología, lo que exigió más tiempo para llegar a un diagnóstico. En general, considerando la dificultad de disponibilidad de tiempo y desplazamiento al Departamento Central de Esterilización (DCE) por parte de los patólogos, y con el objetivo de ampliar el acceso a los DCE por parte de múltiples hospitales, la telemicroscopía sincrónica demostró ser la estrategia más exitosa en nuestro centro de telesalud, con el potencial de democratizar la microscopía electrónica en el diagnóstico diferencial a nivel nacional.

El banco de datos generado contiene cerca de 3 mil imágenes digitales de las patologías analizadas, las cuales están almacenadas en drives compartidos. Para su organización, las imágenes fueron separadas conforme el número de entrada de la muestra y la patología asociada. Esa sistematización permite identificar las imágenes que contienen el fragmento y la región de interés, favoreciendo el acceso integrado de los equipos de los polos involucrados y facilitando la gestión de los bancos de datos.

El modelo propuesto demuestra la eficacia de la integración entre diferentes centros de referencia nacionales y la posibilidad de ampliar el acceso al diagnóstico ultraestructural por medio de la telemicroscopía. La aproximación entre los CMEs y los servicios hospitalarios contribuye para la incorporación de análisis morfológicos de alta resolución en la rutina diagnóstica, impactando positivamente la calidad de la investigación patológica, la precisión y el soporte para la toma de decisión clínica.

DISCUSIÓN

La preparación adecuada de la muestra es fundamental para el suceso de los análisis en microscopía electrónica, especialmente cuando están orientadas al diagnóstico ultraestructural de patologías humanas. La integridad de los

resultados generados depende no apenas de la calidad de los reactivos y equipamientos, sino también de la normalización de los protocolos y de la competencia técnica de quien los ejecuta¹⁶. Por esa razón, la centralización de la preparación en centros especializados, como los CMEs, fue altamente eficaz, garantizando homogeneidad, rastreabilidad y reproducibilidad de los procedimientos.

La excelencia técnica solo se concretiza en diagnósticos cuando está aliada a comunicación integrada y continua entre los diferentes profesionales envueltos en el flujo de trabajo. El diálogo entre técnicos de microscopía y médicos patólogos es esencial desde el inicio, a partir de la recolección y fijación de la muestra, pasando por el procesamiento, corte ultrafino, adquisición de las imágenes, hasta el análisis final. En todas esas etapas, compartir información clínica, hipótesis diagnósticas y criterios morfológicos esperados orienta la conducta técnica y optimiza recursos, evitando desperdicio de tiempo y materiales.

La individualidad de las patologías que se examinan mediante microscopía electrónica, a menudo de origen incierto, infecciosas, genéticas o degenerativas, plantea tanto desafíos como oportunidades. Por un lado, se requiere una evaluación minuciosa y experiencia especializada previa, lo que requiere profesionales altamente capacitados. Por otro lado, algunas alteraciones ultraestructurales presentan patrones morfológicos característicos que facilitan la exclusión de diagnósticos diferenciales, siendo determinantes para la definición diagnóstica por parte de los patólogos^{12,17}. Por lo tanto, la microscopía electrónica, a pesar de su complejidad, ofrece posibilidades únicas para la clarificación diagnóstica, especialmente en casos complejos o poco comprendidos¹⁸.

En este contexto, el contacto directo y constante con el patólogo durante todo el proceso de trabajo resulta ser una de las mayores ventajas de la telemicroscopía. Esta proximidad permite la toma de decisiones colaborativa en tiempo real, incluso durante la ultramicrotomía y la obtención de imágenes. El patólogo puede guiar al especialista en la selección de la región tisular más representativa, solicitar secciones adicionales o indicar alteraciones específicas de interés, evitando procedimientos repetidos y garantizando un análisis del material con la máxima eficiencia.

Para garantizar la eficiencia del proceso, es fundamental seleccionar y capacitar estratégicamente a los profesionales adecuados para cada etapa. En la fase inicial, se debe capacitar a los equipos de salud locales para la fijación inmediata de las muestras y preservar fielmente la ultraestructura de los tejidos. Un retraso en este paso puede provocar la degradación celular y la formación de artefactos, lo

que compromete gravemente el análisis morfológico¹⁹. Un equipo con experiencia en microscopía electrónica es esencial para el procesamiento de las muestras, así como para el ajuste de los parámetros del microscopio, garantizando así la adquisición de imágenes de alta calidad. En la etapa final, los patólogos interpretan los datos obtenidos, integrándolos en el contexto clínico. Considerando la experiencia en nuestro centro de telesalud, sugerimos que los patólogos interesados en el uso de TEM se capaciten en el análisis ultraestructural de su especialidad médica.

La distribución de funciones valoriza las competencias específicas de cada profesional y contribuye para la optimización de los resultados. La supervisión por un coordinador técnico-científico garantiza la normalización de los procedimientos y la rastreabilidad de los análisis. En regiones con recursos limitados, es posible que un mismo profesional desempeñe múltiples funciones, mientras la especialización en cada etapa es el escenario ideal para asegurar la calidad y la eficiencia del proceso.

La implementación del núcleo de telemicroscopía, en fase de desarrollo, representa un paso importante para el establecimiento de una red de diagnóstico ultraestructural en Brasil. Esa iniciativa ofrece beneficios estratégicos y estructurantes para el sistema de salud, como la democratización del acceso a la MET, históricamente concentrada en las regiones Sur y Sureste¹⁵, la reducción de las desigualdades regionales en el diagnóstico de alta complejidad y la consolidación de una red colaborativa entre especialistas de diferentes instituciones y estados. La implementación de la telemicroscopía puede contribuir También para la reducción del impacto ambiental al disminuir la necesidad de desplazamientos físicos de muestras y profesionales, resultando en menor emisión de CO₂ asociada al transporte y a los viajes presenciales²⁰.

Además, la consolidación de bancos de imágenes digitales y sus respectivos informes crea una valiosa colección con fines educativos, científicos y de capacitación, que permite el desarrollo de atlas y protocolos de diagnóstico estandarizados. Estos bancos también permiten el entrenamiento de algoritmos de IA, que en el futuro podrían ayudar en el cribado de imágenes, el reconocimiento de patrones morfológicos y la sugerencia de diagnósticos diferenciales, optimizando el tiempo de análisis y aumentando la precisión diagnóstica, especialmente en entornos con escasez de patólogos especializados²¹.

Nuestra investigación principal también prevé, a medio y largo plazo, la incorporación de técnicas avanzadas de microscopía tridimensional, que permiten el análisis volumétrico de estructuras

celulares con resolución micrométrica y la observación de diferentes planos de corte. Este enfoque, combinado con el poder de la IA, puede sentar las bases para una nueva era en el diagnóstico patológico, en la que las alteraciones subcelulares no solo se identificarán, sino que también se cuantificarán y contextualizarán espacialmente con rigor científico.

CONSIDERACIONES FINALES

EL modelo integrado de microscopía electrónica y telemicroscopía, desarrollado en el centro, demuestra ser una innovación para el fortalecimiento de la patología diagnóstica. La combinación de la preparación técnica rigurosa, comunicación interdisciplinar, uso de tecnologías digitales y capacitación continuada de los profesionales crea las condiciones ideales para un diagnóstico diferencial accesible y ágil. La expectativa es que, con la consolidación de ese modelo, Brasil pueda beneficiarse de la telemicroscopía en salud pública, transformando un campo históricamente restringido en un instrumento ampliamente disponible y estratégico para el enfrentamiento de enfermedades complejas y emergentes.

REFERENCIAS

1. Doolittle GC, Spaulding AO. Providing Access to Oncology Care for Rural Patients via Telemedicine. *J Oncol Pract*. 2006 Sep;2(5):228–30.
2. Uscher-Pines L, Mehrotra A. Analysis Of Teladoc Use Seems To Indicate Expanded Access To Care For Patients Without Prior Connection To A Provider. *Health Aff*. 2014 Feb;33(2):258–64.
3. Prieto-Egido I, González-Escalada A, García-Giganto V, Martínez-Fernández A. Design of New Procedures for Diagnosing Prevalent Diseases Using a Low-Cost Telemicroscopy System. *Telemedicine and e-Health*. 2016 Nov;22(11):952–9.
4. Underwood JCE. More than meets the eye: the changing face of histopathology. *Histopathology*. 2017 Jan 13;70(1):4–9.
5. Rubbo B, Lucas JS. Clinical care for primary ciliary dyskinesia: current challenges and future directions. *European Respiratory Review*. 2017 Sep 30;26(145):170023.
6. Abitbul R, Amirav I, Blau H, Alkrinawi S, Aviram M, Shoseyov D, et al. Primary ciliary dyskinesia in Israel: Prevalence, clinical features,

current diagnosis and management practices. *Respir Med*. 2016 Oct;119:41–7.

7. Rezaei M, Soheili A, Ziai SA, Fakharian A, Toreyhi H, Pourabdollah M, et al. Transmission electron microscopy study of suspected primary ciliary dyskinesia patients. *Sci Rep*. 2022 Feb 11;12(1):2375.

8. Bush A, Chodhari R, Collins N, Copeland F, Hall P, Harcourt J, et al. Primary ciliary dyskinesia: current state of the art. *Arch Dis Child*. 2007 Dec 1;92(12):1136–40.

9. Shoemark A, Dixon M, Corrin B, Dewar A. Twenty-year review of quantitative transmission electron microscopy for the diagnosis of primary ciliary dyskinesia. *J Clin Pathol*. 2012 Mar;65(3):267–71.

10. Lucas JS, Davis SD, Omran H, Shoemark A. Primary ciliary dyskinesia in the genomics age. *Lancet Respir Med*. 2020 Feb;8(2):202–16.

11. Rivera A, Magliato S, Meleg-Smith S. Value of Electron Microscopy in the Diagnosis of Childhood Nephrotic Syndrome. *Ultrastruct Pathol*. 2001 Jan 10;25(4):313–20.

12. Salwa-Żurawska W ZJWABP. Focal segmental glomerulosclerosis: a diagnostic problem. *Pol J Pathol*. 2012;63(1):49–57.

13. Kamp JC, Neubert L, Schupp JC, Braubach P, Wrede C, Laenger F, et al. Multilamellated Basement Membranes in the Capillary Network of Alveolar Capillary Dysplasia. *Am J Pathol*. 2024 Feb;194(2):180–94.

14. Has C, Liu L, Bolling MC, Charlesworth AV, El Hachem M, Escámez MJ, et al. Clinical practice guidelines for laboratory diagnosis of epidermolysis bullosa. *British Journal of Dermatology*. 2020 Mar 9;182(3):574–92.

15. Albuquerque PC, de Paula Fonseca e Fonseca B, Girard-Dias W, Zicker F, de Souza W, Miranda K. Mapping the Brazilian microscopy landscape: A bibliometric and network analysis. *Micron*. 2019 Jan;116:84–92.

16. Swanson PE. Diagnostic Transmission Electron Microscopy of Tumors with Clinicopathological, Immunohistochemical and Cytogenetic Correlations. *Am J Clin Pathol*. 1995 Mar 1;103(3):372.1-372.

17. Torres LFB, Jacob GVV, Noronha L de, Sampaio GA, Antoniuk S, Bruck I. Estudo por microscopia eletrônica em doenças neurodegenerativas na infância. *Arq Neuropsiquiatr*. 1997;55(4):788–94.

18. Erlandson RA, Rosai J. A Realistic Approach to the Use of Electron Microscopy and Other Ancillary Diagnostic Techniques in Surgical Pathology. *Am J Surg Pathol*. 1995 Mar;19(3):247–50.

19. Tizro P, Choi C, Khanlou N. Sample Preparation for Transmission Electron Microscopy. In 2019. p. 417–24.

20. Ravindrane R, Patel J. Infrastructure: The environmental impacts of telemedicine in place of face-to-face patient care: a systematic review. *Future Healthc J*. 2022 Mar;9(1):28–33.

21. Niazi MKK, Parwani A V, Gurcan MN. Digital pathology and artificial intelligence. *Lancet Oncol*. 2019 May;20(5):e253–61.

Declaración de responsabilidad:

Todos los autores participaron en la construcción y elaboración del trabajo. KM fue responsable de la concepción del trabajo y participó en la redacción del manuscrito. IA, ET, CG, LA y ML participaron en la organización del flujo de trabajo y en la redacción del manuscrito. IA, LA y ML participaron en la parte experimental. BSF, ER y JG participaron en la parte experimental y en la redacción del manuscrito.

Financiamiento:

Declaramos, para los fines correspondientes, que el manuscrito cuenta con financiamiento del Ministerio de Salud de Brasil.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses en relación con esta investigación, autoría o publicación de este artículo.

Cómo citar este artículo:

Asth L, Augusto I, Lemos M, Resende E, Fachetti BS, Gonçalves C, Guimarães J, Torres E, Miranda K. Telemicroscopy: A Sustainable Model for Integrating Electron Microscopy into Medical Diagnosis in Brazil. *Latin Am J telehealth*, Belo Horizonte, 2024; 11(3): 213- 219. ISSN: 2175-2990.

Digital transformation of healthcare in El Salvador: Advances, challenges, and perspectives of telehealth

Herber Enrique Hernandez Trejo

Doctor en Medicina, Magister em Telesalud, Ministerio de Salud de El Salvador.
Correo electrónico: Herber.hernandez@salud.gob.sv

Elmer Antonio Mejia Rivas

Ingeniero en Sistemas, Ministerio de Salud de El Salvador. Correo electrónico
Elmer.mejar@salud.gob.sv

Edgar Alexander Escobar Canizalez

Doctor en Medicina, Magíster en Administración Estratégica en Salud, Ministerio de Salud de El Salvador.
Correo electrónico: Edgar.escobar@salud.gob.sv

William Andrés Hoyos Arango

Autor correspondiente: Médico Especialista en Medicina Familiar, Especialista en Salud Digital, Ministerio de Salud de El Salvador. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1287-1412> Correo electrónico: William.hoyos@salud.gob.sv

Fecha de recepción: 22 de agosto de 2025 | Fecha de aprobación: 24 de noviembre de 2025

Abstract

Objective: To describe the evolution and development of digital services related to telehealth in El Salvador from a narrative perspective, including the health digitization process, achieved advances, services implemented, and current challenges. **Methods:** Descriptive analysis of public policies, technological systems implemented, and telehealth modalities deployed by the Ministry of Health.

Results: Consolidation of a national health information system based on free software; Implementation of teleconsultation, telemonitoring, and telemanagement services; Development of a national teleconsultation agenda. **Conclusion:** El Salvador has demonstrated that, even within contexts of structural limitations, it is feasible to develop innovative digital solutions grounded in technical expertise and political will. Salvadoran telehealth has evolved from a pilot experiment to a cornerstone in the transformation of the health system; however, it still faces the need to consolidate a technical, normative, and legal framework and advance toward national interoperability. The coming years will be decisive for consolidating this model, expanding coverage, and ensuring sustainability.

Key-words: Health Information Interoperability; Telehealth; Health Information Systems; Digital Health Transformation

Resumen

Transformación digital de la salud en El Salvador: Avances, desafíos y perspectivas de la Telesalud

Objetivo: Describir la evolución y desarrollo de servicios digitales correspondientes a la telesalud en El Salvador desde una perspectiva narrativa: el proceso de digitalización de la salud, los avances logrados, servicios implementados, y desafíos actuales.

Métodos: Análisis descriptivo de políticas, sistemas tecnológicos implementados y modalidades de telesalud desplegadas por el Ministerio de Salud. Los datos cuantitativos provienen del análisis operativo del Contact Center nacional de salud, el cual opera con una planta de 100 médicos teleoperadores y 50 teleoperadores no médicos. **Resultados:** Se consolidó el Sistema Integrado de Salud (SIS) basado en software libre, promoviendo interoperabilidad clínica. Se institucionalizaron servicios de teleinterconsulta, teleseguimiento y telegestión, incluyendo la creación de una Agenda Nacional de Teleinterconsultas. Entre junio y noviembre, la unidad operativa de telesalud realizó 1,108,310 llamadas (6,676/día), logrando 698,235 interacciones efectivas (4,206/día). El teleseguimiento post-alta mantiene una tasa de éxito del 82% (1,180 interacciones efectivas/día). Entre los impactos clínicos destaca la detección oportuna y coordinación de emergencia de un Tromboembolismo Pulmonar Agudo Bilateral en una paciente ubicada en zona rural.

Conclusiones: El Salvador ha avanzado hacia modelos de telesalud más proactivos y longitudinales. Aún existen pendientes estructurales como el marco normativo, la interoperabilidad y el fortalecimiento técnico-operativo. El Contact Center, con sus servicios de telegestión y teleseguimiento, se ha consolidado como un componente esencial de la infraestructura digital del SIS, con impacto clínico y operativo comprobado.

Palabras clave: Interoperabilidad de la Información en Salud, Telesalud, Sistemas de Información en Salud, Transformación Digital en Salud

Resumo

Transformação digital da saúde em El Salvador: avanços, desafios e perspectivas da telessaúde

Objetivo: Descrever a evolução e o desenvolvimento dos serviços digitais relacionados à telessaúde em El Salvador, por meio de uma abordagem narrativa, contemplando o processo de digitalização da saúde, os avanços obtidos, os serviços implementados e os desafios atuais. **Métodos:** Análise descritiva das políticas públicas, dos sistemas tecnológicos adotados e das modalidades de telessaúde implementadas pelo Ministério da Saúde. **Resultados:** Consolidação de um sistema nacional de informação em saúde baseado em software livre; Implementação de serviços de teleinterconsulta, teleseguimento clínico e telegestão; Elaboração de uma agenda nacional de teleinterconsultas. **Conclusão:** El Salvador demonstra que, mesmo em contextos de limitações estruturais, é possível desenvolver soluções digitais inovadoras a partir de conhecimento técnico especializado e vontade política. A telessaúde salvadorenha evoluiu de um experimento piloto para um componente fundamental na transformação do sistema de saúde; contudo, ainda há necessidade de consolidar um marco técnico, normativo e legal, além de avançar na interoperabilidade nacional. Os próximos anos serão decisivos para a consolidação do modelo, expansão da cobertura e garantia da sustentabilidade.

Palabras-chave: Interoperabilidade da Informação em Saúde; Telessaúde; Sistemas de Informação em Saúde; Transformação Digital em Saúde.

INTRODUCTION

Telehealth has emerged as an essential component of contemporary health systems, marking a radical shift in how health services are offered, coordinated, and managed. In Latin America, the COVID-19 pandemic catalyzed this change. Countries like Chile and Brazil have had a clear path since the beginning of the last decade, developing regulatory frameworks, technological infrastructures, and remote care models^{1 2}, which allowed them to respond with greater agility to face the health crisis. In contrast, El Salvador faced this situation without a robust platform and structured mechanisms for digital care, which showed a historical legacy with the digital transformation of the health sector.

However, this situation also provided an unprecedented response, accelerating institutional innovation. What began as a tactical response during a health emergency turned into a long-term structural strategy. This article seeks to present in depth the evolution of telehealth in El Salvador, not only as a set of remote services, but as a model that reconfigures the relationship between the health system and the citizenship, while identifying the challenges that persist and the opportunities that are envisioned.

This report details the evolution of telehealth in El Salvador, highlighting advances, implementation of services, and the operational role of the national Contact Center, a key to the current digital health model.

METHODS

This document is presented as a descriptive and management report on the evolution, implementation, and performance of telehealth during 2020-2024.

Information sources

1. Policy and normative analysis:

Review of the main normative instruments, among them:

the National Teleconsultation Procedure
the Electronic Clinical Records Regulations
Reference, Return, and Interconsultation Lines
the Data Security Law

2. Operational and quantitative analysis:

Data comes from the national health Contact Center, including telephone management, teletracking, and telemanagement metrics between June 6th and November 18th.

Operational Structure of the Contact Center

The information capture and scaling model operates on two key components:

• **Medical Plant (100 doctors):**

Responsible for clinical telemonitoring, especially daily monitoring of all hospital discharges in the country.

• **Teleoperator Plant (50 doctors):**

Responsible for humanized calls to family members, administrative management, reminders, and notifications.

Background: from fragmentation to integration

Until 2020, the public health system in El Salvador operated on a fragmented basis. Different levels of care, from the first community level to specialized hospitals, use disconnected tools, often in analogue formats or with local digital solutions that are not interoperable. This disarticulation prevented longitudinal clinical follow-up of patients, doubled administrative efforts, and undermined the efficiency of the system. The lack of an electronic clinical record and shared technical standards creates structural barriers for continuous, patient-centered care.

The pandemic showed the vulnerabilities of this healthcare model. In March 2020, there were 49 ICU beds available nationally, highlighting the need for resources to face the pandemic. This situation prompted the accelerated construction of Hospital El Salvador, which was designed as an intensive care facility and COVID-19 hospitalization with an operational core based on surveillance and monitoring technologies remote⁸. This is where the first half of a comprehensive digital transformation began. For the first time, the country experimented with an effective centralization of clinical data in real time, using technological tools such as dashboards, biometric sensors, and clinical video call systems, anticipating what many health systems have already developed.

Based on this experience, a group of doctors, technologists and engineers from El Salvador led the design and development of the Integrated Health System (SIS-Sistema Integrado de Salud), a platform created internally, based on free software, and adapted to the needs of the national environment. The SIS has been more than an information system: it has been a critical infrastructure to promote clinical interoperability, coordinate care levels⁸ and enable and scale telehealth services.

Teleinterconsultation: Innovation in Decentralized Care

One of the most highlighted achievements of the process in El Salvador has been the

institutionalization of the teleconsultation service, defined as a structured exchange of clinical information between professionals, which allows improving diagnoses and making therapeutic decisions remotely, in real time, or in a deferred manner. The creation of the National Teleinterconsultation Procedure brought formality and sustainability to this modality⁵, ensuring its integration with the operational flow of the national health system.

Through its National Digital Health Strategy, Brazil has implemented the development of interoperable ambulatory regulation services as a strategic instrument to improve the efficiency of the health system. This initiative includes interoperability between both public and private scheduling systems.³ Based on this scheduling model, El Salvador developed a National Teleinterconsultation Agenda, the offer of specialties and hourly availability is nurtured and updated according to the supply of specialist hours in each hospital in the country. This centralized database allows the first level of care to request interconsultations in different specialties without depending on the geographic location of the patient, optimizing resources and reducing waiting times, and positively impacting the patient's pocket.

Start date: September 2024

- Currently, the teleinterconsultation service is implemented in more than 10 primary care facilities and in 3 hospitals in the National Network, which has allowed the availability of specialties to be expanded across complexity levels.
- The training process for health personnel lasts approximately two months. During this time, technical and clinical sessions are conducted, focusing on the use of the platform, the flow of scheduling and the resolution of interconsultations are developed. The attitude of medical staff has been mostly favorable, as teleconsultation facilitates access to specialized services that are not available in most less complex facilities. Even in hospitals of the same level, the centralization of scheduling allows "sharing supply", optimizing the availability of specialist hours and reducing operational gaps between institutions.
- From the users' perspective, the reception has been highly positive, as appointments with specialists have considerably shorter waiting times. This is because care does not depend on the geographic location of the patient or the local availability of specialists, eliminating traditional barriers to access and strengthening the continuity of care.

Teletracking and Telemanagement: The Proactive Role of the Contact Center

Strategies parallel to teleconsultation were designed to respond to aspects related to follow up and management in processes related to clinical care. In this way, telemonitoring has established as a key modality, especially in the management of chronic non-communicable diseases such as diabetes, hypertension and chronic kidney disease. Using defined clinical criteria, hospitals select patients who are candidates for remote follow-up, scheduling subsequent appointments that allow them to monitor the evolution of their health status without the need for physical displacement.

On the other hand, remote management has expanded the administrative dimension of telehealth. From the so-called contact center, teams of medical and non-medical operators manage appointments, test results, notifications, and logistical follow-ups that traditionally fell to the patient or their family. This approach has had a tangible impact on the user experience, reducing the frustration associated with complex in-person processes and providing a sense of support that strengthens the bond between the healthcare system and the public.

1. Clinical Telemonitoring

- 82% contact success rate, with 1,180 effective interactions daily.
- It represents 28% of the total Contact Center activities.
- Direct impact on the reduction of clinical risks, continuity of care and coordination with the Medical Emergency System (SEM 132)

2. Telemanagement and Humanization (50 non-medical teleoperators)

- 52% of successful managements correspond to calls to approach family members
- **Daily average:**
 - 2,179 successful calls for hospitalization updates
 - 200 appointment notifications
 - Management of vaccination records in pediatric population

National Volume of Interactions

- Total calls: 1,108,310
- Effective interactions: 698,235
- Daily average:

- 6,676 calls per day
- 4,206 effective interactions per day

Benefited population

- Rural and urban users
- Patients with and without health insurance coverage
- 100% coverage of hospital discharges nationwide.

Clinical Success Story: Risk Reduction

An emblematic case occurred on August 30, during a post-discharge telemonitoring call with a 56-year-old patient from Cantón Santa Isabel who had undergone spinal surgery (L4-L5 arthrodesis):

- The teleconsulting doctor identified serious symptoms: shortness of breath, vomiting, dehydration.
- Emergency extraction was coordinated with the Medical Emergency System (SEM 132).
- Transfer to a higher-level referral hospital where acute bilateral pulmonary thromboembolism was diagnosed.
- In less than 12 hours, the patient received anticoagulation treatment in the ICU, preventing a fatal outcome.

Conclusion of the case: Clinical telemonitoring is a critical tool for patient safety, extending hospital protection to the home.

Current challenges: a route with structural obstacles

1. Interoperability

Despite the progress of the SIS (75% utilization in the National Health System), local systems still operate in data silos. The lack of a unified data model and the absence of an official national HL7 FHIR guideline hinder the development of a single national electronic health record.

2. Technological Infrastructure and Connectivity

Currently, a dedicated 5Gbps link is available for the service; however, achieving optimal connectivity and having the appropriate equipment readily available is still a challenge. Factors such as obsolescence and the systematization of preventive and corrective maintenance for all equipment nationwide are other challenges that have been faced.

3. Legal and Regulatory Framework

El Salvador has Teleconsultation Procedures,³ Reference Compliance, Return, and Interconsultation Guidelines,⁶ the Electronic Medical Record Regulations,⁴ and a Data Security Law.⁷ However, the inclusion of other regulatory and legal frameworks will strengthen shared legal responsibility, the regulation of third-party technology platforms, and informed consent.

4. Financial Sustainability

Defining the national strategy, including telehealth, will allow for planning the regular budget and future financing plans, which will guarantee the sustainability of the project in the medium and long term.

Future perspectives: towards a digital health ecosystem

El Salvador has successfully consolidated a robust and operational national telehealth model based on an Integrated Health System that prioritizes continuity of care, clinical safety, and the humanization of services. The Contact Center has evolved from a pilot project into an essential component of the system, managing nearly 700,000 effective interactions in six months.

Among the future opportunities are:

- Consolidation of the regulatory and legal framework
- Expansion of modalities such as telerehabilitation and telemonitoring
- Prioritization of rural and vulnerable populations
- Integration of artificial intelligence for risk stratification and diagnostic support
- Strengthening of digital governance

The proactive model based on medical personnel and the local development of computer tools is the key that has allowed services to reach the entire population, regardless of their geographical location.

REFERENCES

1. Organización Panamericana de la Salud. Marco de implementación de la telesalud en América Latina y el Caribe. OPS; 2020.
2. Ministerio de Salud de Chile. Lineamientos estratégicos para el desarrollo de la telesalud. Gobierno de Chile; 2019.
3. Ministério da Saúde do Brasil. Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020–2028. Brasília: 2020.
4. Reglamento del Expediente Clínico Electrónico, Ministerio de Salud de El Salvador, 2022.
5. Procedimiento Nacional de Teleinterconsulta, MINSAL El Salvador, 2023.
6. Lineamientos de RRI, Ministerio de Salud de El Salvador, 2021.
7. Ley de Protección de Datos Personales, El Salvador, Decreto No. 190.
8. Bello M, Segura V, Camputaro L, Hoyos W, Maza M, Sandoval X, Serpa M, Coopersmith CM. Hospital El Salvador: a novel paradigm of intensive care in response to COVID-19 in Central America. *Lancet Glob Health*. 2021;9(3):e241–2. doi:10.1016/S2214-109X(20)30513-1.

Statement of Responsibility:

It is declared that all authors participated in the development and preparation of the work, with the responsibilities of each author in the production of the article detailed below:

- Research, drafting, writing, and critical reading.
- Dr. William Hoyos: conception and design of the study, critical review of the intellectual content.
- Dr. Edgar Escobar and Dr. Herber Trejo: document analysis and technical drafting of the manuscript.
- Eng. Elmer Mejia: technical drafting of the manuscript.

Funding:

This work did not receive any external funding. All costs associated with the preparation of the article were fully borne by the authors.

Conflict of Interest:

The authors declare that there is no conflict of interest related to this research, authorship, or publication of this article.

How to cite this article:

Hoyos Arango WA, Hernandez Trejo HE, Mejia Rivas EA, Escobar Canizalez EA. Digital health transformation in El Salvador: advances, challenges, and perspectives of telehealth. *Latin Am J Telehealth, Belo Horizonte*, year; vol (n): 220–224. ISSN: 2175-2990.

Transformación digital de la salud en El Salvador: Avances, desafíos y perspectivas de la telesalud

Herber Enrique Hernandez Trejo

Doctor en Medicina, Magister em Telesalud, Ministerio de Salud de El Salvador.
Correo electrónico: Herber.hernandez@salud.gob.sv

Elmer Antonio Mejia Rivas

Ingeniero en Sistemas, Ministerio de Salud de El Salvador. Correo electrónico
Elmer.mejar@salud.gob.sv

Edgar Alexander Escobar Canizalez

Doctor en Medicina, Magíster en Administración Estratégica en Salud, Ministerio
de Salud de El Salvador.
Correo electrónico: Edgar.escobarc@salud.gob.sv

William Andrés Hoyos Arango

Autor correspondiente: Médico Especialista en Medicina Familiar, Especialista en
Salud Digital, Ministerio de Salud de El Salvador. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1287-1412> Correo electrónico: William.hoyos@salud.gob.sv

Fecha de recepción: 22 de agosto de 2025 | Fecha de aprobación: 24 de noviembre de 2025

Resumen

Objetivo: Describir la evolución y desarrollo de servicios digitales correspondientes a la telesalud en El Salvador desde una perspectiva narrativa: el proceso de digitalización de la salud, los avances logrados, servicios implementados, y desafíos actuales. **Métodos:** Análisis descriptivo de políticas, sistemas tecnológicos implementados y modalidades de telesalud desplegadas por el Ministerio de Salud. Los datos cuantitativos provienen del análisis operativo del Contact Center nacional de salud, el cual opera con una planta de 100 médicos teleoperadores y 50 teleoperadores no médicos. **Resultados:** Se consolidó el Sistema Integrado de Salud (SIS) basado en software libre, promoviendo interoperabilidad clínica. Se institucionalizaron servicios de teleinterconsulta, teleseguimiento y telegestión, incluyendo la creación de una Agenda Nacional de Teleinterconsultas. Entre junio y noviembre, la unidad operativa de telesalud realizó 1,108,310 llamadas (6,676/día), logrando 698,235 interacciones efectivas (4,206/día). El teleseguimiento post-alta mantiene una tasa de éxito del 82% (1,180 interacciones efectivas/día). Entre los impactos clínicos destaca la detección oportuna y coordinación de emergencia de un Tromboembolismo Pulmonar Agudo Bilateral en una paciente ubicada en zona rural. **Conclusiones:** El Salvador ha avanzado hacia modelos de telesalud más proactivos y longitudinales. Aún existen pendientes estructurales como el marco normativo, la interoperabilidad y el fortalecimiento técnico-operativo. El Contact Center, con sus servicios de telegestión y teleseguimiento, se ha consolidado como un componente esencial de la infraestructura digital del SIS, con impacto clínico y operativo comprobado.

Palabras clave: Interoperabilidad de la Información en Salud, Telesalud, Sistemas de Información en Salud, Transformación Digital en Salud

Digital transformation of health in El Salvador: advances, challenges, and perspectives of telehealth

Abstract

Objective: To describe the evolution and development of digital services related to telehealth in El Salvador from a narrative perspective, including the health digitization process, achieved advances, services implemented, and current challenges. **Methods:** Descriptive analysis of public policies, technological systems implemented, and telehealth modalities deployed by the Ministry of Health. **Results:** Consolidation of a national health information system based on free software; Implementation of teleconsultation, telemonitoring, and telemanagement services; Development of a national teleconsultation agenda. **Conclusion:** El Salvador has demonstrated that, even within contexts of structural limitations, it is feasible to develop innovative digital solutions grounded in technical expertise and political will. Salvadoran telehealth has evolved from a pilot experiment to a cornerstone in the transformation of the health system; however, it still faces the need to consolidate a technical, normative, and legal framework and advance toward national interoperability. The coming years will be decisive for consolidating this model, expanding coverage, and ensuring sustainability.

Key-words: Health Information Interoperability; Telehealth; Health Information Systems; Digital Health Transformation

Transformação digital da saúde em El Salvador: avanços, desafios e perspectivas da telessaúde

Resumo

Objetivo: Descrever a evolução e o desenvolvimento dos serviços digitais relacionados à telessaúde em El Salvador, por meio de uma abordagem narrativa, contemplando o processo de digitalização da saúde, os avanços obtidos, os serviços implementados e os desafios atuais. **Métodos:** Análise descritiva das políticas públicas, dos sistemas tecnológicos adotados e das modalidades de telessaúde implementadas pelo Ministério da Saúde. **Resultados:** Consolidação de um sistema nacional de informação em saúde baseado em software livre; Implementação de serviços de teleinterconsulta, teleseguimento clínico e telegestão; Elaboração de uma agenda nacional de teleinterconsultas. **Conclusão:** El Salvador demonstra que, mesmo em contextos de limitações estruturais, é possível desenvolver soluções digitais inovadoras a partir de conhecimento técnico especializado e vontade política. A telessaúde salvadorenha evoluiu de um experimento piloto para um componente fundamental na transformação do sistema de saúde; contudo, ainda há necessidade de consolidar um marco técnico, normativo e legal, além de avançar na interoperabilidade nacional. Os próximos anos serão decisivos para a consolidação do modelo, expansão da cobertura e garantia da sustentabilidade.

Palabras-chave: Interoperabilidade da Informação em Saúde; Telessaúde; Sistemas de Informação em Saúde; Transformação Digital em Saúde.

INTRODUCCIÓN

La telesalud ha emergido como un componente esencial de los sistemas sanitarios contemporáneos, marcando un giro radical en la forma de ofrecer, coordinar y gestionar los servicios de salud. En América Latina, la pandemia de COVID-19 sirvió como catalizador para este cambio. Países como Chile y Brasil ya habían trazado una hoja de ruta clara desde principios de la década pasada, desarrollando marcos regulatorios, infraestructuras tecnológicas y modelos de atención remota^{1,2}, lo que les permitió responder con mayor agilidad ante la crisis sanitaria. En contraste, El Salvador enfrentó esta coyuntura sin una plataforma robusta ni mecanismos estructurados para la atención digital, lo que evidenció una deuda histórica con la transformación digital del sector salud.

Sin embargo, esta situación también propició una respuesta sin precedentes, acelerando la innovación institucional. Lo que inició como una respuesta táctica en medio de la emergencia sanitaria se transformó en una estrategia estructural a largo plazo. Este artículo busca presentar con profundidad la evolución de la telesalud en El Salvador, no solo como un conjunto de servicios remotos, sino como un modelo que reconfigura la relación entre el sistema de salud y la ciudadanía, al tiempo que identifica los desafíos que persisten y las oportunidades que se vislumbran.

Este informe detalla la evolución de la telesalud salvadoreña, destacando avances, implementación de servicios y el rol operativo del Contact Center nacional, pieza clave del modelo de salud digital actual.

MÉTODOS

Este documento se presenta como un **Informe descriptivo y de gestión** sobre la evolución, implementación y desempeño de la telesalud en el período 2020-2024.

Fuentes de información

1. Análisis de políticas y normativas:

Revisión de los principales instrumentos normativos, entre ellos:

- Procedimiento Nacional de Teleinterconsulta
- Reglamento del Expediente Clínico Electrónico
- Lineamientos de Referencia, Retorno e Interconsulta
- Ley de Seguridad de Datos

2. Análisis operativo y cuantitativo:

Los datos provienen del Contact Center nacional de salud, incluyendo métricas de gestión telefónica, teleseguimiento y telegestión entre el **6 de junio y el 18 de noviembre**.

Estructura Operativa del Contact Center

El modelo de captura y escalamiento de información opera sobre dos componentes clave:

- **Planta Médica (100 médicos):** Responsable de teleseguimiento clínico, especialmente del seguimiento diario a **todas las altas hospitalarias del país**.

- **Planta de Teleoperadores (50 no médicos):**

Encargados de llamadas humanizadas a familiares, gestiones administrativas, recordatorios y notificaciones.

Antecedentes: de la fragmentación a la integración

Hasta el año 2020, el sistema de salud pública salvadoreño operaba sobre una base fragmentada. Los distintos niveles de atención desde el primer nivel comunitario hasta los hospitales especializados utilizaban herramientas desconectadas, muchas veces en formatos análogos o con soluciones digitales locales no interoperables. Esta desarticulación impedía el seguimiento clínico longitudinal de los pacientes, duplicaba esfuerzos administrativos y minaba la eficiencia del sistema. La falta de un expediente clínico electrónico y de estándares técnicos compartidos generaba barreras estructurales para una atención continua y centrada en el paciente.

La pandemia reveló la fragilidad de este modelo. Para el mes de marzo del año 2020 se cuantificaban 49 camas UCI a nivel nacional poniendo en evidencia la necesidad de recursos para afrontar la pandemia, hecho que impulsó la construcción acelerada del Hospital El Salvador, concebido como una instalación de cuidados intensivos y hospitalización COVID-19 con un núcleo operativo basado en tecnologías de vigilancia y monitoreo remoto⁸. Fue allí donde se sembraron las primeras semillas de una transformación digital integral. Por primera vez, el país experimentaba una centralización efectiva de datos clínicos en tiempo real, utilizando herramientas tecnológicas como dashboards, sensores biométricos y sistemas de videollamadas clínicas, anticipándose a lo que muchos sistemas de salud desarrollados ya hacían.

A partir de esta experiencia, un grupo de médicos, tecnólogos e ingenieros salvadoreños lideró el diseño y desarrollo del Sistema Integrado de Salud (SIS), una plataforma creada internamente, sobre bases de software libre, y

adaptada a las necesidades del entorno nacional. El SIS ha sido más que un sistema de información: ha servido como infraestructura crítica para promover la interoperabilidad clínica, coordinar los niveles de atención⁸ y habilitar y escalar servicios de telesalud.

Teleinterconsulta: Innovación en Atención Descentralizada

Uno de los hitos más destacados del proceso salvadoreño ha sido la institucionalización del servicio de teleinterconsulta, definido como un intercambio estructurado de información clínica entre profesionales, que permite mejorar diagnósticos y tomar decisiones terapéuticas a distancia, ya sea en tiempo real o de forma diferida. La creación del Procedimiento Nacional de Teleinterconsulta brindó formalidad y sostenibilidad a esta modalidad⁵, asegurando su integración con el flujo operativo del sistema nacional de salud.

Brasil, a través de su Estrategia Nacional de Salud Digital, planteó el desarrollo de servicios de regulación ambulatoria interoperables como instrumento estratégico para mejorar la eficiencia del sistema sanitario. Esta iniciativa, incluyó la interoperabilidad entre sistemas de agendamiento tanto públicos como privados;³ basado en ese modelo de agendamiento El Salvador desarrolló una Agenda Nacional de Teleinterconsultas, la oferta de especialidades y disponibilidad horaria es nutrida y actualizada de acuerdo a la oferta de horas de especialistas en cada hospital del país. Esta base de datos centralizada permite al primer nivel de atención solicitar interconsultas en distintas especialidades sin depender de la ubicación geográfica del paciente, optimizando recursos y reduciendo tiempos de espera e impactando positivamente sobre el bolsillo de los pacientes.

- **Fecha de inicio: Septiembre 2024**
- Actualmente, el servicio de teleinterconsulta se encuentra implementado en **más de 10 establecimientos de primer nivel de atención y en 3 hospitales de la Red Nacional**, lo que ha permitido ampliar la disponibilidad de especialidades de manera transversal entre niveles de complejidad.
- El proceso de capacitación del personal de salud tuvo una duración aproximada de **dos meses**, periodo en el que se desarrollaron sesiones técnicas y clínicas enfocadas en el uso de la plataforma, el flujo de agendamiento y la resolución de interconsultas. La **actitud del personal médico ha sido mayoritariamente favorable**, puesto que la teleinterconsulta facilita el acceso a servicios especializados que no están disponibles en la mayoría de establecimientos de menor complejidad. Incluso en hospitales de igual

nivel, la centralización del agendamiento permite “compartir oferta”, optimizando la disponibilidad de horas de especialistas y disminuyendo las brechas operativas entre instituciones.

- Desde la perspectiva de los usuarios, la **recepción ha sido altamente positiva**, ya que las citas con especialistas presentan tiempos de espera considerablemente menores. Esto se debe a que la atención ya no depende de la ubicación geográfica del paciente ni de la disponibilidad local de especialistas, eliminando barreras tradicionales de acceso y fortaleciendo la continuidad de los cuidados.

Teleseguimiento y Telegestión: El Rol Proactivo del Contact Center

Estrategias paralelas a la teleinterconsulta, fueron diseñadas para dar respuesta a aspectos relacionados con el acompañamiento y gestión en procesos relacionados con la atención clínica. De esta forma, el teleseguimiento se instauró como una modalidad clave, especialmente en el manejo de enfermedades crónicas no transmisibles como diabetes, hipertensión y enfermedad renal crónica. A través de criterios clínicos definidos, los hospitales seleccionan pacientes candidatos al seguimiento remoto, agendando consultas subsecuentes que permiten monitorear la evolución de su estado de salud sin necesidad de desplazamientos físicos.

Por otra parte, la telegestión ha ampliado la dimensión administrativa de la telesalud. Desde el denominado contact center, equipos de operadores médicos y no médicos gestionan citas, resultados de exámenes, notificaciones y seguimientos logísticos que, tradicionalmente, recaían en el paciente o su familia. Esta modalidad ha tenido un impacto tangible en la experiencia usuaria, disminuyendo la frustración asociada a procesos presenciales complejos, y brindando un sentido de acompañamiento que fortalece el vínculo entre el sistema y la ciudadanía.

1. Teleseguimiento Clínico

Modelo proactivo y longitudinal aplicado al seguimiento diario de todas las altas hospitalarias del país.

- **82% de éxito de contacto**, con **1,180 interacciones efectivas diarias**
- Representa el **28% del total de actividades** del Contact Center
- Impacto directo en la reducción de riesgos clínicos, continuidad de cuidados y articulación con el Sistema de Emergencias Médicas (SEM 132)

2. Telegestión y Humanización (50 teleoperadores no médicos)

- **52% de las gestiones exitosas** corresponden a llamadas de acercamiento con familiares

- **Promedio diario:**
 - 2,179 llamadas exitosas para actualización de hospitalización
 - 200 notificaciones de citas
 - Gestión de recordatorios de vacunación en población pediátrica

Volumen Nacional de Interacciones

- **Llamadas totales:** 1,108,310
- **Interacciones efectivas:** 698,235
- **Promedios diarios:**
 - 6,676 llamadas por día
 - 4,206 interacciones efectivas por día

Población beneficiada

- Usuarios **rurales y urbanos**
- Pacientes derechohabientes y no derechohabientes
- Cobertura del **100%** de **altas hospitalarias** del país

Caso de Éxito Clínico: Reducción de Riesgos

Un caso emblemático ocurrió el **30 de agosto**, durante una llamada de teleseguimiento post-alta a una paciente de 56 años a quien se le realizó una cirugía de columna (Artrodesis L4-L5) del **Cantón Santa Isabel**:

- El médico teleoperador identificó signos graves: disnea, vómitos, deshidratación
- Se coordinó **extracción de emergencia** con Sistema de Emergencias Medicas (SEM 132)
- Traslado a Hospital de referencia de mayor complejidad donde se diagnosticó **Tromboembolismo Pulmonar Agudo Bilateral**
- En menos de 12 horas, la paciente recibió anticoagulación en UCI, evitando un desenlace fatal

Conclusión del caso: El teleseguimiento clínico es una herramienta crítica para la seguridad del paciente, extendiendo la protección hospitalaria hasta el hogar.

Desafíos actuales: una ruta con pendientes estructurales

1. Interoperabilidad

A pesar de los avances del SIS (75% de utilización en el Sistema Nacional de Salud), aún persisten sistemas locales que operan en silos informáticos. La ausencia de un modelo de datos unificado y la inexistencia de una guía oficial HL7 FHIR nacional, obstaculizan el desarrollo de una historia clínica nacional única.

2. Infraestructura tecnológica y conectividad

Actualmente se cuenta con un enlace dedicado de 5Gbps para el servicio, no obstante

lograr un grado de conectividad óptimo y contar con la disponibilidad de equipo adecuado sigue siendo un reto en procesos de ser cumplido, factores como la obsolescencia y la sistematización de mantenimiento preventivo y correctivo para todo el equipo a nivel nacional es otro de los retos que se han encarado.

3. Marco legal y normativo

El Salvador cuenta con Procedimientos de Teleinterconsulta³, Lineamientos de Cumplimiento de Referencia, Retorno e Interconsulta⁶, el Reglamento del Expediente Clínico Electrónico⁴, y Ley de seguridad de datos⁷. Sin embargo, la inclusión de otros marcos normativos y jurídicos fortalecerá la responsabilidad legal compartida, la regulación de plataformas tecnológicas de terceros y el consentimiento informado.

4. Sostenibilidad financiera

La definición de la estrategia nacional con la inclusión de la tele salud permitirá planificar el presupuesto ordinario y los planes de financiamiento a futuro lo que garantizará la sostenibilidad del proyecto a mediano y largo plazo

Perspectivas futuras: hacia un ecosistema de salud digital

El Salvador ha logrado consolidar un modelo nacional de tele salud robusto, operativo y basado en un Sistema Integrado de Salud que prioriza la continuidad de los cuidados, la seguridad clínica y la humanización del servicio. El Contact Center ha dejado de ser un piloto para convertirse en un componente esencial del sistema, gestionando casi **700,000 interacciones efectivas** en seis meses.

Entre las oportunidades futuras destacan:

- Consolidación del marco normativo y legal
- Expansión de modalidades como telerehabilitación y telemonitoreo
- Priorización de poblaciones rurales y vulnerables
- Integración de inteligencia artificial para estratificación de riesgos y apoyo diagnóstico
- Fortalecimiento de la gobernanza digital

El modelo proactivo basado en personal médico y en desarrollo local de herramientas informáticas es la pieza clave que ha permitido que los servicios lleguen a toda la población, independientemente de su ubicación geográfica.

REFERENCES

1. Organización Panamericana de la Salud. Marco de implementación de la telesalud en América Latina y el Caribe. OPS; 2020.
2. Ministerio de Salud de Chile. Lineamientos estratégicos para el desarrollo de la telesalud. Gobierno de Chile; 2019.
3. Ministério da Saúde do Brasil. Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020–2028. Brasília: 2020.
4. Reglamento del Expediente Clínico Electrónico, Ministerio de Salud de El Salvador, 2022.
5. Procedimiento Nacional de Teleinterconsulta, MINSAL El Salvador, 2023.
6. Lineamientos de RRI, Ministerio de Salud de El Salvador, 2021.
7. Ley de Protección de Datos Personales, El Salvador, Decreto No. 190.
8. Bello M, Segura V, Computaro L, Hoyos W, Maza M, Sandoval X, Serpa M, Coopersmith CM. Hospital El Salvador: a novel paradigm of intensive care in response to COVID-19 in Central America. *Lancet Glob Health*. 2021;9(3):e241–2. doi:10.1016/S2214-109X(20)30513-1.

Declaración de responsabilidad:

Se declara que todos los autores participaron en la construcción y elaboración del trabajo, detallándose a continuación las responsabilidades de cada uno en la realización del artículo:

- Investigación, redacción, escritura y lectura crítica.
- Dr. William Hoyos: concepción y diseño del estudio, revisión crítica del contenido intelectual.
- Dr. Edgar Escobar y Dr. Herber Trejo: análisis de la documentación y redacción técnica del manuscrito.
- Ing. Elmer Mejía: redacción técnica del manuscrito.

Financiamiento:

Este trabajo no recibió ningún tipo de financiamiento externo. Los costos asociados a la elaboración del artículo fueron asumidos íntegramente por los autores.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses en relación con esta investigación, autoría o publicación de este artículo.

Cómo citar este artículo: Hoyos Arango WA, Hernandez Trejo HE, Mejia Rivas EA, Escobar Canizalez EA. Transformación digital de la salud en El Salvador: avances, desafíos y perspectivas de la telesalud.. *Latin Am J telehealth, Belo Horizonte*, 2024; 11 (3): 225- 229. ISSN: 2175-2990..

National Telehealth Network for Healthcare Centers in Paraguay

José Ortellado	Ministry of Health (MSPBS), Asunción, Paraguay, Researcher. Email: ortelladojose1967@gmail.com
Maria Teresa Barán	Ministry of Health (MSPBS), Asunción, Paraguay, Researcher. Email: maribaranw@gmail.com
Gualberto Benitez	Ministry of Health (MSPBS), Asunción, Paraguay, Researcher. Email: gualberto.benitez@mspbs.gov.py
Santiago Servín	Ministry of Health (MSPBS), Asunción, Paraguay, Researcher. Email: sanservinpy@gmail.com
Enrique Hilario	University of the Basque Country (UPV/EHU), Researcher. Email: enrique.hilario@ehu.eus
Pedro GALVAN	Corresponding author: Ministry of Health / Paraguayan-German University (UPA), San Lorenzo, Paraguay, Director of Telemedicine / Researcher. Email: pedro.galvan@upa.edu.py. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-3762-0786

Date of Receipt: September 3, 2025| Approval date: 03 de diciembre de 2025

Abstract

In the context of a scientific and technological assessment of methodological alternatives that facilitate a universal coverage system and the efficient use of available resources in public health, there are valid arguments for considering a Telehealth system advantageous as a tool to improve healthcare in remote populations without access to specialists. This multicenter, observational, and descriptive study conducted by the Telemedicine Directorate of the Ministry of Public Health and Social Welfare (MSPBS) in collaboration with the Department of Biomedical Engineering and Imaging of the Institute of Health Sciences Research (IICS-UNA) and the University of the Basque Country (UPV/EHU) served to evaluate the technical feasibility of implementing a Telehealth system in public health. The results obtained from the telediagnosis system implemented in 80 MSPBS hospitals were analyzed, where remote diagnoses were performed between January 2014 and April 2025, with the majority of cases involving female patients. Of the total telediagnoses performed, 30.40% corresponded to tomography studies, 0.90% to mammography, 66.14% to electrocardiography (ECG), 2.20% to electroencephalography (EEG), 0.22% to Holter monitoring, and 0.14% to ambulatory blood pressure monitoring (ABPM). The overall average age of the patients was 45.2 years. The results obtained in this study demonstrate that it is feasible to implement and sustain telediagnosis projects and remote specialist consultations that strengthen universal coverage of diagnostic services, foster innovation, and ensure the economic sustainability of the public telediagnosis system. Furthermore, it will substantially improve the local diagnostic capacity of hospitals without specialists and the management of scarce human and technological resources in the interior of the country.

Key-words: Telehealth, Telediagnosis, Telemedicine, ICTs in health, Health informatics, Paraguay.

Resumen

Red Nacional de Telesalud para Centros Asistenciales de Salud del Paraguay

En el contexto de una valoración científica y tecnológica de las alternativas metodológicas que facilite un sistema de cobertura universal y el uso eficiente de los recursos disponibles en la salud pública, existen argumentos válidos para que un sistema de Telesalud sea considerado ventajoso como una herramienta para mejorar la atención sanitaria en poblaciones remotas sin acceso a los especialistas. Este estudio multicéntrico, observacional y descriptivo realizado por la Dirección de Telemedicina del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS) en colaboración con el Dpto. de Ingeniería Biomédica e Imágenes del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud (IICS-UNA) y la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) sirvió para evaluar la factibilidad técnica para la implementación de un sistema de Telesalud en la salud pública. En tal sentido fueron analizados los resultados obtenidos del sistema de telediagnóstico implementado en 80 hospitales del MSPBS, donde fueron realizados diagnósticos remotos entre enero del 2014 y abril de 2025, en los cuales la mayoría correspondieron a pacientes del sexo femenino. Del total de telediagnósticos realizados, el 30,40 % correspondieron a estudios de tomografía, 0,90 % a mamografía, 66,14% a electrocardiografía (ECG), 2,20% a electroencefalografía (EEG), 0,22% a Holter y 0,14% a MAPA. La edad promedio general de los pacientes fue de 45,2 años. Los resultados obtenidos en este estudio evidencian de que es viable implementar y sustentar proyectos de telediagnóstico y consultas de especialistas a distancia que faciliten fortalecer la cobertura universal de servicios diagnósticos, capacidad de innovación y aseguramiento de la sostenibilidad económica del sistema de telediagnóstico público. Además, ayudará a mejorar sustancialmente la capacidad resolutoria local de los hospitales sin especialistas y la gestión de los escasos recursos humanos y tecnológicos en el interior del país.

Palabras clave: Telesalud, Telediagnóstico, Telemedicina, TICs en salud, Telemática en salud, Paraguay.

Rede Nacional de Telessaúde para Centros de Atenção à Saúde no Paraguai

No contexto de uma avaliação científica e tecnológica de alternativas metodológicas que facilitem um sistema de cobertura universal e o uso eficiente dos recursos de saúde pública disponíveis, há argumentos válidos para considerar um sistema de telessaúde como uma ferramenta vantajosa para melhorar a assistência à saúde em populações remotas sem acesso a especialistas. Este estudo multicêntrico, observacional e descritivo, conduzido pela Direção de Telemedicina do Ministério da Saúde Pública e Bem-Estar Social (MSPBS) em colaboração com o Departamento de Engenharia Biomédica e Imagem do Instituto de Pesquisa em Ciências da Saúde (IICS-UNA) e a Universidade do País Basco (UPV/EHU), serviu para avaliar a viabilidade técnica da implementação de um sistema de Telessaúde na saúde pública. Nesse sentido, foram analisados os resultados obtidos com o sistema de telediagnóstico implantado em 80 hospitais do MSPBS. Um total de 940.943 diagnósticos remotos foram feitos entre janeiro de 2014 e abril de 2025, 35,5% eram homens e 64,5% eram mulheres. Do total de telediagnósticos realizados, 30,40% (286.050) corresponderam a exames de tomografia, 0,90% (8.509) a mamografia, 66,14% (622.303) a eletrocardiograma (ECG), 2,20% (20.718) a eletroencefalografia (EEG), 0,22% (2.094) a Holter e 0,14% (1.269) a MAPA. A idade média dos pacientes foi de 45,2 anos. Os resultados deste estudo demonstram a viabilidade técnica de implementar e apoiar sistemas de telediagnóstico e consultas remotas com especialistas que fortaleçam a cobertura universal de serviços de diagnóstico, promovam a capacidade de inovação e garantam a sustentabilidade econômica do sistema público de telediagnóstico. Além disso, ajudará a melhorar substancialmente a capacidade de resposta local de hospitais sem especialistas e a gestão dos escassos recursos humanos e tecnológicos no interior do país.

Palavras-chave: Telessaúde, Telediagnóstico, Telemedicina, TICs em saúde, Telemática em saúde, Paraguai.

INTRODUCTION

Information and Communication Technologies (ICTs) applied to healthcare in dispersed and remote populations offer multiple advantages for diagnostic services and remote consultations¹. Telemedicine's main strength lies in remote diagnosis and consultation with specialists, making it advantageous for patients, healthcare personnel, and the community, provided it is properly planned².

The application of ICTs in healthcare aims to expand the range of services offered to achieve universal coverage and greater equity in the provision of specialized medical services (Alma Ata Declaration of the United Nations)³, without neglecting the effectiveness and usefulness of the technologies involved. Based on these premises, telediagnosis implemented in countries with limited healthcare resources can be considered a valid tool to improve healthcare for remote populations that lack access to specialists. In this sense, ICTs offer significant opportunities to improve service coverage, more effectively exchange clinical and administrative information, provide staff training, and disseminate scientific information to the affected population⁴. In Paraguay, the legal framework for the use of telehealth was established through Law No. 5482/2015, "Which creates the National Telehealth Program and establishes regulations for its implementation," in 2015, and the regulations for this law were issued through Resolution S.G. No. 367/2020 of the Ministry of Public Health of Paraguay.

To evaluate the technological alternative of telehealth systems, it is essential to scientifically demonstrate their effectiveness, safety, and quality compared to standard healthcare practices. Also, it is important to develop the technical and methodological aspects that enable the assessment of their social impact through applied research. This research should guide the decision-

making process to improve the effectiveness of local healthcare centers in remote and dispersed populations. In this regard, and to investigate the feasibility of systematically implementing telemedicine in Paraguay, the Department of Biomedical Engineering and Imaging of the Institute of Health Sciences Research (IICS) at the National University of Asunción (UNA) has conducted several operational research projects since the late 1990s and early 2000s, utilizing available technologies. In 1999, a pilot test of a satellite-based tele-ultrasound service was conducted at the Ministry of Public Health and Social Welfare (MSPBS) with the support of the Biomedical Engineering Department of the IICS-UNA. This initial experience revealed that satellite technology was not sustainable in the public sector due to the high cost of the bandwidth required to operate the telemedicine system, given the limited budget available within the Ministry of Health and the remote healthcare centers throughout the country that would have to finance the service. Following this experience, the current telemedicine system was launched in 2007, coinciding with the significant expansion of internet services and increased connectivity for institutions and the general population in the country.

The Telemedicine Directorate of the Ministry of Public Health and Social Welfare (MSPBS), in collaboration with the Department of Biomedical Engineering and Imaging (IICS-UNA), conducted multiple projects to assess the feasibility and cost-effectiveness of a telemedicine system in public health. These projects provided objective and independent information regarding the technical viability of implementing and sustaining telemedicine initiatives for remote diagnosis and specialist consultations in healthcare centers across Paraguay.

METODOLOGY

Population: This multicenter, observational, and descriptive study included 940,943 patients who underwent diagnostic imaging studies (CT scans and mammograms) and biological electrical signal recordings (ECG, EEG, Holter monitoring, and ambulatory blood pressure monitoring) between January 2014 and April 2025 at the 80 regional and district hospitals within the health regions of the Ministry of Public Health and Social Welfare (MSPBS). Patients' clinical data were recorded in an electronic file. The images captured, processed, and transmitted from the CT, mammography, ECG, EEG, Holter, and ambulatory blood pressure monitoring departments were sent to the specialist physician via the internet. A non-probability convenience sampling method was used. To ensure the confidentiality, integrity, and consistency of the information, the telemedicine system employed mechanisms such as controlled system access (username/password), prioritized consultations based on user type (secretary, technician, physician, or system administrator), encrypted databases, secure sockets layer (SSL) encrypted communication, and encryption keys for data manipulation and modification, using an encryption protocol that provides secure communication.

Equipment and software used:

The images were obtained using various medical devices. For the CT scanner and mammogram, a dedicated computer was used to download the digital images in DICOM format, which were then processed and stored using proprietary software. For the ECG and EEG, an RS-232 connection was used via the COM port, allowing interaction with the computer through application software that facilitated data acquisition and the subsequent generation of graphs in JPG format. For the Holter and ABPM devices, a capture card was used to access the 24-hour monitoring signal, which was then transferred to the computer for processing. The web application was used by the medical imaging, ECG, EEG, Holter, and ABPM specialties to simplify the process of incorporating the images obtained by the respective diagnostic peripheral equipment into the patient's electronic medical record database. The digital technology used for image transmission in this study is called "store and forward," where, once the images or biological electrical signals were obtained, the patient's electronic medical record module (standalone or web application) was executed. The "remote specialist" (medical professional specializing in imaging, neurology, and cardiology) accesses the

diagnostic system to view the patients' clinical data and attached images/signals for diagnosis. Immediately after the diagnosis is made by the specialist, the report is available for printing and delivery to the patient and/or for transmission by email to the treating physician, as requested.

RESULTS

The results of the technology assessment conducted in this study on the teleradiologic system (tomography, mammography, ECG, EEG, Holter, and ABPM) are applicable throughout the entire life cycle of the National Telemedicine Network. This is because it generates information both before and after the implementation of a remote diagnostic system, helping to support political decisions regarding its public funding, and also assisting in measuring the impact of this technological innovation for remote diagnosis in typical clinical practice settings.

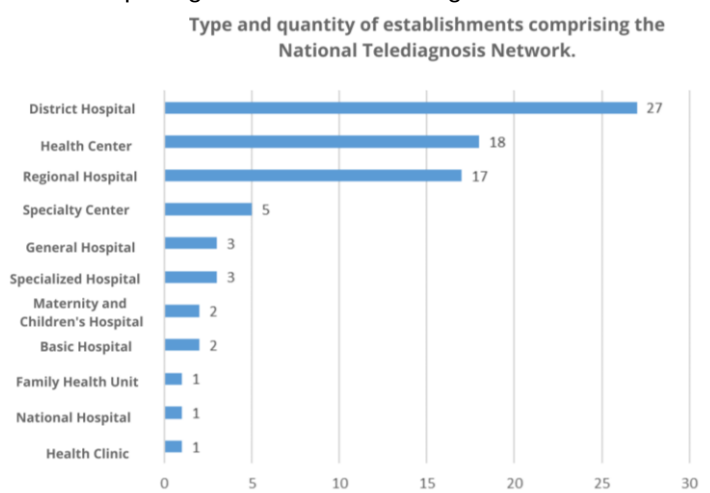
To facilitate the implementation of the Telemedicine System, the Ministry of Health conducted a national assessment of underutilized resources. This assessment included technological resources such as medical diagnostic equipment (CT scanners, mammography machines, electrocardiographs, electroencephalographs, Holter monitors, and ambulatory blood pressure monitors) and internet connectivity. It also evaluated healthcare professionals, including surgical technologists, radiologists, medical technologists, and IT technicians. Additionally, strategic partnerships were formed through agreements with national universities (UNA, UPA), international universities (UPV/EHU from Spain), and public organizations (CONATEL, COPACO, SENATIC). These collaborations facilitated the development and implementation of the Telemedicine System application software. This software was custom-developed by the Department of Biomedical Engineering and Imaging (IICS-UNA) to meet the specific needs of local users in specialized, general, regional, and district hospitals, as well as Family Health Units (USF) and the Ministry of Public Health and Social Welfare (MSPBS).

During the study period from 2014 to 2025, 940,943 teleradiologic diagnoses were performed across 80 hospitals, covering a population of 5,647,662 inhabitants (92% of the country's population), through the telemedicine system of the Telemedicine Directorate of the Ministry of Public Health and Social Welfare. Of these, 35.5% were male and 64.5% were female, representing the total number of cases with remote diagnoses and medical records relevant to the research. **Table 1** illustrates the average age and gender of the patients for each type of diagnosis performed.

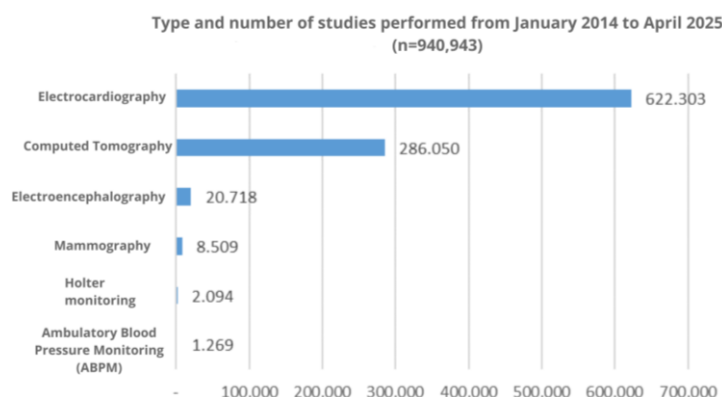
Table 1. Average age and gender of patients for each type of diagnosis (n=940,943)

#	Services	Average Age (years)	Male (%)	Female (%)
1	Electrocardiography	42.0	36.3	63.7
2	Tomography	45.3	50.2	49.8
3	Electroencephalography	27.1	50.4	49.6
4	Mammography	52.0	0.4	99.6
5	Holter monitor	51.2	40.6	59.4
6	Ambulatory blood pressure monitoring (ABPM)	53.7	35.3	64.7
	Overall Average	45.2	35.5	64.5

The type and number of healthcare facilities that make up the National Telediagnosis Network can be seen in Figure 1.

Figure 1. Type and number of health facilities comprising the National Telediagnosis Network.

The distribution of the type and quantity of studies performed by the National Telediagnosis Network can be seen in Figure 2.

Figure 2. Type and quantity of studies conducted from January 2014 to 2025 by the National Telediagnosis Network. (n=940,943)

The main results of the remotely performed and reported ECG diagnostic studies were normal (64.0%), sinus bradycardia (11.8%), unspecified arrhythmias (deviated axes, conduction disorders, poor R-wave progression, and post-infarction changes) (2.2%), left ventricular hypertrophy (3.3%), sinus tachycardia (4.0%), right bundle branch block (3.9%), ischemia (2.0%), atrial fibrillation (0.8%), and left bundle branch block (1.0%).

Regarding CT scans, most of the studies (55.6%) were of the cranial region, primarily due to motorcycle and car accidents. The remaining studies involved the thorax (14.6%), urology-CT (5.3%), lumbosacral spine (4.5%), abdomen (3.9%), abdomen-pelvis (3.3%), paranasal sinuses (3.1%), cervical spine (2.7%), thoracic spine (2.2%), and face (1.3%), among others.

The electroencephalography studies were primarily performed for epileptic seizures (26.2%), headache (8.5%), traumatic brain injury (1.8%), learning and attention disorders (children) (1.7%), loss of consciousness (1.5%), brain death (0.5%), abnormal movements (0.3%), and sleep disorders (0.2%).

The results of the remote mammography studies were normal (60%), cysts, fibroadenomas and macrocalcifications (33%), and carcinomas (7%).

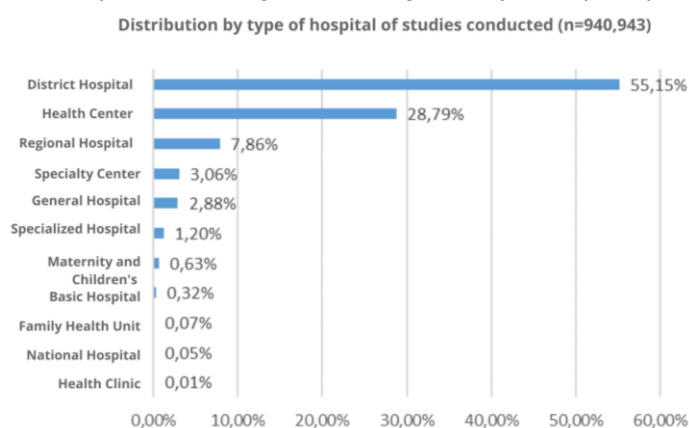
The most frequent diagnoses from Tele-Holter monitoring were supraventricular extrasystoles (34%), normal findings (25%), supraventricular and ventricular extrasystoles (23%), ventricular extrasystoles (9%), atrial tachycardia and atrial extrasystoles (3%), non-sustained ventricular tachycardia (2%), atrial fibrillation (2%), and supraventricular tachycardia (1%).

Regarding the remote ABPM studies, the most frequent diagnoses were pathological 24-hour systolic blood pressure (21.0%), pathological 24-hour diastolic blood pressure (23.0%),

pathological daytime systolic blood pressure (20.9%), pathological daytime diastolic blood pressure (22.2%), pathological nighttime systolic blood pressure (28.0%), pathological nighttime diastolic blood pressure (34.7%), dipper pattern (43.8%), non-dipper pattern (31.4%), extreme dipper pattern (3.2%), riser pattern (13.6%), systolic load $\geq 40\%$ (31.2%), diastolic load $\geq 40\%$ (37.4%), and pathological pulse pressure (32.6%).

The distribution of the number of studies performed by type of hospital in the National Telediagnosis Network can be seen in Figure 3.

Figure 3. Distribution of the number of studies performed by type of hospital from January 2014 to April 2025 using the telediagnosis system (n=19)



DISCUSSION

The results from this study reinforce the evidence that the telemedicine system implemented by the Ministry of Public Health and Social Welfare (MSPBS) shows a promising outlook. It serves as an effective tool for reducing the gap in universal coverage of specialized diagnostic services and enhancing the quality of healthcare in Paraguay. This improvement in medical care and diagnosis is attributable to the standardized services, the reduction in average diagnosis time, and the extension of remote medical services to areas where they are currently unavailable, as evidenced by experiences in other countries. The implementation of this system offers several benefits, including reduced costs associated with medical care and transportation for both patients and specialists. Additionally, it improves equity in access to healthcare technologies in remote populations that have limited access to specialized professionals and equipment. One significant advantage of the telemedicine system is its potential use as a contingency plan for medical assistance during disasters, epidemics, pandemics, or any situation with a large influx of patients. The web-based model of the telediagnosis system allows

centralized access from any web browser, eliminating the need for prior installation on the user's computer, which makes it accessible from any platform. This centralized application also simplifies periodic maintenance and software updates. However, the use of specific tools for capturing and processing images, which depend on the operating system, is somewhat limited. The challenges related to human resources identified in this study are expected to be resolved as the involved professionals become more familiar with the new technology and necessary adjustments are made. Nonetheless, incorporating the telediagnosis system into healthcare centers requires a thorough review and analysis of traditional medical procedures. This is important due to the innovative nature of how information (including images and data) is recorded, captured, transmitted, and processed from scientific, legal, and ethical perspectives. To fully realize the benefits of telediagnosis, it is essential to ensure the reliability, interoperability, and security of data transmission. This is particularly crucial for the algorithms that represent, transfer, and compress the information generated by diagnostic equipment. It is important to note that international regulations pertaining to telediagnosis, which encompass all these aspects, are still lacking. However, some algorithms for information representation and transfer already employ communication standards such as DICOM or HL7. While many experiences with telemedicine technology in less developed countries are promising, there are still few studies that support the implementation of this technology to address specific problems in particular regions or countries. Additionally, these studies need to propose applications that are safe, effective, useful, efficient, and sustainable. According to a systematic review of the literature, the available evidence remains insufficient to conclusively demonstrate that telemedicine tools are more cost-effective than traditional "face-to-face" diagnoses. Most of the articles analyzed require more rigorous methodologies that consider the total costs of implementing telemedicine systems compared to the social costs associated with transporting patients to facilities where in-person diagnostic methods are available or establishing the necessary resources for in-person examinations in remote locations. The Telehealth system implemented by the MSPBS offers advantages, such as reduced patient waiting times, faster diagnoses, improved service quality through standardized procedures, continuous remote diagnosis care, opportunities for interconsultation, and the capability to send diagnoses via the internet to treating physicians. However, despite the promising outcomes and limitations of this study, the implementation of a Telehealth system

should always be preceded by a contextualized investigation into the technological feasibility and diagnostic quality of the system, in line with current methodologies.

CONCLUSION

Based on our findings, we can affirm that it is feasible to develop, implement, and sustain teleradiology projects and remote specialist consultations that facilitate strengthening universal coverage of diagnostic services, fostering innovation, and ensuring the economic sustainability of the public teleradiology system. This will contribute to strengthening the integrated network of diagnostic services and health programs by maximizing professional time and productivity, improving quality, increasing access and equity, and reducing costs. Furthermore, this telehealth practice will substantially improve the diagnostic capabilities of hospitals lacking specialists and optimize the management of scarce human and technological resources in rural areas. However, before widespread implementation in the country's healthcare centers, a comprehensive and detailed study of the healthcare systems and the costs of implementation and sustainability must be conducted.

REFERENCES

- Galván P, Fusillo J, González F, Vukujevic O, Recalde L, Rivas R et al. Factibilidad de la utilización de la inteligencia artificial para el cribado de pacientes con COVID-19 en Paraguay. *Rev Panam Salud Publica*. 2022;46:e20. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.20>
- Revisión sistemática de la literatura sobre telemedicina. *Rev Panam Salud Publica* [serial on the Internet]. 2001 Oct [cited 2008 May 07]; 10(4): 257-258. Available from: http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1020498920010010000006&lng=en&nrm=iso. doi: 10.1590/S1020-498920010010000006.
- Declaration of Alma-Ata, International Conference on Primary Health Care, Alma-Ata, USSR, 6-12 September 1978. www.who.int/hpr/NPH/docs/declaration_almaata.pdf.
- Tomasi E, Facchini L A, Maia M F S. Health information technology in primary health care in developing countries: a literature review. *Bull World Health Organ* [serial on the Internet]. 2004 Nov [cited 2008 May 07]; 82(11): 867-874. Available from: http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0042-96862004001100012&lng=en&nrm=iso. doi: 10.1590/S0042-96862004001100012.
- Galván P, Velázquez M, Rivas R, Benitez G, Barrios A, Hilario E. Health diagnosis improvement in remote community health centers through telemedicine. *Med Access Point Care*, 2018; 2:1-4. Doi: 10.1177/2399202617753101.
- Guerra de Macedo C. Prefacio. *Bioética, Temas y Perspectivas*. Publicación Científica # 527. OPS; 1990.
- Lucas H. Information and communications technology for future health systems in developing countries. *Social Science & Medicine* 66 (2008) 2122e2132.
- Centro de Control Estatal de Equipos Médicos. Estado del arte de la Certificación y Evaluación de los Sistemas de Telemedicina. La Habana: CECM; 2000.
- Von Braun J, Bertolini R, Müller-Falcke D. Armutsbekämpfung über Glasfaser und Funknetz Telekommunikation kann dazu beitragen, die Lage der ländlichen Bevölkerung zu verbessern. *Entwicklung und Zusammenarbeit (E+Z)*. 2001.4:118.
- Bases Metodológicas para Evaluar la Viabilidad y el Impacto de Proyectos de Telemedicina. OPS/OMS Washington; D.C. 2001. ISBN 9275323631.
- Ferreira AC, O'Mahony E, Olini AH, Araujo Júnior E, da Silva Costa F. Teleultrasound: historical perspective and clinical application. *Int J Telemed Appl*. 2015; 2015:306259. doi: 10.1155/2015/306259. Epub 2015 Feb 24. Review. PubMed PMID: 25810717; PubMed Central PMCID: PMC4355341.
- de la Torre-Díez I, López-Coronado M, Vaca C, Aguado JS, de Castro C. Cost-utility and cost-effectiveness studies of telemedicine, electronic, and mobile health systems in the literature: a systematic review. *Telemed J E Health*. 2015 Feb;21(2):81-5. doi: 10.1089/tmj.2014.0053. Epub 2014 Dec 4. PubMed PMID: 25474190; PubMed Central PMCID: PMC4312789.
- Hsieh JC, Li AH, Yang CC. Mobile, cloud, and big data computing: contributions, challenges, and new directions in telecardiology. *Int J Environ Res Public Health*. 2013 Nov 13;10(11):6131-53. doi: 10.3390/ijerph10116131. Review. PubMed PMID: 24232290; PubMed Central PMCID: PMC3863891.
- Al-Zaiti SS, Shusterman V, Carey MG. Novel technical solutions for wireless ECG transmission & analysis in the age of the internet cloud. *J Electrocardiol*. 2013 Nov-Dec;46(6):540-5. doi: 10.1016/j.jelectrocard.2013.07.002. Epub 2013 Aug 29. Review. PubMed PMID: 23992916.

15. Silva E 3rd, Breslau J, Barr RM, Liebscher LA, Bohl M, Hoffman T, Boland GW, Sherry C, Kim W, Shah SS, Tilkin M. ACR white paper on teleradiology practice: a report from the Task Force on Teleradiology Practice. *J Am Coll Radiol*. 2013 Aug;10(8):575-85. doi: 10.1016/j.jacr.2013.03.018. Epub 2013 May 17. PubMed PMID: 23684535.
16. de Waure C, Cadeddu C, Gualano MR, Ricciardi W. Telemedicine for the reduction of myocardial infarction mortality: a systematic review and a meta-analysis of published studies. *Telemed J E Health*. 2012 Jun;18(5):323-8. doi: 10.1089/tmj.2011.0158. Epub 2012 Apr 2. Review. PubMed PMID: 22468983.
17. McBeth PB, Crawford I, Blaivas M, Hamilton T, Musselwhite K, Panebianco N, Melniker L, Ball CG, Gargani L, Gherdovich C, Kirkpatrick AW. Simple, almost anywhere, with almost anyone: remote low-cost telementored resuscitative lung ultrasound. *J Trauma*. 2011 Dec;71(6):1528-35. doi: 10.1097/TA.0b013e318232cca7. Review. PubMed PMID: 22182864.
18. Birati E, Roth A. Telecardiology. *Isr Med Assoc J*. 2011 Aug;13(8):498-503. Review. PubMed PMID: 21910377.
19. Andrade MV, Maia AC, Cardoso CS, Alkmim MB, Ribeiro AL. Cost-benefit of the telecardiology service in the state of Minas Gerais: Minas Telecardio Project. *Arq Bras Cardiol*. 2011 Oct;97(4):307-16. Epub 2011 Jul 29. English, Portuguese. PubMed PMID: 21808852.
20. Sutherland JE, Sutphin D, Redican K, Rawlins F. Telesonography: foundations and future directions. *J Ultrasound Med*. 2011 Apr;30(4):517-22. Review. PubMed PMID: 21460152.
21. Backman W, Bendel D, Rakhit R. The telecardiology revolution: improving the management of cardiac disease in primary care. *J R Soc Med*. 2010 Nov;103(11):442-6. doi: 10.1258/jrsm.2010.100301. Epub 2010 Oct 19. Review. PubMed PMID: 20959351; PubMed Central PMCID: PMC2966883.
22. Ekeland AG, Bowes A, Flottorp S. Effectiveness of telemedicine: a systematic review of reviews. *Int J Med Inform*. 2010 Nov;79(11):736-71. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2010.08.006. Review. PubMed PMID: 20884286.
23. Hsieh JC, Lo HC. The clinical application of a PACS-dependent 12-lead ECG and image information system in E-medicine and telemedicine. *J Digit Imaging*. 2010 Aug;23(4):501-13. doi: 10.1007/s10278-009-9231-7. Epub 2009 Aug 27. PubMed PMID: 19711129; PubMed Central PMCID: PMC3046657.
24. Phabphal K, Hirunpatch S. The effectiveness of low-cost teleconsultation for emergency head computer tomography in patients with suspected stroke. *J Telemed Telecare*. 2008;14(8):439-42. doi: 10.1258/jtt.2008.080603. PubMed PMID: 19047455.
25. Hailey D, Ohinmaa A, Roine R. Published evidence on the success of telecardiology: a mixed record. *J Telemed Telecare*. 2004;10 Suppl 1:36-8. Review. PubMed PMID: 15603604.
26. Bassignani MJ, Dwyer SJ 3rd, Ciambotti JM, Olazagasti JM, Moran R, Moynihan S, Weaver AC, Snyder AM. Review of technology: planning for the development of telesonography. *J Digit Imaging*. 2004 Mar;17(1):18-27. Review. PubMed PMID: 15255515; PubMed Central PMCID: PMC3043960.
27. Whitten PS, Mair FS, Haycox A, May CR, Williams TL, Hellmich S. Systematic review of cost effectiveness studies of telemedicine interventions. *BMJ*. 2002 Jun 15;324(7351):1434-7. Review. PubMed PMID: 12065269; PubMed Central PMCID: PMC115857.
28. Hailey D, Roine R, Ohinmaa A. Systematic review of evidence for the benefits of telemedicine. *J Telemed Telecare*. 2002;8 Suppl 1:1-30. Review. PubMed PMID: 12020415.
29. Brunetti ND, Amodio G, De Gennaro L, Dellegrottaglie G, Pellegrino PL, Di Biase M, et al. Telecardiology applied to a region-wide public emergency health-care service. *J Thromb Thrombolysis*. Netherlands; 2009 Jul;28(1):23-30.
30. Norum J, Bergmo TS, Holdo B, Johansen M V, Vold IN, Sjaaeng EE, et al. A tele-obstetric broadband service including ultrasound, videoconferencing and cardiotocogram. A high cost and a low volume of patients. *J Telemed Telecare*. England; 2007;13(4):180-4.
31. Chan FY. Fetal tele-ultrasound and teletherapy. *J Telemed Telecare*. 2007; 13:167-71.
32. Dowie R, Mistry H, Young T a, Franklin RCG, Gardiner HM. Cost implications of introducing a telecardiology service to support fetal ultrasound screening. *J Telemed Telecare*. 2008; 14:421-6.
33. Magann EF, McKelvey SS, Hitt WC, Smith M V, Azam G a, Lowery CL. The use of telemedicine in obstetrics: a review of the literature. *Obstet Gynecol Surv*. 2011;66(3):170-8.
34. Arbeille P, Fornage B, Boucher a., Ruiz J, Georgescu M, Blouin J, et al. Telesonography: Virtual 3D image processing of remotely acquired abdominal, vascular, and fetal sonograms. *J Clin Ultrasound [Internet]*. 2014;42(2):67-73. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/jcu.22093>.
35. Adriaanse BME, Tromp CHN, Simpson JM, Van Mieghem T, Kist WJ, Kuik DJ, et al. Interobserver agreement in detailed prenatal diagnosis of congenital heart disease by telemedicine using four-dimensional ultrasound with spatiotemporal image correlation. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2012;39(May 2011):203-9.
36. Kari B, Mester AR, Gyorfi Z, Mihalik B, Hegyi Z, Tarjan Z, et al. Clinical evaluation of multi-

modality image archival and communication system in combination of WEB based teleradiology. *Int Congr Ser.* 2005; 1281:974–9.

37. Lefere P, Silva C, Gryspeerdt S, Rodrigues A, Vasconcelos R, Teixeira R, et al. Teleradiology based CT colonography to screen a population group of a remote island; At average risk for colorectal cancer. *Eur J Radiol* [Internet]. Elsevier Ireland Ltd; 2013;82(6):e262–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2013.02.010>.

38. Brunetti ND, De Gennaro L, Amodio G, Dellegrottaglie G, Pellegrino PL, Di Biase M, et al. Telecardiology improves quality of diagnosis and reduces delay to treatment in elderly patients with acute myocardial infarction and atypical presentation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* England; 2010 Dec;17(6):615–20.

39. Gagnon MP, Duplantie J, Fortin JP, and Landry R. Exploring the effects of telehealth on medical human resources supply: a qualitative case study in remote regions. *BMC Health Serv Res.* 2007; 7: 6.

40. Galván P, Velázquez M, Benítez G, Ortellado J, Rivas R, Barrios A, Hilario E. Impact on public health of the telediagnosis system implemented in Paraguay. *Rev Panam Salud Pública.* 2017; 41:e74.

41. Sabbatini RME, Maceratini R. Telemedicina: A Nova Revolução. *Revista Informédica.* 1994;1(6):5-9.

42. Galván P, Cabral MB, Cane V. Implementación de un sistema de telemedicina (Telesalud) en el Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud. *Mem Inst Invest Cienc Salud.* 2008; 4(1): 20–7.

Statement of responsibility: Declare that all authors have participated in the development and preparation of the work and detail the responsibilities of each author in the preparation of the article.

Pedro GALVAN: Responsible for conceptualization, research, writing, and revisions.

José Ortellado: Responsible for conceptualization and writing.

María Teresa Barán: Responsible for writing and supervision of the research.

Gualberto Benítez: Responsible for data analysis.

Santiago Servín: Responsible for database management and statistical analysis.

Enrique Hilario: Responsible for results evaluation, review, and quality control.

Funding: There was no funding of any kind.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest regarding the research, authorship, or publication of this article..

How to cite this article: GALVAN P, Ortellado J, Barán M T, Benítez G, Servín S, Hilario E. National Telehealth Network for Health Care Centers in Paraguay. Latin Am J telehealth, Belo Horizonte, 2024; 11 (3): 230-238. ISSN: 2175-2990.

Red Nacional de Telesalud para Centros Asistenciales de Salud del Paraguay



José Ortellado	Ministerio de Salud (MSPBS), Asunción. Paraguay, Investigador. Correo electrónico: ortelladojose1967@gmail.com
Maria Teresa Barán	Ministerio de Salud (MSPBS), Asunción. Paraguay, Investigador. Correo electrónico: maribaranw@gmail.com
Gualberto Benitez	Ministerio de Salud (MSPBS), Asunción. Paraguay, Investigador. Correo electrónico: gualberto.benitez@mspbs.gov.py
Santiago Servín	Ministerio de Salud (MSPBS), Asunción. Paraguay, Investigador. Correo electrónico: sanservinpy@gmail.com
Enrique Hilario	Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Investigador. Correo electrónico: enrique.hilario@ehu.eus
Pedro GALVAN	<u>Autor de correspondencia:</u> Ministerio de Salud / Universidad Paraguay-Alemana (UPA), San Lorenzo Paraguay, Director de Telemedicina / Investigador. Correo electrónico: pedro.galvan@upa.edu.py. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-3762-0786

Fecha de recepción: 03 de septiembre de 2025 | Fecha de aprobación: 03 de diciembre de 2025

Resumen

En el contexto de una valoración científica y tecnológica de las alternativas metodológicas que facilite un sistema de cobertura universal y el uso eficiente de los recursos disponibles en la salud pública, existen argumentos válidos para que un sistema de Telesalud sea considerado ventajoso como una herramienta para mejorar la atención sanitaria en poblaciones remotas sin acceso a los especialistas. Este estudio multicéntrico, observacional y descriptivo realizado por la Dirección de Telemedicina del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS) en colaboración con el Dpto. de Ingeniería Biomédica e Imágenes del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud (IICS-UNA) y la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) sirvió para evaluar la factibilidad técnica para la implementación de un sistema de Telesalud en la salud pública. En tal sentido fueron analizados los resultados obtenidos del sistema de telediagnóstico implementado en 80 hospitales del MSPBS, donde fueron realizados diagnósticos remotos entre enero del 2014 y abril de 2025, en los cuales la mayoría correspondieron a pacientes del sexo femenino. Del total de telediagnósticos realizados, el 30,40 % correspondieron a estudios de tomografía, 0,90 % a mamografía, 66,14% a electrocardiografía (ECG), 2,20% a electroencefalografía (EEG), 0,22% a Holter y 0,14% a MAPA. La edad promedio general de los pacientes fue de 45,2 años. Los resultados obtenidos en este estudio evidencian de que es viable implementar y sustentar proyectos de telediagnóstico y consultas de especialistas a distancia que faciliten fortalecer la cobertura universal de servicios diagnósticos, capacidad de innovación y aseguramiento de la sostenibilidad económica del sistema de telediagnóstico público. Además, ayudará a mejorar sustancialmente la capacidad resolutoria local de los hospitales sin especialistas y la gestión de los escasos recursos humanos y tecnológicos en el interior del país.

Palabras clave: Telesalud, Telediagnóstico, Telemedicina, TICs en salud, Telemática en salud, Paraguay.

Abstract

National Telehealth Network for Health Care Centers in Paraguay

In the context of a scientific and technological assessment of methodological alternatives that facilitate an universal coverage system and the efficient use of available public health resources, there are valid evidence for considering a telehealth system as an advantageous tool for improving health care in remote populations without access to specialists. This multicenter, observational, and descriptive study conducted by the Telemedicine Directorate of the Ministry of Public Health and Social Welfare (MSPBS) in collaboration with the Department of Biomedical Engineering and Imaging of the Research Institute of Health Sciences (IICS-UNA) and the University of the Basque Country (UPV/EHU) served to evaluate the technical feasibility of implementing a Telehealth system in public health. To this end, the results obtained from the telediagnosis system implemented in 80 MSPBS hospitals were analyzed. 940,943 remote diagnoses were performed between January 2014 and April 2025, 35.5% were males and 64.5% were females. Of the total telediagnosis performed, 30.40% (286,050) corresponded to tomography studies, 0.90% (8,509) to mammography, 66.14% (622,303) to electrocardiography (ECG), 2.20% (20,718) to electroencephalography (EEG), 0.22% (2,094) to Holter and 0.14% (1,269) to ABPM. The average age of patients was 45.2 years. The results of this study demonstrate the feasibility of implementing and sustaining telediagnosis and remote specialist consultations that will strengthen universal coverage of diagnostic services, foster innovation capacity, and ensure the economic sustainability of the public telediagnosis system. Furthermore, it will help to improve substantially the local response capacity of hospitals without specialists and the management of scarce human and technological resources in the countryside health services.

Key-words: Telehealth, Telediagnosis, Telemedicine, ICTs in health, Telematics in health, Paraguay.

Rede Nacional de Telessaúde para Centros de Atenção à Saúde no Paraguai

No contexto de uma avaliação científica e tecnológica de alternativas metodológicas que facilitem um sistema de cobertura universal e o uso eficiente dos recursos de saúde pública disponíveis, há argumentos válidos para considerar um sistema de telessaúde como uma ferramenta vantajosa para melhorar a assistência à saúde em populações remotas sem acesso a especialistas. Este estudo multicêntrico, observacional e descritivo, conduzido pela Direção de Telemedicina do Ministério da Saúde Pública e Bem-Estar Social (MSPBS) em colaboração com o Departamento de Engenharia Biomédica e Imagem do Instituto de Pesquisa em Ciências da Saúde (IICS-UNA) e a Universidade do País Basco (UPV/EHU), serviu para avaliar a viabilidade técnica da implementação de um sistema de Telessaúde na saúde pública. Nesse sentido, foram analisados os resultados obtidos com o sistema de telediagnóstico implantado em 80 hospitais do MSPBS. Um total de 940.943 diagnósticos remotos foram feitos entre janeiro de 2014 e abril de 2025, 35,5% eram homens e 64,5% eram mulheres. Do total de telediagnósticos realizados, 30,40% (286.050) corresponderam a exames de tomografia, 0,90% (8.509) a mamografia, 66,14% (622.303) a eletrocardiograma (ECG), 2,20% (20.718) a eletroencefalografia (EEG), 0,22% (2.094) a Holter e 0,14% (1.269) a MAPA. A idade média dos pacientes foi de 45,2 anos. Os resultados deste estudo demonstram a viabilidade técnica de implementar e apoiar sistemas de telediagnóstico e consultas remotas com especialistas que fortaleçam a cobertura universal de serviços de diagnóstico, promovam a capacidade de inovação e garantam a sustentabilidade econômica do sistema público de telediagnóstico. Além disso, ajudará a melhorar substancialmente a capacidade de resposta local de hospitais sem especialistas e a gestão dos escassos recursos humanos e tecnológicos no interior do país.

Palabras-chave: Telessaúde, Telediagnóstico, Telemedicina, TICs em saúde, Telemática em saúde, Paraguai.

INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y Telecomunicación (TICs) aplicadas en la atención sanitaria de poblaciones dispersas y remotas ofrecen múltiples ventajas para servicios de diagnóstico y consultas a distancia¹. La telemedicina presenta su principal fortaleza en el diagnóstico y la consulta con especialistas en forma remota por lo que resulta ventajosa para los pacientes, el personal de salud y la comunidad, toda vez que sea planificada adecuadamente².

Con las aplicaciones de las TICs en salud se pretende fortalecer la cartera de servicios a fin de lograr cobertura universal y una mayor equidad en la prestación de servicios de medicina especializada (Declaración de las Naciones Unidas de Alma Ata)³, sin descuidar la efectividad y utilidad de las tecnologías involucradas. Con estas premisas puede considerarse al telediagnóstico implementado en países con escasos recursos sanitarios como una herramienta válida para mejorar la atención de la salud de poblaciones remotas que no tienen acceso a los especialistas. En dicho sentido, las TICs ofrecen importantes posibilidades de mejorar la cobertura de los servicios e intercambiar con mayor efectividad informaciones clínicas, administrativas, de capacitación del personal y de socialización de la información científica con la población afectada⁴. En Paraguay se ha creado el marco legal para la utilización de la Telesalud a través de la Ley N°5482/2015 "Que crea el Programa Nacional de Telesalud, y se disponen normativas para su cumplimiento" en el año 2015 y la reglamentación de esta ley se realizó a través de la Resolución S.G. N°367/2020 del Ministerio de Salud del Paraguay.

A fin de valorar la alternativa tecnológica, es imperativo demostrar científicamente que los Sistemas de Telesalud son eficaces, seguros y de calidad comparada a la práctica habitual en los servicios de salud, y desarrollar los aspectos

técnicos y metodológicos que posibiliten la evaluación del impacto social mediante la realización de investigaciones aplicadas que permitan orientar el proceso de la toma de decisiones para mejorar la resolutive local de los centros asistenciales de salud en las poblaciones remotas y dispersas. En tal sentido y con el afán de investigar la factibilidad para la implementación sistemática de la telemedicina en el Paraguay, el Departamento de Ingeniería Biomédica e Imágenes del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud (IICS) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA) ha desarrollado desde finales de la década de los noventa y principios del nuevo milenio algunas investigaciones operativas con la ayuda de las tecnologías disponibles. En el año 1999 se realizó la prueba piloto de un servicio de teleecografía vía satélite en el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social MSPBS con el apoyo del Dpto. de Ingeniería Biomédica del IICS-UNA. Como resultado de aquella primera experiencia se ha evidenciado que la tecnología satelital no es sustentable en el sector público por el alto costo del ancho de banda necesario para viabilizar el funcionamiento del Sistema de Telemedicina, por el escuálido presupuesto disponible en el seno del Ministerio de Salud y en los centros asistenciales remotos del país que deben financiar dicho servicio. A raíz de esta experiencia a partir del año 2007 se dio inicio al actual Sistema de Telemedicina con la expansión significativa del servicio de internet y el aumento en el país de la conectividad de las instituciones y de la población en general.

En este último contexto, la Dirección de Telemedicina del MSPBS en colaboración con el Dpto. de Ingeniería Biomédica e Imágenes (IICS-UNA) realizaron varios proyectos para evaluar la factibilidad y costo-efectividad del sistema de telemedicina en la salud pública. El mismo sirvió como fuente de información objetiva e independiente sobre la viabilidad técnica para

implementar y sustentar la ejecución de proyectos de telemedicina para diagnóstico y consultas de especialistas a distancia en los centros asistenciales del Paraguay.

METODOLOGÍA

Población: Este estudio de diseño multicéntrico, observacional y descriptivo incluyó a 940.943 pacientes, con solicitud médica para estudios de diagnóstico por imágenes (tomografía y mamografía) y señales eléctricas biológicas (ECG, EEG, Holter y MAPA), que concurrieron en el periodo de enero del 2014 a abril del 2025 en los 80 hospitales regionales y distritales de las regiones sanitarias del MSPBS. Los datos clínicos de los pacientes fueron consignados en una ficha electrónica. Las imágenes captadas, procesadas y transmitidas de las áreas de tomografía, mamografía, ECG, EEG, Holter y MAPA fueron remitidas al médico especialista vía internet. El muestreo fue no probabilístico de conveniencia. Para asegurar la confidencialidad de la información así como su integridad y consistencia, en el sistema de telemedicina se han utilizado mecanismos como acceso controlado al sistema (usuario/contraseña), consultas priorizadas por tipo de usuario (secretaría, técnico, médico ó administrador del sistema), bases de datos codificadas, comunicación codificada tipo *secure sockets layer* SSL y llaves de codificación para la manipulación y modificación de la información, utilizándose un protocolo de encriptación que provee comunicación segura.

Equipamiento y software utilizados: Las imágenes se obtuvieron a través de diversos dispositivos médicos. En el caso del tomógrafo y mamógrafo se utilizaron una computadora exclusiva donde se descargan las imágenes digitales en formato DICOM para luego procesarla y almacenarla a través de un software propietario. Con el ECG y EEG se dispuso de una conexión RS-232 que a través del puerto COM, el cual permitió interactuar con la computadora mediante un software de aplicación que facilita la captura de la información y la posterior generación de gráficos en formato jpg. Para los dispositivos Holter y MAPA se utilizaron una tarjeta de captura para acceder a la señal de monitoreo 24 h y luego ser transferido a la computadora para su procesamiento. La aplicación Web fue utilizada por las especialidades de imagenología médica y ECG, EEG, Holter y MAPA para simplificar el proceso de incorporación de las imágenes obtenidas por los respectivos equipos periféricos de diagnóstico a la base de datos de la ficha electrónica del paciente. La tecnología digital utilizada para la transmisión de las imágenes en este estudio se denomina “*store & forward*”, en la

que una vez obtenidas las imágenes o señales eléctricas biológicas se ejecutó el módulo de ficha electrónica del paciente (aplicación *standalone* o *Web*). El “*especialista remoto*” (profesional médico especialista en imagenología, neurología y cardiología) al ingresar al sistema de diagnóstico visualiza los datos clínicos de los pacientes y las imágenes/señales anexas para su diagnóstico. Inmediatamente luego de ser realizado el diagnóstico por el especialista, el informe está disponible para su impresión y entrega al paciente y/o para su remisión por mail al médico tratante según como sea solicitado.

RESULTADOS

Los resultados de la evaluación tecnológica realizada en el presente estudio al sistema de telediagnóstico (tomografía, mamografía, ECG, EEG, Holter y MAPA) son de aplicación durante todo el ciclo de vida de la Red Nacional de Telemedicina, porque genera información tanto antes como después de poner en marcha un sistema de diagnóstico a distancia para tratar de apoyar la decisión política sobre su financiación pública, además ayuda a medir el impacto de esta innovación tecnológica para el diagnóstico a distancia en circunstancias de la práctica clínica habitual.

A fin de viabilizar la implementación del Sistema de Telemedicina, el Ministerio de Salud realizó un mapeo nacional de las capacidades subutilizadas en recursos tecnológicos (equipos médicos de diagnóstico como ser tomógrafos, mamógrafos, electrocardiógrafos, electroencefalógrafos, Holters, MAPAs y conectividad de internet), técnicos de salud (instrumentista, radiólogos, tecnólogos médicos, etc.) y técnicos informáticos, que sumado a las alianzas estratégicas que estableció convenio mediante con universidades nacionales (UNA, UPA) e internacionales (UPV/EHU de España) y organismos públicos (CONATEL, COPACO, SENATIC) facilitó la implementación del software de aplicación del Sistema de Telemedicina que ha sido desarrollado a medida por el Departamento de Ingeniería Biomédica e Imágenes (IICS-UNA) y está contextualizado a las necesidades del usuario local en los hospitales especializados, generales, regionales, distritales, Unidad de Salud de la Familia (USF) y a los requisitos del MSPBS.

Durante el periodo de estudio del 2014 al 2025 se realizaron 940.943 telediagnósticos distribuidos en 80 hospitales, que cubren a una población de 5.647.662 habitantes (92 % de la población del país), a través del sistema de telemedicina de la Dirección de Telemedicina del MSPBS, de ellos el 35,5% correspondieron al sexo masculino y el

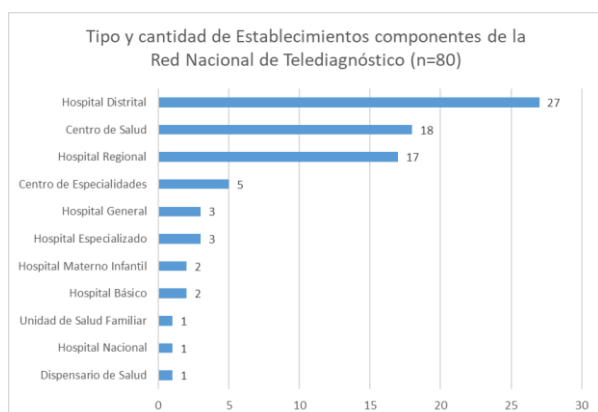
64,5% al sexo femenino, que representaron el total de casos con diagnóstico a distancia con historias clínicas ajustadas al propósito de la investigación. La tabla 1 ilustra la edad promedio y el género de los pacientes por cada tipo de diagnóstico realizado.

Tabla 1. Edad promedio y género de los pacientes por cada tipo de diagnóstico (n=940.943)

#	Servicios	Edad Promedio (años)	Masculino (%)	Femenino (%)
1	Electrocardiografía	42,0	36,3	63,7
2	Tomografía	45,3	50,2	49,8
3	Electroencefalografía	27,1	50,4	49,6
4	Mamografía	52,0	0,4	99,6
5	Holter	51,2	40,6	59,4
6	MAPA	53,7	35,3	64,7
	Promedio General	45,2	35,5	64,5

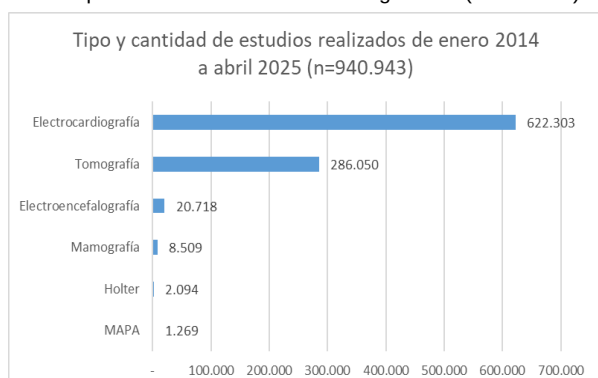
El tipo y la cantidad de establecimientos de salud que conforman la Red Nacional de Telediagnóstico puede apreciarse en la figura 1

Figura 1. Tipo y cantidad de establecimientos de salud componentes de la Red Nacional de Telediagnóstico



La distribución del tipo y cantidad de estudios realizados por la Red Nacional de Telediagnóstico puede observarse en la figura 2.

Figura 2. Tipo y cantidad de estudios realizados de enero 2014 a abril 2025 por la Red Nacional de Telediagnóstico (n=940.943)



Los principales resultados de los estudios diagnósticos de ECG realizados e informados en forma remota fueron normal (64,0%), bradicardia sinusal (11,8%), arritmias no especificadas (ejes desviados, trastornos de la conducción, escasa progresión de onda R y secuelas de infarto) (2,2%), hipertrofia ventricular izquierda (3,3%), taquicardia sinusal (4,0%), bloqueo de la rama derecha (3,9%), isquemia (2,0%), fibrilación auricular (0,8%) y bloqueo de rama izquierda (1,0%).

En relación a los estudios de tomografía, la mayor cantidad de estudios (55,6%) corresponde a la región anatómica del cráneo como consecuencia de accidentes motociclisticos y automovilísticos. El resto de los estudios corresponden a las regiones del tórax (14,6%), uro-TAC (5,3%), columna lumbosacra (4,5%), abdomen (3,9%), abdomen-pelvis (3,3%), SPN (3,1%), columna cervical (2,7%), columna dorsal (2,2%) y cara (1,3%) entre las principales.

Los estudios de electroencefalografía correspondieron principalmente a crisis epiléptica (26,2%), cefalea (8,5%), traumatismo craneoencefálico (1,8%), trastorno de aprendizaje-atención (niños) (1,7%), pérdida de conocimiento (1,5%), muerte cerebral (0,5%), movimientos anormales (0,3%) y trastornos del sueño (0,2%). Los resultados de los estudios de mamografía a distancia fueron normales (60%), quistes, fibroadenomas y macrocalcificaciones (33%) y carcinomas (7%).

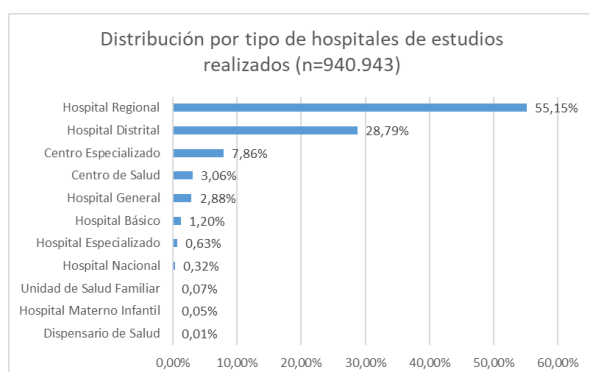
Los diagnósticos más frecuentes de Tele-Holter fueron extrasístoles supraventriculares (34%), normal (25%), extrasístoles supraventriculares y ventriculares (23%), extrasístoles ventriculares (9%), taquicardia auricular y extrasístoles auriculares (3%),

taquicardia ventricular no sostenida (2%), fibrilación auricular (2%) y taquicardia supraventricular (1%).

En cuanto a los estudios de MAPA a distancia, los diagnósticos más frecuentes fueron presión arterial sistólica 24 h patológico (21,0%), presión arterial diastólica 24 h patológico (23,0%), presión arterial sistólica diurna patológico (20,9%), presión arterial diastólica diurna patológico (22,2%), presión arterial sistólica nocturna patológico (28,0%), presión arterial diastólica nocturna patológico (34,7%), dipper^{43,8}, no-dipper^{31,4}, dipper extremo (3,2%), patrón riser (13,6%), carga sistólica $\geq 40\%$ (31,2%), carga diastólica $\geq 40\%$ (37,4%) y presión de pulso patológico (32,6%).

La distribución de la cantidad de estudios realizados por tipo de hospital de la Red Nacional de Telediagnóstico puede observarse en la figura 3.

Figura 3. Distribución de cantidad de estudios realizados por tipo de hospital de enero 2014 a abril del 2025 por el sistema de telediagnóstico (n=19)



DISCUSIÓN

Con los resultados obtenidos del presente estudio se fortalece la evidencia de que el sistema de telemedicina implementado por el MSPBS ofrece una perspectiva favorable y puede ser considerado como una herramienta promisoría para disminuir la brecha de cobertura universal de servicios especializados de diagnóstico y mejorar la calidad asistencial sanitaria del Paraguay. La mejora en la atención y el diagnóstico médico se da a través del servicio protocolizado, la reducción del tiempo promedio del diagnóstico, así como a la extensión de servicios médicos a distancia en localidades en que éstos no están disponibles, como se ha evidenciado en otros países⁵. La implementación de este sistema aporta beneficios en relación a la reducción de los costos de la asistencia médica, los gastos de traslado de pacientes y del personal especializado, así como se mejora la equidad en el acceso a las tecnologías asistenciales de salud en las poblaciones remotas con escasos profesionales

especializados y el equipamiento correspondiente⁶. Otra de las ventajas del sistema de telemedicina es que podría utilizarse como Plan de Contingencia para la asistencia médica en casos de catástrofes, epidemias, pandemias ó cualquier evento de gran afluencia de pacientes⁵. El modelo *Web* del sistema de telediagnóstico permite una aplicación centralizada desde cualquier navegador *Web* en forma remota sin la necesidad de una instalación previa en la computadora de diálogo por lo que lo vuelve accesible desde cualquier plataforma. A través de la aplicación centralizada se simplifican los procesos periódicos de mantenimiento y actualización del software operativo, pero la utilización de ciertas herramientas para capturar y procesar imágenes y que son dependientes del sistema operativo son limitados. Las dificultades encontradas en este estudio, en relación a los recursos humanos se irán salvando a medida que los profesionales involucrados se familiaricen con la nueva tecnología y se realicen los ajustes necesarios en relación a la misma. Sin embargo, la incorporación del sistema de telediagnóstico en los centros asistenciales en salud implica una revisión y análisis de los procedimientos rutinarios clásicos del servicio médico, debido a la innovación en la forma de registro, captación, transmisión y tratamiento de la información (imágenes y datos) desde el punto de vista científico, legal y ético^{6,7}. Se ha visto además que para aprovechar los beneficios del telediagnóstico se tienen que garantizar los algoritmos de representación, transferencia y compactación de las informaciones generadas en el equipo de diagnóstico; la fiabilidad, interoperabilidad y seguridad de la transmisión (conectividad). Cabe mencionar también que aún no existen regulaciones internacionales para el telediagnóstico, que abarquen todos estos aspectos, a pesar de que ya existen algunos algoritmos de representación y transferencia de información que utilizan estándares de comunicación tales como el DICOM o HL7⁸. A pesar de que gran parte de las experiencias realizadas con la tecnología de la telemedicina en países menos desarrollados son muy promisorias⁹, son escasos aun los estudios que avalen la idoneidad y capacidad de dicha tecnología para solucionar problemas concretos en determinadas regiones ó países y que además propongan una aplicación en forma segura, efectiva, útil, eficiente y sostenible¹⁰. En dicho sentido y acorde a una revisión sistemática de la literatura realizada se ha determinado que la evidencia encontrada es aún insuficiente para asegurar que esta herramienta sea más costo-efectiva respecto del diagnóstico "cara a cara". En la mayoría de los artículos analizados se necesitan metodologías más rigurosas y que incluyan en el análisis los costos totales de la implementación del

sistema de telemedicina versus los costos sociales del traslado de los pacientes a lugares donde existe el método de diagnóstico “cara a cara” o de instalar en el punto remoto los recursos necesarios para hacer los estudios presenciales¹¹⁻³⁹. El sistema de Telesalud implementado por el MSPBS muestra ventajas tales como la disminución de los tiempos de atención del paciente, diagnósticos más rápidos, mejora de la calidad del servicio con procedimientos padronizados, atención continuada para el diagnóstico remoto, posibilidad de interconsulta y envío del diagnóstico por internet al médico tratante⁴⁰⁻⁴². No obstante, a pesar de los prometedores resultados y las limitaciones de este estudio, la implementación de un sistema de Telesalud deberá estar siempre precedida por un estudio contextualizado sobre la viabilidad tecnológica y la calidad diagnóstica del sistema acorde a las metodologías vigentes.

CONCLUSIÓN

Podemos afirmar, respaldados en nuestros resultados, que es viable desarrollar, implementar y sustentar proyectos de telediagnóstico y consultas de especialistas a distancia que faciliten fortalecer la cobertura universal de servicios diagnósticos, capacidad de innovación y aseguramiento de la sostenibilidad económica del sistema de telediagnóstico público, para contribuir al fortalecimiento de la red integrada de servicios diagnósticos y programas de salud maximizando el tiempo del profesional y su productividad, mejorando la calidad, aumentando el acceso y la equidad, y disminuyendo los costos. Además, con esta práctica de Telesalud, se ayudará a mejorar sustancialmente la capacidad resolutoria local de los hospitales sin especialistas y la gestión de los escasos recursos humanos y tecnológicos en el interior del país. Sin embargo, antes de realizar su implementación masiva en los centros asistenciales de salud del país se deberá realizar un estudio exhaustivo y pormenorizado de los sistemas de salud, de los costos para su implementación y sustentabilidad.

REFERENCIAS

- Galván P, Fusillo J, González F, Vukujevic O, Recalde L, Rivas R et al. Factibilidad de la utilización de la inteligencia artificial para el cribado de pacientes con COVID-19 en Paraguay. *Rev Panam Salud Publica*. 2022;46:e20. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.20>
- Revisión sistemática de la literatura sobre telemedicina. *Rev Panam Salud Publica* [serial on the Internet]. 2001 Oct [cited 2008 May 07]; 10(4):

257-258. Available from: http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S102049892001001000006&lng=en&nrm=iso . doi: 10.1590/S1020-49892001001000006.

- Declaration of Alma-Ata, International Conference on Primary Health Care, Alma-Ata, USSR, 6-12 September 1978. www.who.int/hpr/NPH/docs/declaration_almaata.pdf .

- Tomasi E, Facchini L A, Maia M F S. Health information technology in primary health care in developing countries: a literature review. *Bull World Health Organ* [serial on the Internet]. 2004 Nov [cited 2008 May 07]; 82(11): 867-874. Available from: http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0042-96862004001100012&lng=en&nrm=iso. doi: 10.1590/S0042-96862004001100012.

- Galván P, Velázquez M, Rivas R, Benitez G, Barrios A, Hilario E. Health diagnosis improvement in remote community health centers through telemedicine. *Med Access Point Care*, 2018; 2:1-4. Doi: 10.1177/2399202617753101.

- Guerra de Macedo C. Prefacio. *Bioética, Temas y Perspectivas*. Publicación Científica # 527. OPS; 1990.

- Lucas H. Information and communications technology for future health systems in developing countries. *Social Science & Medicine* 66 (2008) 2122e2132.

- Centro de Control Estatal de Equipos Médicos. Estado del arte de la Certificación y Evaluación de los Sistemas de Telemedicina. La Habana: CECM; 2000.

- Von Braun J, Bertolini R, Müller-Falcke D. Armutsbekämpfung über Glasfaser und Funknetz Telekommunikation kann dazu beitragen, die Lage der ländlichen Bevölkerung zu verbessern. *Entwicklung und Zusammenarbeit (E+Z)*. 2001.4:118.

- Bases Metodológicas para Evaluar la Viabilidad y el Impacto de Proyectos de Telemedicina. OPS/OMS Washington; D.C. 2001. ISBN 9275323631.

- Ferreira AC, O'Mahony E, Olini AH, Araujo Júnior E, da Silva Costa F. Teleultrasound: historical perspective and clinical application. *Int J Telemed Appl*. 2015; 2015:306259. doi: 10.1155/2015/306259. Epub 2015 Feb 24. Review.

PubMed PMID: 25810717; PubMed Central PMCID: PMC4355341.

12. de la Torre-Díez I, López-Coronado M, Vaca C, Aguado JS, de Castro C. Cost-utility and cost-effectiveness studies of telemedicine, electronic, and mobile health systems in the literature: a systematic review. *Telemed J E Health*. 2015 Feb;21(2):81-5. doi: 10.1089/tmj.2014.0053. Epub 2014 Dec 4. PubMed PMID: 25474190; PubMed Central PMCID: PMC4312789.

13. Hsieh JC, Li AH, Yang CC. Mobile, cloud, and big data computing: contributions, challenges, and new directions in telecardiology. *Int J Environ Res Public Health*. 2013 Nov 13;10(11):6131-53. doi: 10.3390/ijerph10116131. Review. PubMed PMID: 24232290; PubMed Central PMCID: PMC3863891.

14. Al-Zaiti SS, Shusterman V, Carey MG. Novel technical solutions for wireless ECG transmission & analysis in the age of the internet cloud. *J Electrocardiol*. 2013 Nov-Dec;46(6):540-5. doi: 10.1016/j.jelectrocard.2013.07.002. Epub 2013 Aug 29. Review. PubMed PMID: 23992916.

15. Silva E 3rd, Breslau J, Barr RM, Liebscher LA, Bohl M, Hoffman T, Boland GW, Sherry C, Kim W, Shah SS, Tilkin M. ACR white paper on teleradiology practice: a report from the Task Force on Teleradiology Practice. *J Am Coll Radiol*. 2013 Aug;10(8):575-85. doi: 10.1016/j.jacr.2013.03.018. Epub 2013 May 17. PubMed PMID: 23684535.

16. de Waure C, Cadeddu C, Gualano MR, Ricciardi W. Telemedicine for the reduction of myocardial infarction mortality: a systematic review and a meta-analysis of published studies. *Telemed J E Health*. 2012 Jun;18(5):323-8. doi: 10.1089/tmj.2011.0158. Epub 2012 Apr 2. Review. PubMed PMID: 22468983.

17. McBeth PB, Crawford I, Blaivas M, Hamilton T, Musselwhite K, Panebianco N, Melniker L, Ball CG, Gargani L, Gherdovich C, Kirkpatrick AW. Simple, almost anywhere, with almost anyone: remote low-cost teleradology resuscitative lung ultrasound. *J Trauma*. 2011 Dec;71(6):1528-35. doi: 10.1097/TA.0b013e318232cca7. Review. PubMed PMID: 22182864.

18. Birati E, Roth A. Telecardiology. *Isr Med Assoc J*. 2011 Aug;13(8):498-503. Review. PubMed PMID: 21910377.

19. Andrade MV, Maia AC, Cardoso CS, Alkmim MB, Ribeiro AL. Cost-benefit of the telecardiology service in the state of Minas Gerais:

Minas Telecardio Project. *Arq Bras Cardiol*. 2011 Oct;97(4):307-16. Epub 2011 Jul 29. English, Portuguese. PubMed PMID: 21808852.

20. Sutherland JE, Sutphin D, Redican K, Rawlins F. Telesonography: foundations and future directions. *J Ultrasound Med*. 2011 Apr;30(4):517-22. Review. PubMed PMID: 21460152.

21. Backman W, Bendel D, Rakhit R. The telecardiology revolution: improving the management of cardiac disease in primary care. *J R Soc Med*. 2010 Nov;103(11):442-6. doi: 10.1258/jrsm.2010.100301. Epub 2010 Oct 19. Review. PubMed PMID: 20959351; PubMed Central PMCID: PMC2966883.

22. Ekeland AG, Bowes A, Flottorp S. Effectiveness of telemedicine: a systematic review of reviews. *Int J Med Inform*. 2010 Nov;79(11):736-71. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2010.08.006. Review. PubMed PMID: 20884286.

23. Hsieh JC, Lo HC. The clinical application of a PACS-dependent 12-lead ECG and image information system in E-medicine and telemedicine. *J Digit Imaging*. 2010 Aug;23(4):501-13. doi: 10.1007/s10278-009-9231-7. Epub 2009 Aug 27. PubMed PMID: 19711129; PubMed Central PMCID: PMC3046657.

24. Phabphal K, Hirunpatch S. The effectiveness of low-cost teleconsultation for emergency head computer tomography in patients with suspected stroke. *J Telemed Telecare*. 2008;14(8):439-42. doi: 10.1258/jtt.2008.080603. PubMed PMID: 19047455.

25. Hailey D, Ohinmaa A, Roine R. Published evidence on the success of telecardiology: a mixed record. *J Telemed Telecare*. 2004;10 Suppl 1:36-8. Review. PubMed PMID: 15603604.

26. Bassignani MJ, Dwyer SJ 3rd, Ciambotti JM, Olazagasti JM, Moran R, Moynihan S, Weaver AC, Snyder AM. Review of technology: planning for the development of telesonography. *J Digit Imaging*. 2004 Mar;17(1):18-27. Review. PubMed PMID: 15255515; PubMed Central PMCID: PMC3043960.

27. Whitten PS, Mair FS, Haycox A, May CR, Williams TL, Hellmich S. Systematic review of cost effectiveness studies of telemedicine interventions. *BMJ*. 2002 Jun 15;324(7351):1434-7. Review. PubMed PMID: 12065269; PubMed Central PMCID: PMC115857.

28. Hailey D, Roine R, Ohinmaa A. Systematic review of evidence for the benefits of telemedicine.

J Telemed Telecare. 2002;8 Suppl 1:1-30. Review. PubMed PMID: 12020415.

29. Brunetti ND, Amodio G, De Gennaro L, Dellegrottaglie G, Pellegrino PL, Di Biase M, et al. Telecardiology applied to a region-wide public emergency health-care service. *J Thromb Thrombolysis*. Netherlands; 2009 Jul;28(1):23–30.

30. Norum J, Bergmo TS, Holdo B, Johansen M V, Vold IN, Sjaang EE, et al. A tele-obstetric broadband service including ultrasound, videoconferencing and cardiotocogram. A high cost and a low volume of patients. *J Telemed Telecare*. England; 2007;13(4):180–4.

31. Chan FY. Fetal tele-ultrasound and teletherapy. *J Telemed Telecare*. 2007; 13:167–71.

32. Dowie R, Mistry H, Young T a, Franklin RCG, Gardiner HM. Cost implications of introducing a telecardiology service to support fetal ultrasound screening. *J Telemed Telecare*. 2008; 14:421–6.

33. Magann EF, McKelvey SS, Hitt WC, Smith M V, Azam G a, Lowery CL. The use of telemedicine in obstetrics: a review of the literature. *Obstet Gynecol Surv*. 2011;66(3):170–8.

34. Arbeille P, Fornage B, Boucher a., Ruiz J, Georgescu M, Blouin J, et al. Telesonography: Virtual 3D image processing of remotely acquired abdominal, vascular, and fetal sonograms. *J Clin Ultrasound* [Internet]. 2014;42(2):67–73. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/jcu.22093>.

35. Adriaanse BME, Tromp CHN, Simpson JM, Van Mieghem T, Kist WJ, Kuik DJ, et al. Interobserver agreement in detailed prenatal diagnosis of congenital heart disease by telemedicine using four-dimensional ultrasound with spatiotemporal image correlation. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2012;39(May 2011):203–9.

36. Kari B, Mester AR, Györfi Z, Mihalik B, Hegyi Z, Tarjan Z, et al. Clinical evaluation of multi-modality image archival and communication system in combination of WEB based teleradiology. *Int Congr Ser*. 2005; 1281:974–9.

37. Lefere P, Silva C, Gryspeerdt S, Rodrigues A, Vasconcelos R, Teixeira R, et al. Teleradiology based CT colonography to screen a population group of a remote island; At average risk for colorectal cancer. *Eur J Radiol* [Internet]. Elsevier Ireland Ltd; 2013;82(6):e262–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2013.02.010>.

38. Brunetti ND, De Gennaro L, Amodio G, Dellegrottaglie G, Pellegrino PL, Di Biase M, et al. Telecardiology improves quality of diagnosis and reduces delay to treatment in elderly patients with acute myocardial infarction and atypical presentation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. England; 2010 Dec;17(6):615–20.

39. Gagnon MP, Duplantie J, Fortin JP, and Landry R. Exploring the effects of telehealth on medical human resources supply: a qualitative case study in remote regions. *BMC Health Serv Res*. 2007; 7: 6.

40. Galván P, Velázquez M, Benítez G, Ortellado J, Rivas R, Barrios A, Hilario E. Impact on public health of the telediagnosis system implemented in Paraguay. *Rev Panam Salud Pública*. 2017; 41:e74.

41. Sabbatini RME, Maceratini R. Telemedicina: A Nova Revolução. *Revista Informática*. 1994;1(6):5-9.

Galván P, Cabral MB, Cane V. Implementación de un sistema de telemedicina (Telesalud) en el Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud. *Mem Inst Invest Cienc Salud*. 2008; 4(1): 20–7.

Declaración de responsabilidad: Se declarar que todos los autores han participado en la construcción y elaboración del trabajo y Detallar las responsabilidades de cada autor en la realización del artículo.

Pedro GALVAN: responsable de la conceptualización, investigación, redacción y correcciones.

José Ortellado: responsable de la conceptualización y redacción.

María Teresa Barán: responsable de la redacción y supervisión de la investigación.

Gualberto Benitez: responsable del análisis de datos.

Santiago Servín: responsable de la base de datos y análisis estadístico.

Enrique Hilario: responsable de la evaluación de resultados, corrección y control de calidad.

Financiación: NO habido ningún tipo de financiamiento.

Conflicto de interés: Los autores declaran que no hay ningún conflicto de interés con respecto a esta investigación, autoría o publicación de este artículo.

Cómo citar este artículo GALVAN P, Ortellado J, Barán M T, Benitez G, Servín S, Hilario E. Red Nacional de Telesalud para Centros Asistenciales de Salud del Paraguay. Latin Am J telehealth, Belo Horizonte, 2024; 11 (3): 239-247. ISSN: 2175-2990.

Unifesp Digital Health Center: Healthcare and Management Innovations for the digital transformation of SUS

Maria Elisabete Salvador Graziosi	Escola Paulista de Medicina - Universidade Federal de São Paulo, Docente do epartamento de Informática em Saúde, Doutora em Medicina. Correo electrónico: elisabete.salvador@unifesp.br
Luciana Togni de Lima e Silva Surjus	Universidade Federal de São Paulo, Docente do Departamento de Políticas Públicas e Saúde Coletiva, Doutora em Saúde Coletiva. Correo electrónico: luciana.surjus@unifesp.br
Maria Elizete Kunkel	Instituto de Ciência e Tecnologia - Universidade Federal de São Paulo, Docente do aboratório d Órtese e Prótese 3D, Doutora em Biomecânica. Correo electrónico: Elizete.kunkel@unifesp.br
Maria Cristina Gabrielloni	Escola Paulista de Enfermagem - Universidade Federal de São Paulo, Docente do Departamento de Enfermagem na Saúde da Mulher, Doutora em Enfermagem. Correo electrónico: gabrielloni@unifesp.br
Renata Rangel Azevedo	Escola Paulista de Medicina - Universidade Federal de São Paulo, Docente do Departamento de Fonoaudiologia, Doutora em Distúrbios da Comunicação Humana (Fonoaudiologia). Correo electrónico: renata.azevedo@unifesp.br
Thiago da Silva Domingos	Escola Paulista de Enfermagem - Universidade Federal de São Paulo, Docente do Departamento de Enfermagem Clínica e Cirúrgica, Doutor em Enfermagem. Correo electrónico: t.domingos@unifesp.br
Claudia Fegadolli	Autor de correspondencia: Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas - Universidade Federal de São Paulo, Docente do Departamento de Ciências Farmacêuticas, Pós Doutora em Saúde Coletiva. Correo electrónico: cfegadolli@unifesp.br. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-2991-0206

Date of Receipt: 03 de setembro de 2025 | Approval date: 18 de novembro de 2025

Abstract

Objective: To report the experience of structuring the Digital Health Center at the Federal University of São Paulo. **Methods:** This Center was structured based on developing and approving the Care and Management Innovations from a Digital Health Perspective project by the Information and Digital Health Secretary of the Ministry of Health. The areas of activity were defined based on the articulation of groups that were already developing Digital Health actions at the University, guided by the premises of primary care, intersectoral networks, digital technologies, continuing education, and comprehensive care in the Brazilian Unified Health System (SUS), with equity. Municipal diagnoses in the State of São Paulo, carried out in the context of the SUS Digital Program, were considered for service definition and action planning. **Results:** The Center was structured along the following axes: Professional qualification of Digital Health competencies; Strengthening of the Alyne Network; the Psychosocial Care Network; Mental Health Care and Confronting Violence; Provision of Assistive Technology Devices such as Orthoses and Prostheses Using 3D Printing Technology, and Care for the LGBTQIAPN+ Population. **Conclusion:** The Unifesp Digital Health Center establishes itself as a relevant actor in SUS to respond to care gaps, promoting access and qualification of care from a Digital Health perspective.

Key-words: Digital Health, Telehealth, Maternal and Child Health, Mental Health, Violence; Sexual, Gender Minorities, Drug Users, Health of Indigenous Populations, Health of the Rural Population, Assistive Technology.

Resumen

Centro de Salud Digital de la Unifesp: Innovaciones en Asistenciales y Gestión de la Salud para la transformación digital del SUS. **Objetivo:** Relatar la experiencia de estructuración del Centro de Salud Digital de la Universidad Federal de São Paulo. **Métodos:** El Centro fue estructurado a partir de la construcción y aprobación del proyecto Innovaciones Asistenciales y de Gestión en la Perspectiva de la Salud Digital por la Secretaría de Información y Salud Digital del Ministerio da Salud. Las áreas de actuación fueron definidas según la experiencia de grupos que ya desarrollaban acciones de Salud Digital en la Universidad, que desarrollaron la propuesta orientados por las premisas de la equidad, de la atención básica, de las redes intersectoriales, de las tecnologías digitales, de la educación permanente y de la integralidad del cuidado en el Sistema Único de Salud (SUS). Los diagnósticos de los municipios de São Paulo, realizados en el contexto del Programa SUS Digital, fueron considerados para la definición de los servicios y planeamiento de las acciones. **Resultados:** El Centro actúa en las siguientes áreas: Calificación profesional de competencias en Salud Digital; Fortalecimiento de la Red Alyne; Ampliación del Acceso a la Atención Psicosocial; Oferta de dispositivos de Tecnología de Asistencia como órtesis y prótesis mediante tecnología de impresión 3D, Cuidado de la Población LGBTQIAPN+, además de las áreas en desarrollo. **Conclusión:** El Centro Salud Digital Unifesp se establece como un actor relevante en el SUS para responder a vacíos asistenciales, promoviendo acceso y calificación del cuidado en la perspectiva de la Salud Digital.

Palabras clave: Salud Digital, Telesalud, Salud Materno-Infantil, Atención Psicosocial, Violencias; Minorías Sexuales y de Género, Usuarios de Drogas, Salud Indígena, Salud en el campo, Tecnología de Asistencia.

Núcleo de Saúde Digital da Unifesp: Inovações Assistenciais e de Gestão para a transformação digital do SUS

Objetivo: Relatar a experiência de estruturação do Núcleo de Saúde Digital da Universidade Federal de São Paulo. **Métodos:** O Núcleo foi estruturado a partir da construção e aprovação do projeto Inovações Assistenciais e de Gestão na Perspectiva da Saúde Digital pela Secretaria de Informação e Saúde Digital do Ministério da Saúde. As áreas de atuação foram definidas segundo a experiência de grupos que já desenvolviam ações de Saúde Digital na Universidade, que desenvolveram a proposta orientados pelas premissas da equidade, da atenção básica, das redes intersetoriais, das tecnologias digitais, da educação permanente e da integralidade do cuidado no Sistema Único de Saúde (SUS). Os diagnósticos dos municípios paulistas, realizados no contexto do Programa SUS Digital, foram considerados para a definição dos serviços e planejamento das ações. **Resultados:** O Núcleo atua nos seguintes eixos: Qualificação profissional de competências em Saúde Digital; Fortalecimento da Rede Alyné; Ampliação do Acesso à Atenção Psicossocial; Oferta de dispositivos de Tecnologia Assistiva como órteses e próteses usando a tecnologia de impressão 3D, Cuidado da População LGBTQIAPN+, além das áreas em desenvolvimento. **Conclusão:** O Núcleo Saúde Digital Unifesp se estabelece como um ator relevante no SUS para responder a vazios assistenciais, promovendo acesso e qualificação do cuidado na perspectiva da Saúde Digital.

Palavras-chave: Saúde Digital, Telessaúde, Saúde Materno-Infantil, Atenção Psicossocial, Violências; Minorias Sexuais e de Gênero, Usuários de Drogas, Saúde Indígena, Saúde no campo, Tecnologia Assistiva.

INTRODUCTION

The digital transformation of the Brazilian Unified Health System (SUS) has been established as a strategy to enhance the quality of care, expand access, and address health inequalities within the healthcare system. In Brazil, the Digital Health Strategy for Brazil 2020–2028 (ESD28) and the SUS Digital Program promote the integration of technological solutions—such as telehealth, artificial intelligence, wearable devices, system interoperability, and advanced manufacturing applied to healthcare—into care, training, and management practices.^{1,2}

In this context, this article presents the experience of structuring the Digital Health Center of the Federal University of São Paulo (Unifesp Digital Health Center-*Núcleo de Saúde Digital Unifesp*), which aims to implement technological solutions that can contribute to the digital transformation of healthcare and management practices geared towards the needs of SUS.

Unifesp is a multi-campus university, with academic units in Baixada Santista, Diadema, Guarulhos, Osasco, São José dos Campos, and São Paulo, totaling seven campuses. Four are directly involved in the organization of the Center, coordinating resources in the field of health and technology: Baixada Santista, Diadema, São José dos Campos, and São Paulo. Unifesp has a recognized contribution to SUS through the integration of teaching, service, and community in various areas. All campuses involved in the Center have been committed, over decades, to improving actions in the areas of training/continuing education, assistance, and management, and also addressing topics of social interest.³⁻⁵ To these efforts, the incorporation of technologies to improve solutions in the era of digital health is added.

The Unifesp Digital Health Center focuses on implementing digital solutions for areas of SUS that require complex coordination and efforts to improve processes and outcomes. The Center prioritizes areas with gaps in healthcare access and reducing barriers to access for historically

vulnerable populations, such as people with mental health issues, indigenous peoples, rural populations, LGBTQIAPN+ individuals, people experiencing homelessness, drug users, and those affected by violence, as well as those requiring support to reverse unfavorable outcomes, such as pregnant and postpartum women in their family and social context. Professional development of partners to develop competencies in Digital Health has also been defined as essential and urgent, considering the need to prepare professionals to incorporate technological innovations into their practice, ensuring technical quality and adherence to legislation and ethics.

This article shows the development trajectory, areas of activity, technological resources employed, and expected results of the Unifesp Digital Health Center, contributing to the scientific debate on the paths of digital transformation in SUS and its potential to promote inclusion, innovation, and improved quality of healthcare, with equity.

METHOD

This account outlines an institutional, interdisciplinary, and inter-campus initiative in digital health innovation, developed by Unifesp in collaboration with managers, healthcare professionals, and users of the Unified Health System (SUS). The center was established in alignment with the SUS Digital Program and the Digital Health Strategy for Brazil (2020-2028). Its first three-year plan is set to run until October 2027 and has been made possible through a partnership with the Secretariat of Information and Digital Health (SEIDIGI/MS)¹⁻².

The initial areas of focus for the Center were defined according to the following criteria: identification of populations with the greatest barriers to access; experiences of university groups that were already developing telehealth actions or providing support to municipalities and SUS health services; and digital health diagnoses

formulated by municipalities in the state of São Paulo within the context of the SUS Digital Program, which support the development of Municipal Action Plans for Digital Health Transformation. A large number of municipalities in the state of São Paulo listed mental health, the Aline network, and orthopedics/rehabilitation as priority areas for digital transformation, among other areas.⁶ The Center also considered areas not listed in the diagnoses, which are precisely those that remain as gaps in care, compromising access, comprehensiveness, and equity in the health system. In this sense, the digital innovation proposals present in the center's action plan mobilized resources previously organized institutionally to improve the quality of care in specific areas.

To address the structural challenges of SUS, the proposal integrates solutions such as teleconsultations, teleinterconsultations, teleconsulting, tele-education, and telemonitoring, combined with advanced manufacturing, including 3D printing of personalized assistive devices, as a strategy to expand coverage, improve the quality of care, and reduce inequalities in access to healthcare.

The proposal adopts a territorial and participatory approach, involving multiple university campuses and community-based care and support networks from different regions of the State of São Paulo. The actions are structured in the following main dimensions (Figure 1): (1) Strengthening Primary Health Care (PHC); (2) Equity; (3) Intersectorality with strengthening of intersectoral networks; (4) Digital Technologies applied to Care; (5) Support and Continuing Education; and (6) Monitoring and Evaluation in Digital Health.

Figure 1. Guiding dimensions of the actions of the Unifesp Digital Health Center in different regions of the State of São Paulo. Source: the author. São Paulo, 2025.



The technologies used comply with the interoperability and security standards defined by DATASUS and the Ministry of Health. All processes follow the principles of the General Data

Protection Law (LGPD-*Lei Geral de Proteção de Dados*), ensuring confidentiality, informed consent, and respect for user privacy⁷.

The monitoring of the actions is carried out by an interdisciplinary team, composed of health professionals, technology specialists, and administrative staff, as well as researchers. The evaluation is conducted through process and outcome indicators, records in integrated systems, qualitative interviews, and continuous feedback from the teams.

RESULTS

The Unifesp Digital Health Center was established in November 2024. Since then, it has been working on developing actions aimed at implementing technological solutions integrated with the needs of SUS. Based on five priority areas of action, the Center aims to reach municipalities in the state of São Paulo and other states, involving healthcare professionals in training and technical support activities, and thousands of users in care actions mediated by digital technologies. In all areas, the potential of digital tools is observed to expand the reach of health actions, improve the quality of care, and reduce inequalities in access to services, especially for vulnerable populations and/or in areas with limited access to healthcare. Key actions from this perspective include developing competencies in areas such as Digital Health, Maternal and Child Health, Mental Health, care for the LGBTQIAPN+ population, and assistive technology devices like orthotics and prosthetics utilizing 3D printing technology. In addition to these initial focus areas, the center aims to identify and address the needs and priorities of the health system, particularly at the regional level. This involves coordinating institutional resources to implement new initiatives effectively (see Figure 2).

Figure 2. Thematic areas of the Unifesp Digital Health Center. Source: the author. São Paulo, 2025.



Strengthening the Alyne Network

The project focused on strengthening the Alyne Network, an initiative by the Ministry of Health that restructures the former Stork Network to reduce maternal mortality by 25% by 2027^{8,9}. Through digital strategies, it aims to enhance comprehensive care for pregnant women, women in labor, and postpartum women, especially in areas with high rates of maternal and infant morbidity and mortality. The actions include tele-education, telemonitoring of high-risk pregnant women, teleconsultation, tele-interconsultations, and teleconsulting with specialists in obstetrics and neonatology. Additionally, this component involves distance learning courses and training for primary care professionals to improve prenatal care, childbirth management, and postpartum care.

These digital interventions promote greater adherence to prenatal care, increase the early detection of hypertensive syndromes, infections, and other preventable conditions, and develop health education initiatives for both pregnant women and healthcare professionals. The experience also strengthens the role of pregnant women in making decisions about their care, in line with the literature on woman-centered care, and fosters health education actions focused on autonomy and female empowerment.^{10,11}

Expanding access to psychosocial care.

Structured based on the guidelines of the National Mental Health, Alcohol and Other Drugs Policies¹², Indigenous Health, Comprehensive Health of rural, forest and riverside populations, Health of People in Street Situations, and the WHO Comprehensive Mental Health Action Plan 2013-2030¹³, this axis includes situational diagnosis, planning, management, training, assistance, monitoring and evaluation actions, proposing the expansion of services and support for care from: a) Street Clinic Teams, Family Health Teams, Multiprofessional Teams and Violence Prevention Centers, in Primary Health Care; b) Psychosocial Care Centers (CAPS), Emergency Care Units (UPA) and Mobile Emergency Service (SAMU); c) Indigenous Health Teams.

The actions focus on reducing barriers to accessing mental health care, stemming from the need for long journeys to receive care, stigma related to cultural, territorial, and experiential peculiarities and/or situations of risk, targeting people with problems related to the intense and radical use of drugs, communities settled in rural areas, homeless populations, indigenous peoples, and victims of domestic, ethnic-racial, gender-based, and police violence.

The initiative focuses on creating digital content and support tools, while also providing specialists and supervisors. It aims to involve local supporters to enhance the integration of community needs with mental health responses that are emancipatory, territorial, and community-based. The plan includes developing both individual and group care strategies, offered in synchronous and asynchronous formats. Additionally, it involves creating digital maps to identify accessible services, programs, and activities, as well as implementing notification systems via messaging. The initiative will also feature workshops, virtual discussion groups, and mutual support groups, as well as support for managing crises and drug-related issues. Peer support and the implementation of protocols will be essential components of this effort.

The implementation of these strategies is accompanied by the development of scientific research, collaboration with public administrators and organized social movements, and is inspired by national experiences of harm reduction agents working with Indigenous people and those experiencing homelessness^{14,15} the Mental Health Network of the Landless Rural Workers' Movement (*Rede de Saúde Mental do Movimento dos Trabalhadores Rurais sem Terra*)¹⁶ and the Friendship Bench developed and implemented in Zimbabwe.^{17,18}

Assistive technology (orthotics and prosthetics) for physical rehabilitation.

The expansion of care for historically neglected populations, such as people with physical disabilities and women who have undergone mastectomies, is being carried out through the incorporation of digital technologies, such as 3D scanning and 3D printing, for the production of personalized orthoses and prostheses, integrated into rehabilitation care lines within SUS¹⁹. This strategy has been coordinated with partner municipalities and specialized centers, strengthening the provision of personalized and accessible solutions. Among the devices developed, external breast prostheses for transgender women and prostheses and orthoses for children with specific motor needs stand out. The application of these technologies occurs with remote support and systematic monitoring of users, promoting functional rehabilitation, autonomy, and social inclusion.

Support for healthcare teams in providing care focused on the LGBTQIAPN+ population.

The lack of knowledge among healthcare professionals about the needs and specificities of this population hinders care and contributes to the perpetuation of inequalities within SUS. Discussing topics such as mental health, hormone therapy,

sexual and reproductive health rights, as well as vocal training and knowledge of the legal rights of this population, among other topics, ensures better quality in managing fundamental aspects of this population's health by specialized professionals. The actions include teleconsultations, teleconsulting, and tele-education, with the development of educational materials to develop digital competence that can contribute to the humanization of care and the overcoming of institutional barriers affecting the LGBTQIAPN+²⁰ population.

Technical and technological training for Digital Health

The Unifesp Digital Health Center acknowledges that the digital transformation of SUS necessitates trained professionals who can effectively integrate and utilize digital technologies in an ethical, safe, responsible, and efficient manner. In this regard, training programs have been developed at different levels, ranging from awareness-raising to advanced technical training. In collaboration with the UNA-SUS System, the training strategies include self-paced courses, hybrid workshops and mentoring, training processes based on active methodologies, and learning based on real problems in healthcare territories and services. The content covers topics such as Digital Health, ethics and data security, data and system integration and interoperability, applied telehealth, artificial intelligence in healthcare, and user experience. The training in digital skills for Primary Health Care professionals is highlighted to strengthen the critical use of technologies in longitudinal monitoring and care coordination. Training was also structured to improve decision-making based on Health Data Science and the implementation of digital transformation projects in local communities. Available throughout the country, this training contributes to the democratization of knowledge in Digital Health.

DISCUSSION AND FUTURE PERSPECTIVES

The reported experience indicates the transformative potential of Digital Health as a structuring axis for requalifying healthcare within the Unified Health System (SUS). By integrating technological innovations, training strategies, and intersectoral practices, the Unifesp Digital Health Center contributes concretely to expanding access, personalizing care, and strengthening care networks—especially for vulnerable populations and in areas with limited access to healthcare^{10,21,22}.

The proposed technological solutions align directly with the guidelines of the Digital Health Strategy for Brazil 2020–2028¹ and the SUS Digital Program². These policies propose the integration of digital technologies into health information governance, professional training, and clinical care, with a focus on system interoperability and the ethical use of data⁷.

In the field of maternal and child health, digital interventions converge with the global goals of reducing maternal mortality outlined in the Sustainable Development Goals, especially target 3.1 of the 2030 Agenda²³. The literature indicates that approximately 90% of maternal deaths could be prevented with quality prenatal care, coordinated networks, and effective clinical surveillance^{24,25}. The incorporation of tools such as telemonitoring, teleconsultation, and virtual discussion groups strengthens these dimensions, bringing pregnant women closer to timely and safe care.

In the area of mental health, the project follows the guidelines of the World Health Organization (WHO) for strengthening community-based and non-medicalized care, as proposed in the Comprehensive Mental Health Action Plan 2013–2030¹³ and the report *Transforming Mental Health for All*²⁷. The creation of remote support strategies, tele-guidance, and the use of digital territorial maps favors overcoming the exclusively biomedical and psychiatric logic, promoting a more comprehensive and person-centered approach²⁸.

The use of personalized assistive technology devices created through 3D printing aligns with the user-centered rehabilitation concept promoted by the WHO and various technological innovation initiatives in healthcare. The experience gained by the Unifesp group demonstrates that it is possible to integrate advanced technologies into the Brazilian public health system (SUS) in an accessible and scalable manner. This approach has a significant positive impact on functionality, autonomy, and social inclusion, particularly for children and adolescents with disabilities^{19,29,30}.

The projects developed at Unifesp demonstrate high potential for promoting equity in care for the LGBTQIAPN+ population, by enabling access to personalized assistive devices — such as external breast prostheses for transgender women — produced with advanced manufacturing technologies. This provides an alternative to the challenge of geographical distance from services qualified to offer hormone therapy, as well as supporting primary care teams in improving work processes, aligning technological innovation, humanization, and inclusion within SUS²⁰.

Despite the positive results, the consolidation of Digital Health as a structuring policy of SUS still has challenges. These include regional inequalities in technological infrastructure,

the scarcity of connectivity in vulnerable territories, and the fragmentation of information systems.⁶ The interoperability of data, envisioned in the pillars of SUS Digital, still requires technical, financial, and regulatory efforts, including strict compliance with the General Data Protection Law (LGPD).⁷

It is essential to invest in training professionals with digital skills in healthcare. The literature has emphasized the need to incorporate the development of digital health competencies and skills into undergraduate health curricula and continuing education programs, focusing on critical skills, ethics, security, and techniques for the use of digital technologies²¹.

The collaboration between universities and health services has been strategically important for integrating science, management, and healthcare practice. This partnership enhances localized and participatory innovation, aligning with the principles of the Brazilian Unified Health System (SUS) as well as promoting equity and social participation in health⁴.

Therefore, it is recommended that the initiatives described here be continued and expanded, focusing on impact assessment, evidence production, and strengthening digital governance in healthcare. The advancement of digital transformation in the Brazilian Unified Health System (SUS) requires sustainable policies, adequate funding, and an ethical commitment to the individuals and territories involved.

Inducement policies such as the Education through Work Program (PET)-Health: Digital Health are examples of initiatives that allow the expansion and strengthening of telehealth and Digital Health centers and influence the planning of new actions at the Unifesp Digital Health Center. In dialogue with the “*mais acesso a especialistas*” Program of the Ministry of Health, the Center developed an expansion plan that includes actions in the area of Ophthalmology and support for the originally established areas.

CONCLUSION

Digital Health can be a strategic tool to improve the quality of care, expand access, and promote equity within SUS. Through collaboration between universities, managers, and healthcare professionals, it has been possible to develop and implement innovative solutions that address the concrete needs of vulnerable populations and historically neglected territories.

Challenges include the need for investment in technological infrastructure, system interoperability, and continuous training for healthcare teams, as well as the consolidation of public policies that ensure the sustainability and expansion of Digital Health strategies in the country.

Finally, the role of universities as leading institutions in promoting health innovation is reinforced, acting as bridges between science, service, and society. The continuation and improvement of experiences like this are fundamental for building a more inclusive, efficient, and connected SUS that is responsive to contemporary technological and social transformations.

REFERENCES

1. Ministério da Saúde (Brasil). Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020–2028. Brasília: MS; 2020.
2. Ministério da Saúde (Brasil). Portaria nº 3.232, de 24 de maio de 2024. Institui o Programa SUS Digital. Diário Oficial da União; 2024.
3. Kurka AK, Fegadolli C, Arantes PF, Assumpção RPS. A UNIFESP entre CEUS E Observatórios: espaços participativos de produção de conhecimento e de ação implicados com a realidade social. In: Calderari ES, Felipe JP (orgs.). Novos campi universitários brasileiros: processos e impactos. Editora UNB, 2021.
4. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO. Iniciativas promovidas pela Unifesp são certificadas com Selo ODS. Portal Unifesp, São Paulo, 21 mar. 2025. Disponível em: <https://portal.unifesp.br/destaques/iniciativas-promovidas-pela-unifesp-sao-certificadas-com-selo-ods>. Acesso em: 9 abr. 2025a.
5. Santos AS, Lima V, Oliveira F. Unifesp e redes colaborativas no fortalecimento da atenção básica digital: articulações e desafios. Rev Saúde Coletiva. 2023;33(2):e19024.
6. Saron T. Programa SUS Digital - diagnóstico situacional. 2024. Disponível em: <https://www.cosemssp.org.br/wp-content/uploads/2024/09/Programa-SUS-Digital-%E2%80%93-Diagnostico-Situacional.pdf>. Acesso em 01.02.2025.
7. Brasil. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Diário Oficial da União; 2018.
8. Ministério da Saúde (Brasil). Apresentação da Rede Alyne: nova estratégia para redução da mortalidade materna. Brasília: MS; 2023.
9. Tintori ER, Cavalcante JC, Costa AA. Mortalidade materna no Brasil: análise dos

determinantes evitáveis. *Rev Bras Ginecol Obstet.* 2022;44(5):397-404.

10. Motta M, Moreira M. Desigualdades sociais e vulnerabilidades na assistência pré-natal: reflexões para políticas públicas. *Rev Bras Saúde Mater Infant.* 2021;21(1):115-122.

11. Neri A. Inovação social e práticas colaborativas em Saúde Digital. *Rev Inov SUS.* 2023;12(2):41-56.

12. Brasil. Política Nacional de Saúde Mental, Álcool e outras Drogas. Portaria GM/MS nº 3.588, de 21 de dezembro de 2017.

13. World Health Organization (WHO). Comprehensive Mental Health Action Plan 2013-2030. Geneva: WHO; 2021.

14. Surjus LTLS, Passador LH (Orgs.). Por uma redução de danos decolonial. Santos: Universidade Federal de São Paulo, 2021. ISBN 978-65-87312-19-4

15. Surjus LTLS, Castro JK, Rosário KB (Orgs.). Redução de danos como política decolonial: enfrentamento coletivo e amoroso aos efeitos da guerra às drogas sobre populações em situação de vulnerabilidade. Santos: Universidade Federal de São Paulo, 2024. ISBN 978-65-85919-37-1

16. Coelho, PS. Saúde Mental em tempos de crise: contribuições da luta dos movimentos sociais no enfrentamento aos Sofrimentos Psicossociais. Tese de Doutorado. Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, 2024.

17. Chibanda, D. et al. Effect of a Primary Care-Based Psychological Intervention on Symptoms of Common Mental Disorders in Zimbabwe: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*, v. 316, n. 24, p. 2618-2626, 2016. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2594719>

18. Fernando, S. et al. The Friendship Bench as a brief psychological intervention with peer support in rural Zimbabwean women: a mixed methods pilot evaluation. *Global Mental Health*, v. 8, e31, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/gmh.2021.32> Cambridge University Press & Assessment

19. Kunkel ME, Ganga TAF, Fazan LH, Rodrigues SM, Rorato EK, Nolasco MJ. Mao3D, 10 anos de progressos na manufatura aditiva de próteses mecânicas de membros superiores. In: Kunkel ME, Fontana HB, Lucareli P. (Org.). *Tópicos Interdisciplinares em Biomecânica*. 1ed.

Veranópolis: Diálogo Freiriano, 2024, v. 5, p. 53-83.

20. Baron RM. Práticas clínicas trans-centradas e cuidado com pessoas transmasculinas em hormonioterapia. *Rev Interface.* 2023;27:e230144.

21. Frenk J, Chen L, Bhutta ZA, et al. Health professionals for a new century: transforming education to strengthen health systems. *Lancet.* 2010;376(9756):1923-58.

22. Lima LD, Albuquerque MV, Scatena JHG, Melo ECP, Oliveira EXG, Carvalho MS, et al. Arranjos regionais de governança do Sistema Único de Saúde: diversidade de prestadores e desigualdade espacial na provisão de serviços. *Cad Saúde Pública* 2019; 35 Suppl 2:e00094618.

23. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Relatório de Acompanhamento. Brasília: IPEA; 2019.

24. Costa ML, Oliveira MJC, Lopes R. Atenção pré-natal e causas de óbito materno no Brasil: avanços e desafios. *Rev Med.* 2021;99(2):78-86.

25. Borovac-Pinheiro A, Burke TF. Hemorragia pós-parto como causa de mortalidade materna no Brasil. *Lancet Reg Health Am.* 2021;2:100017.

26. Clement S, Schauman O, Graham T, et al. What is the impact of mental health-related stigma on help-seeking? A systematic review of quantitative and qualitative studies. *Psychol Med.* 2015;45(1):11-27.

27. World Health Organization (WHO). Transforming Mental Health for All. Geneva: WHO; 2022.

28. OPAS. Nova agenda de saúde mental para as Américas: transformação com equidade. Washington, D.C.: Organização Pan-Americana da Saúde; 2023.

29. Leme JC, de Oliveira Spinosa RM, Leal SO, Hirsch ABB, Lodovico A, Stramandinoli-Zanicotti RT, et al. Development of low-cost and personalized external silicone breast prosthesis produced by additive manufacturing for women who have undergone mastectomy: A pilot study. *Clinical Biomechanics.* 2023;110, 106123.

30. Kunkel ME, Araújo ACCPS. Narrative Review on the Application of Additive Manufacturing in the Production of Upper Limb Orthoses. In: Christiane Bertachni Lombelo,

Patricia Aparecida da Ana (Org.). Current Trends in Biomedical Engineering. 1ed. Zurich: Springer, 2023, p. 61-77.

Statement of responsibility: All authors participated in the construction and development of the work. The responsibilities of each author in the preparation of the article are detailed.

Funding: There was no funding.

Conflict of interest: Nothing to declare.

How to cite this article: Fegadolli, C., Graziosi, M. E. S., Surjus, L. T. L. S., Kunkel, M. E., Gabrielloni, M. C., Azevedo, R. R., Domingos, T. S. Unifesp Digital Health Center: Healthcare and Management Innovations for the digital transformation of SUS. Latin Am J telehealth, Belo Horizonte, 2024; 11 (3): 248- 255. ISSN: 2175-2990.

Centro de Salud Digital de la Unifesp: Innovaciones en Asistenciales y Gestión de la Salud para la transformación digital del SUS.

Maria Elisabete Salvador Graziosi	Escola Paulista de Medicina - Universidade Federal de São Paulo, Docente do Departamento de Informática em Saúde, Doutora em Medicina. Correo electrónico: elisabete.salvador@unifesp.br
Luciana Togni de Lima e Silva Surjus	Universidade Federal de São Paulo, Docente do Departamento de Políticas Públicas e Saúde Coletiva, Doutora em Saúde Coletiva. Correo electrónico: luciana.surjus@unifesp.br
Maria Elizete Kunkel	Instituto de Ciência e Tecnologia - Universidade Federal de São Paulo, Docente do Laboratório de Órtese e Prótese 3D, Doutora em Biomecânica. Correo electrónico: Elizete.kunkel@unifesp.br
Maria Cristina Gabrielloni	Escola Paulista de Enfermagem - Universidade Federal de São Paulo, Docente do Departamento de Enfermagem na Saúde da Mulher, Doutora em Enfermagem. Correo electrónico: gabrielloni@unifesp.br
Renata Rangel Azevedo	Escola Paulista de Medicina - Universidade Federal de São Paulo, Docente do Departamento de Fonoaudiologia, Doutora em Distúrbios da Comunicação Humana (Fonoaudiologia). Correo electrónico: renata.azevedo@unifesp.br
Thiago da Silva Domingos	Escola Paulista de Enfermagem - Universidade Federal de São Paulo, Docente do Departamento de Enfermagem Clínica e Cirúrgica, Doutor em Enfermagem. Correo electrónico: t.domingos@unifesp.br
Claudia Fegadolli	Autor de correspondencia: Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas - Universidade Federal de São Paulo, Docente do Departamento de Ciências Farmacêuticas, Pós Doutora em Saúde Coletiva. Correo electrónico: cfegadolli@unifesp.br. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-2991-0206

Fecha de recepción: 03 de septiembre de 2025 | Fecha de aprobación: 18 de noviembre de 2025

Resumen

Objetivo: Relatar la experiencia de estructuración del Centro de Salud Digital de la Universidad Federal de São Paulo. **Métodos:** El Centro fue estructurado a partir de la construcción y aprobación del proyecto Innovaciones Asistenciales y de Gestión en la Perspectiva de la Salud Digital por la Secretaría de Información y Salud Digital del Ministerio da Salud. Las áreas de actuación fueron definidas según la experiencia de grupos que ya desarrollaban acciones de Salud Digital en la Universidad, que desarrollaron la propuesta orientados por las premisas de la equidad, de la atención básica, de las redes intersectoriales, de las tecnologías digitales, de la educación permanente y de la integralidad del cuidado en el Sistema Único de Salud (SUS). Los diagnósticos de los municipios de São Paulo, realizados en el contexto del Programa SUS Digital, fueron considerados para la definición de los servicios y planeamiento de las acciones. **Resultados:** El Centro actúa en las siguientes áreas: Calificación profesional de competencias en Salud Digital; Fortalecimiento de la Red Alyné; Ampliación del Acceso a la Atención Psicosocial; Oferta de dispositivos de Tecnología de Asistencia como órtesis y prótesis mediante tecnología de impresión 3D, Cuidado de la Población LGBTQIAPN+, además de las áreas en desarrollo. **Conclusión:** El Centro Salud Digital Unifesp se establece como un actor relevante en el SUS para responder a vacíos asistenciales, promoviendo acceso y calificación del cuidado en la perspectiva de la Salud Digital.

Palabras clave: Salud Digital, Telesalud, Salud Materno-Infantil, Atención Psicosocial, Violencias; Minorías Sexuales y de Género, Usuarios de Drogas, Salud Indígena, Salud en el campo, Tecnología de Asistencia.

Unifesp Digital Health Center: Healthcare and Management Innovations for the digital transformation of SUS

Abstract

Objective: To report the experience of structuring the Digital Health Center at the Federal University of São Paulo. **Methods:** This Center was structured based on developing and approving the Care and Management Innovations from a Digital Health Perspective project by the Information and Digital Health Secretary of the Ministry of Health. The areas of activity were defined based on the articulation of groups that were already developing Digital Health actions at the University, guided by the premises of primary care, intersectoral networks, digital technologies, continuing education, and comprehensive care in the Brazilian Unified Health System (SUS), with equity. Municipal diagnoses in the State of São Paulo, carried out in the context of the SUS Digital Program, were considered for service definition and action planning. **Results:** The Center was structured along the following axes: Professional qualification of Digital Health competencies; Strengthening of the Alyné Network; the Psychosocial Care Network; Mental Health Care and Confronting Violence; Provision of Assistive Technology Devices such as Orthoses and Prostheses Using 3D Printing Technology, and Care for the LGBTQIAPN+ Population. **Conclusion:** The Unifesp Digital Health Center establishes itself as a relevant actor in SUS to respond to care gaps, promoting access and qualification of care from a Digital Health perspective.

Key-words: Digital Health, Telehealth, Maternal and Child Health, Mental Health, Violence; Sexual, Gender Minorities, Drug Users, Health of Indigenous Populations, Health of the Rural Population, Assistive Technology.

Núcleo de Saúde Digital da Unifesp: Inovações Assistenciais e de Gestão para a transformação digital do SUS

Objetivo: Relatar a experiência de estruturação do Núcleo de Saúde Digital da Universidade Federal de São Paulo. **Métodos:** O Núcleo foi estruturado a partir da construção e aprovação do projeto Inovações Assistenciais e de Gestão na Perspectiva da Saúde Digital pela Secretaria de Informação e Saúde Digital do Ministério da Saúde. As áreas de atuação foram definidas segundo a experiência de grupos que já desenvolviam ações de Saúde Digital na Universidade, que desenvolveram a proposta orientados pelas premissas da equidade, da atenção básica, das redes intersectoriais, das tecnologias digitais, da educação permanente e da integralidade do cuidado no Sistema Único de Saúde (SUS). Os diagnósticos dos municípios paulistas, realizados no contexto do Programa SUS Digital, foram considerados para a definição dos serviços e planejamento das ações. **Resultados:** O Núcleo atua nos seguintes eixos: Qualificação profissional de competências em Saúde Digital; Fortalecimento da Rede Alyne; Ampliação do Acesso à Atenção Psicossocial; Oferta de dispositivos de Tecnologia Assistiva como órteses e próteses usando a tecnologia de impressão 3D, Cuidado da População LGBTQIAPN+, além das áreas em desenvolvimento. **Conclusão:** O Núcleo Saúde Digital Unifesp se estabelece como um ator relevante no SUS para responder a vazios assistenciais, promovendo acesso e qualificação do cuidado na perspectiva da Saúde Digital.

Palavras-chave: Saúde Digital, Telessaúde, Saúde Materno-Infantil, Atenção Psicossocial, Violências; Minorias Sexuais e de Gênero, Usuários de Drogas, Saúde Indígena, Saúde no campo, Tecnologia Assistiva.

INTRODUCCIÓN

La transformación digital del Sistema Único de Salud (SUS) se ha establecido como estrategia para calificar el cuidado, ampliar el acceso y enfrentar desigualdades en el sistema de salud. En Brasil, la Estrategia de Salud Digital para Brasil 2020–2028 (ESD28) y el Programa SUS Digital fomentan la integración de soluciones tecnológicas — como telesalud, inteligencia artificial, dispositivos portátiles, interoperabilidad de sistemas y manufactura avanzada aplicada a la salud — a las prácticas asistenciales, formativas y de gestión^{1,2}.

En este contexto, este artículo presenta la experiencia de estructuración del Centro de Salud Digital de la Universidad Federal de São Paulo (Centro de Salud Digital Unifesp), que tiene el objetivo de implementar soluciones tecnológicas que puedan contribuir con la transformación digital de prácticas asistenciales y de gestión dirigidas a las necesidades del SUS.

La Unifesp es una universidad multicampi, con unidades académicas en la Baixada Santista, Diadema, Guarulhos, Osasco, São José dos Campos y São Paulo, totalizando siete *campi*. De estos, cuatro están directamente participando en la organización del Centro, articulando recursos en el campo de la salud y de la tecnología, que son Baixada Santista, Diadema, São José dos Campos y São Paulo. La Unifesp tiene una reconocida contribución para el SUS por la integración enseñanza-servicio-comunidad, en diversas áreas. Todos los campi actuantes en el Centro están comprometidos, a lo largo de décadas, con la calificación de acciones en las áreas de formación/educación permanente, asistencia y gestión, también pautando temas de interés social³⁻⁵. A esto, se agrega el esfuerzo de incorporación de tecnologías para aprimoramiento de las soluciones en la era de la salud digital.

El Centro de Salud Digital Unifesp tiene como foco implementar soluciones digitales para áreas del SUS que demandan articulación compleja de actores y de esfuerzos para la mejora

de procesos y de resultados. Son prioritarios para el Centro los campos de vacío asistencial y la reducción de las barreras de acceso a poblaciones históricamente vulnerables, como las personas con sufrimiento psíquico, pueblos indígenas, población del campo, LGBTQIAPN+, en situación de calle, usuarias de drogas y en situación de violencia, así como aquellas que requieren apoyo para la reversión de resultados desfavorables, como las gestantes y puérperas en su contexto familiar y social. También se definió como esencial y urgente la cualificación profesional de los socios para desarrollar competencias en Salud Digital, considerando la necesidad de preparar a los profesionales para incorporar innovaciones tecnológicas a su práctica, asegurando la calidad técnica y preservando la legislación y la ética.

Este artículo presenta la trayectoria de desarrollo, áreas de actuación, recursos tecnológicos empleados y resultados esperados del Centro de Salud Digital de la Unifesp, contribuyendo al debate científico sobre los caminos de la transformación digital en el SUS y su potencial para promover la inclusión, la innovación y la mejora de la calidad de la atención de salud, con equidad.

MÉTODO

Se trata de un relato de experiencia institucional, interdisciplinar y *intercampi*, de innovación en salud digital, desarrollado por la Unifesp, en articulación con gestores, profesionales de salud y usuarios del SUS. El Centro fue concebido en el marco de las directrices del Programa SUS Digital y de la Estrategia de Salud Digital para Brasil 2020 - 2028, con su primer plano trienal pactado hasta octubre de 2027, lo cual se ha hecho disponible por la colaboración con la Secretaría de Información y Salud Digital - SEIDIGI/MS¹⁻².

Las áreas iniciales de actuación del Centro fueron definidas de acuerdo con los criterios: identificación de poblaciones con mayores barreras de acceso; experiencias de grupos de la Universidad que ya desarrollaban acciones de

telesalud y de apoyo a municipios y servicios de salud del SUS; y diagnósticos de salud digital formulados por municipios paulistas en el contexto del Programa SUS Digital, que subsidian el desarrollo de los Planos Municipales de Acción de Transformación para la Salud Digital. Gran parte de los municipios del Estado de São Paulo listaron la salud mental, la red Alyne y la ortopedia/rehabilitación como áreas prioritarias para la transformación digital, entre otras áreas⁶. El Centro también consideró áreas no listadas en los diagnósticos que son, justamente, las que permanecen como vacíos asistenciales, comprometiéndose el acceso, la integralidad y la equidad en el sistema de salud. En este sentido, las propuestas de innovaciones digitales presentes en el plano de acción del centro movilizaron recursos previamente organizados institucionalmente para la calificación del cuidado en áreas específicas.

Para enfrentar los desafíos estructurales del SUS, la propuesta integra soluciones como teleconsultas, teleinterconsultas, teleconsultoría, teleducación y telemonitoreo, asociadas a la manufactura avanzada, incluyendo la impresión 3D de dispositivos asistenciales personalizados, como estrategia para ampliar la cobertura, calificar el cuidado y reducir desigualdades en el acceso a la salud.

La propuesta adopta un abordaje territorial y participativo, envolviendo múltiples campi universitarios y redes asistenciales y de soporte comunitario de diferentes regiones del Estado de São Paulo. Las acciones son estructuradas en las siguientes dimensiones principales (Figura 1): (1) Fortalecimiento de la Atención Básica a la Salud (ABS); (2) Equidad; (3) Intersectorialidad con fortalecimiento de las redes intersectoriales; (4) Tecnologías Digitales aplicadas al Cuidado; (5) Soporte y Educación Permanente y, (6) Monitoreo y Evaluación en Salud Digital.

Figura 1. Dimensiones orientadoras de las acciones de Centro Salud Digital Unifesp en diferentes regiones del Estado de São Paulo. Fuente: propio autor. São Paulo, 2025.



Las tecnologías utilizadas están en conformidad con los patrones de interoperabilidad y seguridad definidos por el DATASUS y por el Ministerio de la Salud. Todos los procesos siguen los preceptos de la Ley General de Protección de Datos (LGPD), asegurando confidencialidad, consentimiento informado y respeto a la privacidad de los usuarios⁷.

El monitoreo de las acciones es realizado por un equipo interdisciplinario, compuesto por profesionales de salud, de tecnología y del área administrativa, además de investigadores. La evaluación es conducida por medio de indicadores de proceso y resultado, registros en sistemas integrados, entrevistas cualitativas y *feedback* continuo de los equipos.

RESULTADOS

El Centro de Salud Digital Unifesp fue estructurado a partir de noviembre de 2024 y, desde entonces, ha actuado en la elaboración de acciones dirigidas a la implementación de soluciones tecnológicas integradas a las necesidades del SUS. Basado en cinco áreas prioritarias de actuación, el Centro pretende alcanzar municipios del estado de São Paulo y de otros estados, envolviendo profesionales de salud en actividades formativas y de soporte técnico y millares de usuarios en acciones asistenciales mediadas por tecnologías digitales. En todas las áreas, se observa el potencial de las herramientas digitales para ampliar el alcance de las acciones de salud, cualificar el cuidado y reducir iniquidades en el acceso a los servicios, especialmente para poblaciones vulnerables y en áreas con vacíos asistenciales.

Desde esta perspectiva, se destacan acciones clave para el desarrollo de Competencias en Salud Digital; Salud Materno-infantil, Salud Mental, Atención a la Población LGBTQIAPN+ y Dispositivos de Tecnología de Asistencia, como órtesis y prótesis mediante impresión 3D. Además de las áreas definidas inicialmente, el equipo central trabaja para identificar y abordar las necesidades y prioridades del sistema de salud, especialmente a nivel regional, con la correspondiente coordinación de recursos institucionales para la implementación de nuevas acciones (Figura 2).

Figura 2. Áreas temáticas del Centro Salud Digital Unifesp. Fuente: propio autor. São Paulo, 2025.



Fortalecimiento de la Red Alyne

El proyecto priorizó el fortalecimiento de la Red Alyne, una iniciativa del Ministerio de Salud que reestructura la antigua Red Cigüeña con el objetivo de reducir la mortalidad materna en un 25% para 2027.^{8,9} A través de estrategias digitales, busca mejorar la atención integral a las mujeres embarazadas, parturientas y puérperas, especialmente en territorios con altas tasas de morbilidad y mortalidad materna e infantil. Las acciones incluyen teleeducación, telemonitoreo de embarazos de alto riesgo, teleconsulta, teleinterconsultas y teleconsultoría con especialistas en obstetricia y neonatología. Además, el eje incluye cursos de educación a distancia y capacitación para profesionales de atención primaria, orientados a mejorar la atención prenatal, la atención del parto y la atención posparto.

Estas intervenciones digitales buscan promover una mayor adherencia a la atención prenatal, aumentar la detección temprana de síndromes hipertensivos, infecciones y otras afecciones prevenibles, y desarrollar acciones de educación para la salud tanto para embarazadas como para profesionales de la salud. La experiencia también fortalece el protagonismo de las embarazadas en la toma de decisiones sobre su atención, en consonancia con la literatura sobre atención centrada en la mujer, además de promover acciones de educación para la salud dirigidas a la autonomía y el empoderamiento femenino.^{10,11}

Ampliación del acceso a la Atención Psicosocial

Estructurado con base en las directrices de las Políticas Nacionales de Salud Mental, alcohol y otras drogas¹², Salud Indígena, Salud

Integral de las poblaciones del campo, Desde el bosque y las aguas, Salud de las personas sin hogar y en el Plan de Acción Integral de Salud Mental de la OMS 2013 - 2030¹³, esta área incluye acciones de diagnóstico situacional, planeamiento, gestión, formación, asistencia, monitoreo y evaluación, proponiendo la ampliación de las ofertas y el soporte al cuidado a partir de: a) Equipos de Consultorio en la Calle, Equipos de Salud de la Familia, Equipos Multiprofesionales y Núcleos de Prevención a la Violencia, en la Atención Básica en Salud; b) Centros de Atención Psicosocial (CAPS), Unidades de Pronto Atendimiento (UPA) y Servicio Móvil de Urgencia (SAMU); c) Equipos de Salud Indígena.

Las acciones eran para la reducción de las barreras de acceso al cuidado en salud mental, oriundas de necesidades de largas distancias para proveer de cuidado, estigma relacionado a las peculiaridades culturales, territoriales y vivenciales y situaciones de riesgo, destinadas a personas con problemas relacionados al uso intenso y radical de drogas, comunidades asentadas en el campo, poblaciones en situación de calle, pueblos indígenas y víctimas de violencia doméstica, étnico-raciales, de género y policiales.

Dispone del desarrollo de contenido y herramientas digitales de soporte, agregados a la disponibilidad de especialistas y supervisores, contando también con la inclusión de apoyo local busca promover una mayor integración entre las necesidades de estas poblaciones y las respuestas emancipadoras, territoriales y comunitarias en salud mental. Esto incluye el desarrollo de estrategias de atención individual y colectiva, tanto sincrónicas como asincrónicas; la creación y provisión de mapas digitales para identificar servicios, programas y actividades accesibles, con sistemas de notificación por mensajería; talleres virtuales, grupos de apoyo y grupos virtuales de ayuda mutua y conectividad; apoyo para la gestión de situaciones de crisis y exacerbaciones por consumo de drogas; apoyo entre pares; y la implementación de protocolos.

La implementación de las estrategias se acompaña del desarrollo de investigación científica, la coordinación con gestores públicos y movimientos sociales organizados, y se inspira en las experiencias nacionales de los agentes de reducción de daños indígenas y sin hogar^{14,15}, la Red de Salud Mental del Movimiento de Trabajadores Rurales Sin Tierra¹⁶, y el Banco de la Amistad desarrollado e implementado en Zimbabwe^{17,18}.

Tecnología de asistencia (órtesis y prótesis) para rehabilitación física.

La expansión de la atención a poblaciones históricamente desatendidas, como personas con

discapacidades físicas y mujeres que se han sometido a mastectomías, se ha llevado a cabo mediante la incorporación de tecnologías digitales, como el escaneo 3D y la impresión 3D, para la producción de órtesis y prótesis personalizadas, integradas en las vías de atención de rehabilitación dentro del SUS.¹⁹ Esta estrategia se ha coordinado con municipios socios y centros especializados, fortaleciendo la provisión de soluciones personalizadas y accesibles. Entre los dispositivos desarrollados, se destacan las prótesis mamarias externas para mujeres transgénero y las prótesis y órtesis para niños con necesidades motoras específicas. La aplicación de estas tecnologías ocurre con soporte remoto y monitoreo sistemático de los usuarios, promoviendo la rehabilitación funcional, la autonomía y la inclusión social.

Apoyo a equipos de salud que brindan atención a la población LGBTQIAPN+.

El desconocimiento de los profesionales de la salud sobre las necesidades y especificidades de esta población dificulta la atención y contribuye a la perpetuación de las inequidades en el SUS. El debate sobre temas como la salud mental, la terapia hormonal, los derechos en salud sexual y reproductiva, así como la mejora de la comunicación y el conocimiento de los derechos legales de esta población, entre otros, garantiza una mejor calidad en la gestión de aspectos fundamentales de la salud de esta población por parte de profesionales especializados. Las acciones incluyen teleconsultas, teleconsultas y teleeducación, con el desarrollo de materiales educativos para fomentar la competencia digital que contribuya a la humanización de la atención y a la superación de las barreras institucionales que afectan a la población LGBTQIAPN+²⁰.

Formación técnica y tecnológica para la Salud Digital

El Centro de Salud Digital Unifesp reconoce que la transformación digital del SUS exige profesionales capacitados para incorporar y utilizar tecnologías digitales de forma ética, segura, responsable y eficiente. En este sentido, fueron desarrolladas acciones formativas en diferentes niveles, contemplando desde la sensibilización hasta la mejoría técnica avanzado. En articulación al Sistema UNA-SUS, las estrategias formativas incluyen cursos auto instructivos, oficinas y mentorías híbridas, procesos formativos basados en metodologías activas, aprendizaje basado en problemas reales de los territorios y servicios de salud. Los contenidos envuelven temáticas como Salud Digital, ética y seguridad de datos, integración e interoperabilidad de datos y

sistemas, telesalud aplicada, inteligencia artificial en salud y experiencia del usuario.

Se destaca la formación en habilidades digitales para profesionales de atención primaria, con el objetivo de fortalecer el uso crítico de las tecnologías en el seguimiento longitudinal y la coordinación de la atención. También se estructuró un programa de cualificación para mejorar la toma de decisiones basada en la Ciencia de Datos en Salud y la implementación de proyectos de transformación digital en los territorios. Disponible a nivel nacional, esta cualificación contribuye a la democratización del conocimiento en Salud Digital.

DISCUSIÓN Y PERSPECTIVAS FUTURAS

La experiencia reportada indica el potencial transformador de la Salud Digital como área estructuradora para la recalificación de la atención médica en el Sistema Único de Salud (SUS). Al integrar innovaciones tecnológicas, estrategias de capacitación y prácticas intersectoriales, el Centro de Salud Digital de la Unifesp contribuye concretamente a ampliar el acceso, personalizar la atención y fortalecer las redes de atención, especialmente para las poblaciones vulnerables y con brechas en la atención^{10,21,22}.

Las soluciones tecnológicas propuestas se alinean directamente con las directrices de la Estrategia de Salud Digital para Brasil 2020-2028¹ y el Programa SUS Digital². Estas políticas proponen la integración de las tecnologías digitales en la gobernanza de la información sanitaria, la formación profesional y la atención clínica, con énfasis en la interoperabilidad de los sistemas y el uso ético de los datos⁷.

En el ámbito de la salud materno-infantil, las intervenciones digitales convergen con los objetivos globales de reducción de la mortalidad materna previstos en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente la meta 3.1 de la Agenda 2030²³. La literatura indica que aproximadamente el 90 % de las muertes maternas podrían evitarse con atención prenatal de calidad, redes articuladas y una vigilancia clínica eficaz^{24,25}. La incorporación de herramientas como la telemonitorización, la teleconsulta y los grupos de discusión virtuales fortalece estas dimensiones, acercando a las embarazadas a una atención oportuna y segura.

En el ámbito de la salud mental, el proyecto sigue las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para fortalecer la atención comunitaria y no medicalizada, según lo propuesto en el Plan de Acción Integral de Salud Mental 2013-2030¹³ y el informe *Transformando la Salud Mental para Todos*²⁷. La creación de

estrategias de apoyo remoto, la teleorientación y el uso de mapas territoriales digitales favorecen la superación de la lógica exclusivamente biomédica y psiquiátrica, promoviendo un enfoque más integral y centrado en la persona²⁸.

El uso de dispositivos de tecnología asistencial personalizados mediante impresión 3D se alinea con el concepto de rehabilitación centrada en el usuario, promovido por la OMS y por iniciativas de innovación tecnológica en salud. La experiencia acumulada por el grupo Unifesp confirma que es posible incorporar tecnologías avanzadas al SUS (Sistema Único de Salud) de forma accesible y escalable, con un fuerte impacto en la funcionalidad, la autonomía y la inclusión social, especialmente entre niños y adolescentes con discapacidad.^{19,29,30}

Los proyectos desarrollados en la Unifesp demuestran alto potencial para promover la equidad en la atención a la población LGBTQIAPN+, al posibilitar el acceso a dispositivos de asistencia personalizados —como prótesis mamarias externas para mujeres trans— producidos con tecnologías de fabricación avanzadas, una alternativa al desafío de la distancia geográfica de los servicios habilitados para ofrecer terapia hormonal, además de apoyar a los equipos de atención primaria para mejorar los procesos de trabajo, alineando la innovación tecnológica, la humanización y la inclusión en el ámbito del SUS²⁰.

A pesar de los resultados positivos, persisten desafíos para consolidar la Salud Digital como política estructurante del SUS. Entre estos, destacan las desigualdades regionales en infraestructura tecnológica, la escasez de conectividad en territorios vulnerables y la fragmentación de los sistemas de información.⁶ La interoperabilidad de datos, prevista en los pilares del SUS Digital, aún requiere esfuerzos técnicos, financieros y regulatorios, incluyendo el estricto cumplimiento de la Ley General de Protección de Datos (LGPD).⁷

Además, es fundamental invertir en la formación de profesionales con competencias en salud digital. La literatura ha enfatizado la necesidad de incorporar la formación en competencias y habilidades de salud digital en los planes de estudio de grado en salud y en los programas de educación continua, centrándose en habilidades críticas, ética, seguridad y técnicas para el uso de las tecnologías digitales²¹.

En términos institucionales, la articulación entre universidades y servicios de salud ha demostrado ser estratégica para integrar la ciencia, la gestión y la práctica asistencial. Esta tríada fortalece la innovación territorializada y participativa, en consonancia con los principios del SUS (Sistema Único de Salud) y con las directrices de equidad y participación social en salud.⁴

Por lo tanto, se recomienda la continuación y expansión de las iniciativas aquí descritas, con énfasis en la evaluación de impacto, la generación de evidencia y el fortalecimiento de la gobernanza digital en salud. Impulsar la transformación digital en el Sistema Único de Salud (SUS) brasileño requiere políticas sostenibles, financiación adecuada y un compromiso ético con las personas y los territorios involucrados.

Políticas de incentivos como el Programa de Educación por el Trabajo (PET)-Salud: Salud Digital son ejemplos de iniciativas que pueden permitir la expansión y el fortalecimiento de los centros de telesalud y salud digital, y han influido en la planificación de nuevas acciones en el Centro de Salud Digital de la Unifesp. En colaboración con el Programa "Más Acceso a Especialistas" del Ministerio de Salud, el Centro desarrolló un plan de expansión que incluye acciones en el área de Oftalmología y apoyo a las áreas establecidas inicialmente.

CONCLUSIÓN

La Salud Digital puede ser una herramienta estratégica para mejorar la atención, ampliar el acceso y promover la equidad en el Sistema Único de Salud (SUS) de Brasil. Gracias a la colaboración entre universidades, gestores y profesionales de la salud, ha sido posible desarrollar e implementar soluciones innovadoras que atienden las necesidades concretas de poblaciones vulnerables y territorios históricamente desatendidos.

Los desafíos incluyen la necesidad de inversiones en infraestructura tecnológica, interoperabilidad de sistemas y capacitación continua de equipos, así como la consolidación de políticas públicas que garanticen la sostenibilidad y la expansión de las estrategias de Salud Digital en el país.

Finalmente, se refuerza el papel de las universidades como instituciones líderes en la promoción de la innovación en salud, actuando como puentes entre la ciencia, los servicios y la sociedad. La continuidad y la mejora de experiencias como esta son fundamentales para construir un SUS más inclusivo, eficiente y conectado que refleje las transformaciones tecnológicas y sociales contemporáneas.

REFERENCIAS

1. Ministério da Saúde (Brasil). Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020–2028. Brasília: MS; 2020.

2. Ministério da Saúde (Brasil). Portaria nº 3.232, de 24 de maio de 2024. Institui o Programa SUS Digital. Diário Oficial da União; 2024.
3. Kurka AK, Fegadolli C, Arantes PF, Assumpção RPS. A UNIFESP entre CEUS E Observatórios: espaços participativos de produção de conhecimento e de ação implicados com a realidade social. In: Calderari ES, Felipe JP (orgs.). Novos campi universitários brasileiros: processos e impactos. Editora UNB, 2021.
4. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO. Iniciativas promovidas pela Unifesp são certificadas com Selo ODS. Portal Unifesp, São Paulo, 21 mar. 2025. Disponível em: <https://portal.unifesp.br/destaques/iniciativas-promovidas-pela-unifesp-sao-certificadas-com-selo-ods>. Acesso em: 9 abr. 2025a.
5. Santos AS, Lima V, Oliveira F. Unifesp e redes colaborativas no fortalecimento da atenção básica digital: articulações e desafios. Rev Saúde Coletiva. 2023;33(2):e19024.
6. Saron T. Programa SUS Digital - diagnóstico situacional. 2024. Disponível em: <https://www.cosemssp.org.br/wp-content/uploads/2024/09/Programa-SUS-Digital-%E2%80%93-Diagnostico-Situacional.pdf>. Acesso em 01.02.2025.
7. Brasil. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Diário Oficial da União; 2018.
8. Ministério da Saúde (Brasil). Apresentação da Rede Alyne: nova estratégia para redução da mortalidade materna. Brasília: MS; 2023.
9. Tintori ER, Cavalcante JC, Costa AA. Mortalidade materna no Brasil: análise dos determinantes evitáveis. Rev Bras Ginecol Obstet. 2022;44(5):397-404.
10. Motta M, Moreira M. Desigualdades sociais e vulnerabilidades na assistência pré-natal: reflexões para políticas públicas. Rev Bras Saúde Mater Infant. 2021;21(1):115–122.
11. Neri A. Inovação social e práticas colaborativas em Saúde Digital. Rev Inov SUS. 2023;12(2):41-56.
12. Brasil. Política Nacional de Saúde Mental, Álcool e outras Drogas. Portaria GM/MS nº 3.588, de 21 de dezembro de 2017.
13. World Health Organization (WHO). Comprehensive Mental Health Action Plan 2013–2030. Geneva: WHO; 2021.
14. Surjus LTLS, Passador LH (Orgs.). Por uma redução de danos decolonial. Santos: Universidade Federal de São Paulo, 2021. ISBN 978-65-87312-19-4
15. Surjus LTLS, Castro JK, Rosário KB (Orgs.). Redução de danos como política decolonial: enfrentamento coletivo e amoroso aos efeitos da guerra às drogas sobre populações em situação de vulnerabilidade. Santos: Universidade Federal de São Paulo, 2024. ISBN 978-65-85919-37-1
16. Coelho, PS. Saúde Mental em tempos de crise: contribuições da luta dos movimentos sociais no enfrentamento aos Sofrimentos Psicossociais. Tese de Doutorado. Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, 2024.
17. Chibanda, D. et al. Effect of a Primary Care–Based Psychological Intervention on Symptoms of Common Mental Disorders in Zimbabwe: A Randomized Clinical Trial. JAMA, v. 316, n. 24, p. 2618–2626, 2016. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2594719>
18. Fernando, S. et al. The Friendship Bench as a brief psychological intervention with peer support in rural Zimbabwean women: a mixed methods pilot evaluation. Global Mental Health, v. 8, e31, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/gmh.2021.32> Cambridge University Press & Assessment
19. Kunkel ME, Ganga TAF, Fazan LH, Rodrigues SM, Rorato EK, Nolasco MJ. Mao3D, 10 anos de progressos na manufatura aditiva de próteses mecânicas de membros superiores. In: Kunkel ME, Fontana HB, Lucareli P. (Org.). Tópicos Interdisciplinares em Biomecânica. 1ed. Veranópolis: Diálogo Freiriano, 2024, v. 5, p. 53-83.
20. Baron RM. Práticas clínicas trans-centradas e cuidado com pessoas transmasculinas em hormonioterapia. Rev Interface. 2023;27:e230144.
21. Frenk J, Chen L, Bhutta ZA, et al. Health professionals for a new century: transforming education to strengthen health systems. Lancet. 2010;376(9756):1923–58.
22. Lima LD, Albuquerque MV, Scatena JHG, Melo ECP, Oliveira EXG, Carvalho MS, et al.

Arranjos regionais de governança do Sistema Único de Saúde: diversidade de prestadores e desigualdade espacial na provisão de serviços. Cad Saúde Pública 2019; 35 Suppl 2:e00094618.

23. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Relatório de Acompanhamento. Brasília: IPEA; 2019.

24. Costa ML, Oliveira MJC, Lopes R. Atenção pré-natal e causas de óbito materno no Brasil: avanços e desafios. Rev Med. 2021;99(2):78–86.

25. Borovac-Pinheiro A, Burke TF. Hemorragia pós-parto como causa de mortalidade materna no Brasil. Lancet Reg Health Am. 2021;2:100017.

26. Clement S, Schauman O, Graham T, et al. What is the impact of mental health-related stigma on help-seeking? A systematic review of quantitative and qualitative studies. PsycholMed. 2015;45(1):11–27.

27. World Health Organization (WHO). Transforming Mental Health for All. Geneva: WHO; 2022.

28. OPAS. Nova agenda de saúde mental para as Américas: transformação com equidade. Washington, D.C.: Organização Pan-Americana da Saúde; 2023.

29. Leme JC, de Oliveira Spinosa RM, Leal SO, Hirsch ABB, Lodovico A, Stramandinoli-Zanicotti RT, et al. Development of low-cost and personalized external silicone breast prosthesis produced by additive manufacturing for women who have undergone mastectomy: A pilot study. Clinical Biomechanics. 2023;110, 106123.

30. Kunkel ME, Araújo ACCPS. Narrative Review on the Application of Additive Manufacturing in the Production of Upper Limb Orthoses. In: Christiane Bertachni Lombelo, Patricia Aparecida da Ana (Org.). Current Trends in Biomedical Engineering.1ed. Zurich: Springer, 2023, p. 61-77.

Declaración de responsabilidad: Todos los autores participaron en la construcción y elaboración del trabajo. Se detallan las responsabilidades de cada autor en la realización del artículo.

Financiación: No hubo financiamiento.

Conflicto de interés: Nada que declarar.

Cómo citar este artículo: Fegadolli, C., Graziosi, M. E. S., Surjus, L. T. L. S., Kunkel, M. E., Gabrielloni, M. C., Azevedo, R. R., Domingos, T. S. Centro de Salud Digital de la Unifesp: Innovaciones en Asistenciales y Gestión de la Salud para la transformación digital del SUS. Latin Am J telehealth, Belo Horizonte, 2024; 11 (3): 256- 263. ISSN: 2175-2990.

Expanding access and training through Digital Health: a report on the successful experiences of the Acre Telehealth Center.

Mônica de Abreu Morais	SESACRE – Acre Telehealth Center, General Coordinator. Email: monicamor.3@gmail.com
Cirley Maria de Oliveira Lobato	SESACRE – Acre Telehealth Center / UFAC – Federal University of Acre, Telediagnosis Coordinator. Email: cirleylobato@gmail.com
Jessica da Silva Furtado Pereira	SESACRE – Acre Telehealth Center, Regulation Monitor. Email: jfurtado623@gmail.com
Maria do Socorro Holanda	SESACRE – Acre Telehealth Center, Telemedicine Coordinator. Email: socorro.holanda.ac@gmail.com
Osvaldo de Sousa Leal Junior	SESACRE – Acre Telehealth Center / UFAC – Federal University of Acre, Telecare Coordinator. Email: osvaldo.junior@ufac.br
Patricia Satrapa Silva	SESACRE – Acre Telehealth Center, Tele-education Technician. Email: patriciasatrapa@gmail.com
Maria Ramaica Alves Farias	SESACRE – Acre Telehealth Center, Field Monitor. Email: ramaicaalves@gmail.com
Taynana Soares Oliveira Fequis	SESACRE – Acre Telehealth Center, Tele-education Technician. Email: taynanafequis@gmail.com
Vanessa Santos Silva	SESACRE – Acre Telehealth Center, Tele-education Coordinator. Email: silvanessa26@gmail.com
Siham Kassab	SESACRE – Acre Telehealth Center, Field Coordinator. Email: sih.kassab@gmail.com
Rodrigo Pinheiro Silveira	Corresponding Author: SESACRE – Acre Telehealth Center / UFAC – Federal University of Acre, Deputy Coordinator. Email: ropsilveira@gmail.com

Date of receipt: September 11, 2025 | Date of approval: December 9, 2025

Abstract The Acre Telehealth Center was established in 2016, in a partnership between the State Health Secretariat and the Federal University of Acre, and has been gradually implementing Digital Health modalities. **Objective:** to report the successful experiences developed by the Acre Telehealth Center, highlighting the achievements obtained and the challenges faced in each of them. **Experience Report:** four successful experiences are reported – integration with the Federal University in teaching, research, and extension activities; actions in tele-education, with the production of web lectures, web series, and distance learning courses; mediation and monitoring of the PROADI-SUS Project in the development of Telemedicine in the municipalities; and the implementation of telediagnosis in the municipalities. **Conclusion:** Through these experiences, the Acre Telehealth Center has contributed to expanding access and quality of services, reducing waiting lists and costs in Out-of-Home Treatment, and promoting equity and democratization of healthcare. **Key-words:** Digital Health; Telehealth; Primary Health Care; Human Resources Training in Health

Resumen **Ampliando el acceso y la formación por medio de la Salud Digital: relato de experiencias exitosas del Centro de Telesalud de Acre** El Centro de Telesalud de Acre fue fundado en 2016, en colaboración con la Secretaría de Salud del Estado y la Universidad Federal de Acre, y ha implementado gradualmente modalidades de Salud Digital. **Objetivo:** Reportar las experiencias exitosas desarrolladas por el Centro de Telesalud de Acre, destacando los logros obtenidos y los desafíos enfrentados en cada una de ellas. **Informe de Experiencia:** Hubo cuatro experiencias exitosas relacionadas: integración con la Universidad Federal en actividades de docencia, investigación y extensión; acciones de teleeducación, con la producción de conferencias web, series web y cursos a distancia; mediación y seguimiento del Proyecto PROADI-SUS en el desarrollo de la Telemedicina en los municipios; y la implementación del telediagnóstico en los municipios. **Conclusión:** Con estas experiencias, el Centro de Telesalud de Acre ha contribuido a ampliar el acceso y la calidad de los servicios, a reducir las listas de espera y los costos de la atención fuera del hogar, y a la equidad y democratización de la atención médica. **Palabras clave:** Salud Digital; Telesalud; Atención Primaria de Salud; Formación de Recursos Humanos en Salud

Ampliando acesso e formação através da Saúde Digital: um relato das experiências exitosas do Núcleo Telessaúde Acre

O Núcleo Telessaúde Acre foi implantado em 2016, em uma parceria entre Secretaria de Estado da Saúde e Universidade Federal do Acre, e vem implementando gradativamente as modalidades de Saúde Digital. **Objetivo:** relatar as experiências exitosas desenvolvidas pelo Núcleo Telessaúde Acre, destacando as conquistas obtidas e os desafios enfrentados em cada uma delas. **Relato de Experiência:** são relatadas quatro experiências exitosas – integração com a Universidade Federal em ações de ensino, pesquisa e extensão; ações em tele-educação, com a produção de webpalestras, webséries e cursos EaD; mediação e monitoramento do Projeto PROADI-SUS no desenvolvimento de Telemedicina nos municípios; e a implantação do telediagnóstico nos municípios. **Conclusão:** com essas experiências o Núcleo Telessaúde Acre tem contribuído para ampliação do acesso e qualidade dos serviços, para a redução das filas e diminuição dos custos em Tratamento Fora de Domicílio, e na equidade e democratização da atenção à saúde.

Palabras-chave: Saúde Digital; Telessaúde; Atenção Primária à Saúde; Capacitação de Recursos Humanos em Saúde

INTRODUCTION

In the contemporary world, telehealth strategies are an important component of healthcare systems, especially in rural and remote areas. These locations face difficulties accessing specialists and more sophisticated diagnostic methods, which are more readily available in larger cities and near major medical centers. With the advent of the internet at the end of the 20th century and its development at the beginning of the 21st century, these strategies have been gradually incorporated into health services. Following the surge in technological devices, such as tablets and smartphones, and their widespread use during the COVID-19 pandemic, they have contributed to the diversification of services and the development of the field of knowledge and practices known as Digital Health.

In Brazil, the milestone was the development of the Telehealth Brazil Networks Program, the result of the coordination between State Centers in a national program guided by the Ministry of Health. The National Telehealth Brazil Networks Program (*Programa Nacional Telessaúde Brasil*) was established through Ordinance number 35 of 2007, and redefined and expanded through MS Ordinance number 2,546 of 2011^{2,3}. The program enabled the expansion and collaboration among the centers in the various action mechanisms. The Legal Amazon is one of the regions with great potential for development and social benefit from digital health services. Good results have already been achieved in the State of Amazonas, where municipalities located in more remote areas have had access to specialized teleconsultations, reducing isolation and contributing to the continuing education of professionals working there.

In Acre, the Telehealth Center was established in 2016 and has since been providing services with the support of the Ministry of Health and other older centers. Three agreements have already been signed for the maintenance and operation of the Center: the first in 2008, the second in 2017, and the third most recently in 2025. These agreements enabled hiring a specific team for the center and developing actions in the municipalities. The partnership with the Federal

University of Acre (UFAC) was an action that facilitated the implementation and execution of activities. It provided two rooms and a Telehealth Laboratory for projects involving teaching, research, and outreach.

This article aims to report on the successful experiences developed by the Acre Telehealth Center, highlighting the achievements obtained and the challenges faced in each of them. We expected that it would contribute to the exchange of experiences and information, as well as to its improvement. The integration with the University is the first experience highlighted, as it is something original that has yielded good results for the institutions involved. The other experiences chosen were in the areas of tele-education (development of web lectures and distance learning courses), telediagnosis (implementation process in municipalities), and teleconsultation (medication of the PROADI-SUS project with the municipalities of Acre).

Experience Report

The Telehealth Center within the University: integration through teaching, research, and outreach projects

The Acre Telehealth Center was established through a partnership with UFAC (Federal University of Acre) and has operated on the university's premises since its beginning, staffed by three professors from the medical program. This arrangement has facilitated essential collaboration for teaching, research, and outreach activities. The partnership is supported by UFAC's administration, which provides two rooms for the team's work and a laboratory space.

From the outset, the center's activities included internships for medical students. In the pre-pandemic era, interns collaborated in teleconsultation activities. For each request, the internship activity was to create a "mini-review" on the main topic using two updated references. In their responses, the teleconsultants attached the mini-reviews, contributing to the continuing education of the requesting professional. More than 50 mini-reviews were completed, constituting

technical output from the interns and the Telehealth Center.

During the pandemic, all the center's activities were focused on combating Covid-19, with the organization of two initiatives: the "Coronavirus Hotline," designed to answer questions and provide guidance to the population; and "Telemonitoring," designed for the remote monitoring of people who tested positive for the virus, enabling timely in-person care. At the beginning of the pandemic, all teaching activities were suspended, including those of the medical internship program. Due to the need for a workforce to combat the pandemic, the Acre Telehealth Center recruited a team of 200 interns to work via mobile communication devices, with hours spent validating their internship. The Coronavirus Hotline received 8171 calls, and the Telemonitoring program monitored a total of 5593 people. From these experiences a teaching project and two extension projects emerged, institutionalized at the University, with certification for the interns and the production of two experience report articles^{4,5}.

In the post-pandemic period, with the diversification of activities, the role of interns involves assisting in the monitoring and implementation of actions with municipalities, participating in the execution of telediagnosis and tele-education actions, and developing innovative projects, such as podcasts and extension and research projects focusing on Digital Health modalities.

Teaching activities are developed through internships in telehealth modalities. There are rotations for the Internship and Residency in Family and Community Medicine in teleconsultation and telediagnosis. In this way, they experience specialized consultations via telemedicine, gaining knowledge of the services, workflows, and their usefulness in expanding access and continuing education.

In this research, there were three projects: one in the area of telediagnosis and two in the area of telemedicine, involving undergraduate students in the development of scientific initiation sub-projects and undergraduate thesis projects. The first project focuses on electrocardiographic alterations in municipalities in the interior of Acre. This project has produced undergraduate theses related to seven municipalities and one undergraduate research project (PIBIC). The telemedicine projects aim to analyze the sociodemographic characteristics of users served in Psychiatry and Cardiology. These two projects are contributing to the analysis of users, diagnoses, and medical follow-up carried out within this strategy. These projects have already produced four undergraduate theses, and three more are underway on Cardiology, contributing to

adjustments in the flows and management of the program at the municipal level.

Regarding outreach, the Center has already produced two previously mentioned projects in response to the COVID-19 pandemic. Currently, a project is being initiated in conjunction with the Oncology, Dermatology, and Plastic Surgery Leagues, aiming at the early diagnosis of skin cancer cases through teledermatology. To support these actions, the Telehealth Laboratory was recently inaugurated, featuring consulting rooms for telediagnosis and telemedicine, as well as a soundproof room for producing tele-education activities.

These initiatives offer benefits for both core production and medical training. Experience in the field of Digital Health is becoming increasingly important for future healthcare professionals, as it is progressively being integrated into the healthcare system and will soon represent a significant portion of healthcare activities. With the development and improvement of post-pandemic strategies, teleconsultations and other services are already possible, supported by a well-established ethical framework.⁶ It is fundamental that students have the opportunity from the start of their training to develop the necessary skills for the responsible, ethical, and committed use of these technologies to address the needs of the population.

Challenges include teacher training in digital health tools, as they are relatively recent and innovative practices, and teachers do not always have the necessary experience. Deepening research projects, with integration into postgraduate studies, is also a possible and promising path. It will be possible to develop research that can answer more complex questions. Finally, an important challenge is the formal incorporation of Digital Health activities into the undergraduate curricula of health professions.

Web lectures, web series, and distance learning courses: distance education as a tool for training and service qualification.

Tele-education is one of the services offered by the Telehealth Brazil Networks Program (*Programa Telessaúde Brasil Redes*), according to Ordinance number 2546 of October 27, 2011, and aims to develop actions based on regional needs and aligned with the priorities of the national health policy. In Acre, this activity began in May 2017, using the virtual room of the National Research Network (RNP-Rede Nacional de Pesquisa), hosted at UFAC, for the transmission of web lectures. In 2018, the service was interrupted due to the termination of the agreement, and resumed in 2019.

In this new phase, a YouTube channel was created where the webinars began to be broadcast live,

significantly expanding the reach of the initiatives. Currently, the channel has over 9,000 subscribers and more than 530 videos posted. The most innovative and noteworthy presentations have been the web series related to mental health, resulting from partnerships with UFAC (Federal University of Acre) and the Acre Hospital Foundation, entitled “Debate Series on Mental Health and Suicide Prevention,” (*Ciclo de Debates sobre Saúde Mental e Prevenção do Suicídio*) which includes more than 50 video lessons, and “Free Expression,” (*Livrexpressão*) which evokes artistic expressions related to quality of life, with more than 20 live sessions held.

The Center currently has a dedicated team responsible for organizing activities, enabling it to expand its scope and take on new challenges. The structuring and implementation of self-instructional courses has emerged, which enhances training opportunities for healthcare workers. These courses use active and flexible methodologies adapted to the different realities of the different regions.

The first major project of this new phase was the development of the course “Comprehensive Care for People with Autism Spectrum Disorder (ASD) in Primary Care,” (*Cuidado Integral da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista (TEA) na Atenção Primária*), which is in its final stages of development. This course, designed to meet the needs of primary healthcare professionals, has been built collaboratively, with contributions from members of the Center and external specialists with experience in the subject.

Mediation and monitoring in telemedicine: the role of the Acre Telehealth Center within the Proadi-SUS Program of the Albert Einstein Israelite Hospital.

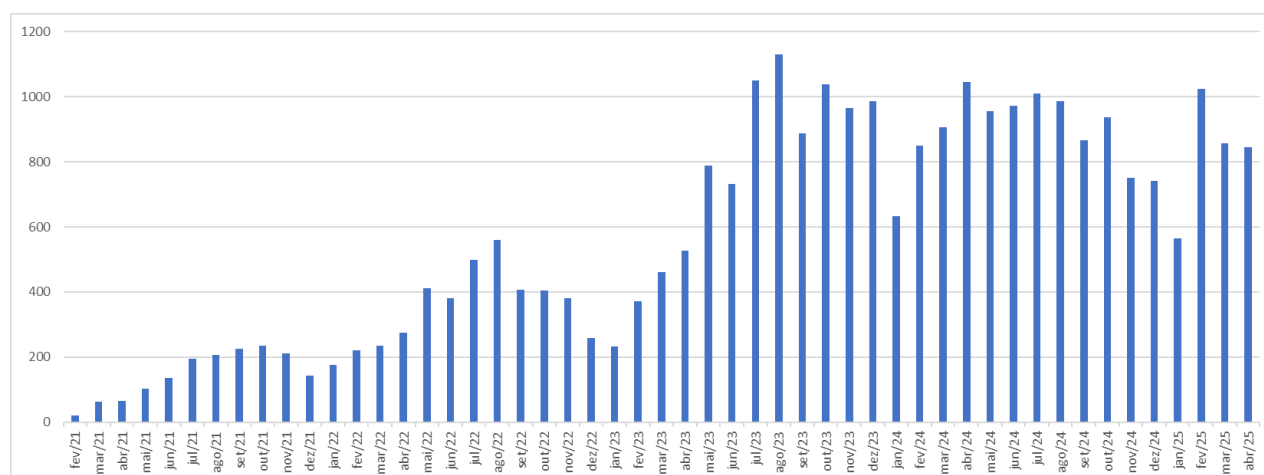
The PROADI-SUS Program of the Albert Einstein Israelite Hospital (HIAE) was implemented in Acre in 2021 in seven municipalities. The project consists of teleconsultation services, which presuppose the presence of the patient and doctor in the municipal offices, and the specialist via video call, enabling direct consultation with the patient, mediated by the local doctor. Currently, 18 municipalities have the program implemented, offering 12 specialties.

The Acre Telehealth Center plays a crucial role in implementing and consolidating telehealth services in various municipalities. This involves ensuring that program participation requirements are met and assisting management in selecting the appropriate primary care unit. The Center is also

responsible for defining the necessary computer equipment and organizing the local medical scheduling. To strengthen the service, the Center's team travels to different municipalities to train doctors, help schedule appointments, identify potential obstacles, and suggest strategies to reduce appointment cancellations. The Center has also developed protocols and workflows for specialties, while collaborating with regulatory bodies to organize and rationalize the use of these specialties, expanding access and ensuring patient priority.

Since 2021, there has been an increase in the number of consultations carried out (Figure 1) with the inclusion of new municipalities and new specialties. By the end of April 2025, 25,638 consultations had been carried out, with the most frequently used specialties being Pediatric Neurology, Psychiatry, and Neurology (Figure 2).

Figure 1. Evolution of the number of Teleconsultations in the State of Acre - 2021 to 2025 - PROADI SUS Hospital Albert Einstein/SESACRE

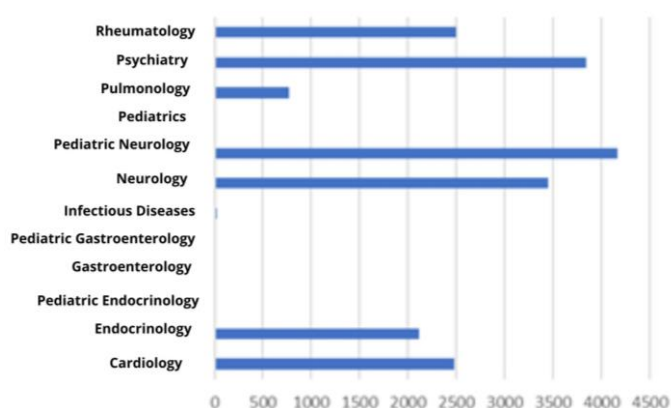


The PROADI-SUS program at HIAE has significantly contributed to the Acre State Health System, particularly in municipalities in the interior, by expanding access to specialists and reducing waiting lists in the state regulatory system. Its use has become routine in services, increasing the autonomy of municipalities, since specialist doctors only work in the capital, Rio Branco, and in regional centers. In addition to these achievements, the program's contribution to reducing the costs of Out-of-State Treatment (TFD-*Tratamento Fora de Domicílio*) is noteworthy. The data generated by the program have great evaluative potential, leading to the creation of new health indicators and new evaluation methods.

Initially, the doctors resisted participating in teleconsultations, claiming that it was not part of their responsibilities in Primary Care. This resistance was gradually overcome through the work of the doctor/professor in training the doctors and in scheduling appointments.

Other challenges on the agenda were high appointment cancellation rates in some municipalities due to factors related to the users' area of residence, who are often residents of rural or riverside areas; inconsistencies in the State Regulation System (SISREG), sometimes resulting in duplicate queues for telemedicine and TFD; and non-acceptance of special reports and prescriptions made through telemedicine.

Figure 2 - Number of Teleconsultations by Specialty - 2021 to 2024 - State of Acre



Expanding access to medical examinations in the State of Acre: implementing teliagnosis initiatives in municipalities.

The Ministry of Health defined Teliagnosis as a service "that uses information and communication technologies to provide diagnostic support services across geographical and temporal distances"³. Different diagnostic tests in the health field can use information and communication technologies, depending on the transmission of medical or radiological signals and images. The main advantage of its use lies in improving access to diagnostic methods, especially in remote locations, reducing travel costs, and increasing the effectiveness of Primary Care.

The implementation of teliagnosis modalities in the Brazilian Unified Health System (SUS) was possible by the National Teliagnosis Offer, which was a cooperation between State Telehealth Centers to perform examinations with remote report issuance for states with a smaller specialized workforce. The first modality

implemented was tele-ECG, followed by tele-dermatology, tele-spirometry, tele-retinography, and tele-stomatology.

In 2017, the tele-ECG service was launched, in which the examination was performed using a portable device that transmits the patient's tracing for analysis by specialists. The report is issued by specialists from the Federal University of Minas Gerais (UFMG) and transmitted within 2 hours. In 2025, Acre became the first state to have the service in 100% of its municipalities, with 53 centers spread across Hospital and Primary Care services, having already performed more than 150,000 examinations.

Tele-ECG has contributed to a health shift in the state, since before its implementation, this examination was only available at the tertiary hospital in the capital. It has been a valuable experience, bringing agility to clinical procedures in urgent cases and reducing public spending, generating estimated savings of around seven million reais.

Teledermatology was implemented in 2021. Currently, 14 municipalities are performing this examination. It is a telediagnosis model where professionals take photos with a cell phone equipped with a dermatoscope and send them for analysis. The report is prepared by specialists from the Santa Catarina Telehealth Center and must be returned within 72 hours. The examination report includes the diagnostic hypothesis and risk classification in colors, as follows: white (no treatment indicated), blue (treatment at the primary health care unit), green (referral to in-person dermatology service), yellow (referral to dermatology service with priority), and red (emergency cases). When the classification is blue, the specialist suggests clinical management to the attending physician.

The objective is to filter and qualify the waiting list for specialist consultations, improve patient access to diagnosis and management of dermatological problems, and contribute to the continuing education of primary health care professionals. In 2023 and 2024, 397 patients were seen, of which 134 (33.7%) were classified as white and blue, and could remain in treatment at the primary health care center. On the other hand, 50 (12.6%) were classified as yellow, requiring priority scheduling at the specialized outpatient clinic.

Table 1. Risk classification of patients treated by the Teledermatology service (STT – UFSC) in 2023 and 2024 in the state of Acre.

Classification	Total	%
White	30	7.6
Blue	104	26.2
Green	212	53.4
Yellow	50	12.6
Red	1	0.2
Total	397	100

Teleretinography was implemented in Acre in 2024. This examination is performed using a fixed or portable retinograph and allows observation and photography of the fundus of the eye, mapping the retina and highlighting the optic nerve, macula, and local vasculature. The examination is the early diagnosis of hypertensive or diabetic retinopathy, and other specific retinal pathologies. It also allows observation and suggestion of problems in other ocular structures, such as cataracts and glaucoma. It has performed 388 examinations, with 60 (15.5%) showing alterations such as those described above.

Telespirometry was implemented in the state in 2022 in partnership with the Minas Gerais Center. This examination allows measuring the patient's lung capacity and assists in the diagnosis of respiratory tract diseases such as asthma, chronic obstructive pulmonary disease, and pulmonary fibrosis. Currently, the examination is available in 5 municipalities in the state of Acre, and 728 examinations have already been performed by the end of 2024.

Tele-stomatology was implemented in Acre in 2024 by the Oral Health Coordination of SESACRE, with the training and registration of 87 dentists from Primary and Hospital Care. Through the platform of the Federal University of Paraíba, they send images and information on clinical cases then forwarded to specialist consultants, who issue a report within 72 hours and assist in the treatment. The objective is to detect oral cancers early and expedite treatment, as well as equip dentists with expertise in dealing with lesions of the oral cavity. In less than a year, 29 cases have already been reported in the state, mostly lesions of the lips and tongue, of which 8.3% are suspected of being malignant neoplasms.

CONCLUSION

The reported experience highlights the contribution of Digital Health activities promoted by the Telehealth Center in the context of healthcare, through the implementation of telediagnosis modalities and the mediation of the teleconsultation program with municipalities in the interior of the country. Furthermore, it plays an important role in the continuing education of professionals working in Primary Care and in the training of future professionals, who then incorporate Digital Health tools into their daily practice.

Since these practices are relatively new within the Brazilian Unified Health System (SUS), only gaining prominence after the COVID-19 pandemic, there are still limitations to their implementation and use. Examples of these limitations include the resistance of some professionals to participating in interconsultations and the low initial uptake of telediagnosis exams. These challenges have been addressed through the constant work of the main team with municipal teams, which are gradually making these tools part of the daily routine of healthcare work. Finally, the implementation of Telehealth in the state of Acre has provided several benefits in healthcare, such as greater speed in accessing specialists and examinations, improved care for patients with chronic diseases, and reduced waiting lists. These actions contribute to decreasing travel time and reducing the financial burden on assisted families. Therefore, the Telehealth Center has contributed to equity and democratization of access to healthcare, bringing services to more remote regions of the state.

REFERENCES

1. Haddad AE, Lima NT. Saúde Digital no Sistema Único de Saúde (SUS). Interface (Botucatu). 2024; 28: e230597. <https://doi.org/10.1590/interface.230597>
2. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria do Ministério da Saúde nº 35 de janeiro de 2007. Brasília: Ministério da Saúde, 2007
3. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.546, de 27 de outubro de 2011. Brasília: Ministério da Saúde, 2011
4. Silveira RP, Leal O, Soares PLS, Cruz LF, Modesto IDM, Batista LMB, et al. Telemonitoramento da Covid-19 com participação de estudantes de medicina: experiência na coordenação do cuidado em Rio Branco, Acre. APS em Revista. 2020;2(2):151-61
5. Silveira RP, Costa JM, França SS, Pereira RCR, Lomonaco LA, Leal Junior OSL. Projeto de ensino como apoio ao telemonitoramento dos casos de Covid-19. Revista Brasileira de Educação Médica. 2021; 45(1):e050
6. Conselho Federal de Medicina - CFM. Código de ética médica: Resolução CFM nº 2.314/2022. Brasília:CFM; 2022

Statement of Responsibility:

The authors declare that all authors participated in the development and preparation of this article, as detailed below:

Rodrigo Pinheiro Silveira – Production coordination, manuscript writing, text review

Mônica de Abreu Moraes – Manuscript writing, text review

Cirley Maria de Oliveira Lobato – Writing of manuscript sections

Jessica da Silva Furtado Pereira – Writing of manuscript sections

Maria do Socorro Holanda – Text review

Osvaldo de Sousa Leal Junior – Text review

Patricia Satrapa Silva – Writing of manuscript sections

Maria Ramaica Alves Farias – Writing of manuscript sections

Taynana Soares Oliveira Fequis – Writing of manuscript sections

Vanessa Santos Silva – Writing of manuscript sections

Siham Kassab – Writing of manuscript sections

Funding:

The authors declare that there was no funding or financial support for the preparation of this article.

Conflict of Interest:

The authors declare that there are no conflicts of interest related to this research, authorship, or publication of this article.

How to Cite This Article:

Silveira RP, Moraes MA, Lobato CMO, Pereira JSF, Holanda MS, Leal Junior OS, Silva PS, Farias MRA, Fequis TSO, Silva VS, Kassab S. Expanding access and training through Digital Health: a report of successful experiences from the Acre Telehealth Center. Latin American Journal of Telehealth. Belo Horizonte; 2024; 11(3):264–271. ISSN: 2175-2990.

Expanding access and training through Digital Health: a report on the successful experiences of the Acre Telehealth Center.

Mônica de Abreu Morais	SESACRE – Núcleo Telessaúde Acre, Coordenadora Geral. Correo electrónico: monicamor.3@gmail.com
Cirley Maria de Oliveira Lobato	SESACRE – Núcleo Telessaúde Acre /UFAC – Universidade Federal do Acre, Coordenadora de Telediagnóstico. Correo electrónico: cirleylobato@gmail.com
Jessica da Silva Furtado Pereira	SESACRE – Núcleo Telessaúde Acre, Monitora de regulação. Correo electrónico: Jfurtado623@gmail.com
Maria do Socorro Holanda	SESACRE – Núcleo Telessaúde Acre, Coordenadora de Telemedicina. Correo electrónico: socorro.holanda.ac@gmail.com
Osvaldo de Sousa Leal Junior	SESACRE – Núcleo Telessaúde Acre /UFAC – Universidade Federal do Acre, Coordenadora de Teletendimento. Correo electrónico: osvaldo.junior@ufac.br
Patrícia Satrapa Silva	SESACRE – Núcleo Telessaúde Acre, Técnica de Tele-educação. Correo electrónico: patriciasatrapa@gmail.com
Maria Ramaica Alves Farias	SESACRE – Núcleo Telessaúde Acre, Monitora de campo. Correo electrónico: Ramaicaalves@gmail.com
Taynana Soares Oliveira Fequis	SESACRE – Núcleo Telessaúde Acre, Técnica de Tele-educação. Correo electrónico: taynanafequis@gmail.com
Vanessa Santos Silva	SESACRE – Núcleo Telessaúde Acre, Coordenadora de Tele-educação. Correo electrónico: Silvanessa26@gmail.com
Siham Kassab	SESACRE – Núcleo Telessaúde Acre, Coordenadora de Campo. Correo electrónico: Sih.kassab@gmail.com
Rodrigo Pinheiro Silveira	Autor de correspondencia: SESACRE – Núcleo Telessaúde Acre / UFAC – Universidade Federal do Acre, Coordenador Adjunto. Correo electrónico: ropsilveira@gmail.com Orcid: 0000-0003-2060-0882

Fecha de recepción: 11 de setembro de 2025| Fecha de aprobación: 09 de dezembro de 2025

Resumen

El Centro de Telesalud de Acre fue fundado en 2016, en colaboración con la Secretaría de Salud del Estado y la Universidad Federal de Acre, y ha implementado gradualmente modalidades de Salud Digital. **Objetivo:** Reportar las experiencias exitosas desarrolladas por el Centro de Telesalud de Acre, destacando los logros obtenidos y los desafíos enfrentados en cada una de ellas. **Informe de Experiencia:** Hubo cuatro experiencias exitosas relatadas: integración con la Universidad Federal en actividades de docencia, investigación y extensión; acciones de teleeducación, con la producción de conferencias web, series web y cursos a distancia; mediación y seguimiento del Proyecto PROADI-SUS en el desarrollo de la Telemedicina en los municipios; y la implementación del telediagnóstico en los municipios. **Conclusión:** Con estas experiencias, el Centro de Telesalud de Acre ha contribuido a ampliar el acceso y la calidad de los servicios, a reducir las listas de espera y los costos de la atención fuera del hogar, y a la equidad y democratización de la atención médica. **Palabras clave:** Salud Digital; Telesalud; Atención Primaria de Salud; Formación de Recursos Humanos en Salud

Abstract

Expanding access and training through Digital Health: a report on the successful experiences of the Acre Telehealth Center. The Acre Telehealth Center was established in 2016, in a partnership between the State Health Secretariat and the Federal University of Acre, and has been gradually implementing Digital Health modalities. **Objective:** to report the successful experiences developed by the Acre Telehealth Center, highlighting the achievements obtained and the challenges faced in each of them. **Experience Report:** four successful experiences are reported – integration with the Federal University in teaching, research, and extension activities; actions in tele-education, with the production of web lectures, web series, and distance learning courses; mediation and monitoring of the PROADI-SUS Project in the development of Telemedicine in the municipalities; and the implementation of telediagnosis in the municipalities. **Conclusion:** Through these experiences, the Acre Telehealth Center has contributed to expanding access and quality of services, reducing waiting lists and costs in Out-of-Home Treatment, and promoting equity and democratization of healthcare. **Key-words:** Digital Health; Telehealth; Primary Health Care; Human Resources Training in Health

Ampliando acceso e formação através da Saúde Digital: um relato das experiências exitosas do Núcleo Telessaúde Acre

O Núcleo Telessaúde Acre foi implantado em 2016, em uma parceria entre Secretaria de Estado da Saúde e Universidade Federal do Acre, e vem implementando gradativamente as modalidades de Saúde Digital. Objetivo: relatar as experiências exitosas desenvolvidas pelo Núcleo Telessaúde Acre, destacando as conquistas obtidas e os desafios enfrentados em cada uma delas. Relato de Experiência: são relatadas quatro experiências exitosas – integração com a Universidade Federal em ações de ensino, pesquisa e extensão; ações em tele-educação, com a produção de webpalestras, webséries e cursos EaD; mediação e monitoramento do Projeto PROADI-SUS no desenvolvimento de Telemedicina nos municípios; e a implantação do telediagnóstico nos municípios. Conclusão: com essas experiências o Núcleo Telessaúde Acre tem contribuído para ampliação do acesso e qualidade dos serviços, para a redução das filas e diminuição dos custos em Tratamento Fora de Domicílio, e na equidade e democratização da atenção à saúde.

Palabras-chave: Saúde Digital; Telessaúde; Atenção Primária à Saúde; Capacitação de Recursos Humanos em Saúde

INTRODUCCIÓN

En el mundo contemporáneo, las estrategias de telesalud han sido un componente importante en los sistemas de salud, especialmente en zonas rurales y remotas. Estas localidades enfrentan dificultades para acceder a especialistas y métodos de diagnóstico más sofisticados, más concentrados en las grandes ciudades y cerca de los grandes centros. Con la llegada de internet a finales del siglo XX y su desarrollo a principios del siglo XXI, estas estrategias se han incorporado gradualmente a los servicios de salud. Tras el aumento de dispositivos tecnológicos, como tabletas y teléfonos inteligentes, y su uso durante la pandemia de la COVID-19, han contribuido a la diversificación de los servicios y a la construcción del campo de conocimientos y prácticas denominado Salud Digital¹.

En Brasil, su comienzo fue con el desarrollo del Programa Redes de Telesalud Brasil, resultado de la coordinación entre los Centros Estatales en un programa nacional liderado por el Ministerio de Salud. El Programa Nacional Redes de Telesalud Brasil se estableció mediante la Ordenanza n.º 35 de 2007 y se redefinió y amplió mediante la Ordenanza del MS n.º 2.546 de 2011^{2,3}. El programa facilitó la expansión y la colaboración entre los centros en los diversos mecanismos de acción. La Amazonia Legal es una de las regiones con gran potencial de desarrollo y beneficio social de los servicios de salud digital. Ya se han logrado buenos resultados en el Estado de Amazonas, donde los municipios ubicados en zonas más remotas han tenido acceso a teleconsultas especializadas, reduciendo el aislamiento y contribuyendo a la formación continua de los profesionales que trabajan allí.

El Centro de Telesalud en Acre fue establecido en 2016 y desde entonces presta servicios con el apoyo del Ministerio de Salud y otros centros más antiguos. Ya se han firmado tres convenios para el mantenimiento y la operación del Centro: el primero en 2008, el segundo en 2017 y el tercero, más recientemente, en 2025. Estos convenios permitieron la contratación de un equipo específico para el centro y el desarrollo de

acciones en los municipios. Una acción que facilitó la implementación y ejecución de las actividades fue la colaboración con la Universidad Federal de Acre (UFAC), que proporcionó dos salas y un Laboratorio de Telesalud para la ejecución de proyectos de docencia, investigación y extensión.

Este artículo tiene el objetivo de informar sobre las experiencias exitosas desarrolladas por el Centro de Telesalud de Acre, destacando los logros obtenidos y los desafíos enfrentados en cada una de ellas. Se espera que esto contribuya al intercambio de experiencias e información, así como a su mejora. La integración con la Universidad es la primera experiencia destacada, ya que se trata de algo original que ha generado buenos resultados para las instituciones involucradas. Las demás experiencias seleccionadas se centraron en las áreas de teleeducación (desarrollo de conferencias web y cursos a distancia), telediagnóstico (proceso de implementación en municipios) y teleconsulta (medicación del proyecto PROADI-SUS con los municipios de Acre).

Relato de experiencia

El Centro de Telesalud dentro de la Universidad: integración a través de proyectos de docencia, investigación y extensión

O Núcleo Telessaúde Acre teve sua criação vinculada à parceria da UFAC e desde a sua implantação funciona nas dependências da instituição, tendo na composição da equipe três docentes do curso de medicina. Esse fato possibilitou a aproximação necessária para o desenvolvimento de ações de ensino, pesquisa e extensão. Esta parceria conta com o apoio da administração da UFAC com a utilização de duas salas destinadas ao trabalho da equipe e um espaço de laboratório.

El Centro de Telesalud de Acre se creó en colaboración con la UFAC (Universidad Federal de Acre) y ha operado en las instalaciones de la institución desde su creación, con un equipo compuesto por tres profesores de la carrera de medicina. Esto ha facilitado la colaboración necesaria para el desarrollo de actividades de docencia, investigación y extensión. Esta colaboración cuenta con el apoyo de la

administración de la UFAC, que proporciona dos salas de trabajo para el equipo y un laboratorio.

Desde o início das ações do núcleo foram previstos estágios de alunos dos cursos de medicina. Na fase pré-pandemia, os estagiários colaboravam nas ações de teleconsultoria. A cada solicitação, a atividade de estágio era fazer uma “mini-revisão” sobre o tema principal a partir de duas referências atualizadas. Nas respostas, os teleconsultores anexavam as mini-revisões, contribuindo para a educação permanente do profissional solicitante. Foram feitas mais de 50 mini-revisões, constituindo produção técnica dos estagiários e do Núcleo Telessaúde.

Desde sus inicios, las actividades del centro incluyeron prácticas para estudiantes de medicina. En la fase prepandemia, los internos colaboraron en actividades de teleconsulta. Para cada solicitud, la actividad consistía en crear una minirevisión sobre el tema principal utilizando dos referencias actualizadas. En sus respuestas, los teleconsultores adjuntaban las minirevisiones, contribuyendo así a la formación continua del profesional solicitante. Se completaron más de 50 minirevisiones, que constituyeron un aporte técnico de los internos y del Centro de Telesalud.

Na pandemia, todas as ações do núcleo se voltaram para o enfrentamento da Covid-19, com a organização de duas ações: o “Disque-coronavírus”, destinado a tirar dúvidas e fazer orientações à população; e o “Telemonitoramento”, destinado ao acompanhamento remoto das pessoas que testaram positivo para o vírus, possibilitando o atendimento presencial em tempo oportuno. No início da pandemia, todas as atividades de ensino foram paralisadas, inclusive as do internato médico. A partir da necessidade de força de trabalho para o enfrentamento à pandemia, o Núcleo Telessaúde Acre recrutou uma equipe de 200 internos para atuação via dispositivos móveis de comunicação, e que pudesse validar carga-horária para o internato. No Disque Coronavírus foram feitos 8171 chamadas e no Telemonitoramento foram acompanhadas no total de 5593 pessoas. Destas experiências emergiram um projeto de ensino e dois projetos de extensão, institucionalizados na Universidade, com certificação dos internos e produção de dois artigos de relatos de experiência^{4,5}.

Durante la pandemia, todas las acciones del centro se centraron en la lucha contra la COVID-19, con la organización de dos iniciativas: la “Línea de Atención sobre el Coronavirus”, diseñada para responder preguntas y brindar orientación a la población; y la “Telemonitorización”, diseñada para el seguimiento remoto de personas con resultado positivo en la prueba del virus, lo que permite una atención presencial oportuna. Al inicio de la

pandemia, se suspendieron todas las actividades docentes, incluidas las del programa de prácticas médicas. Debido a la necesidad de personal para combatir la pandemia, el Centro de Telesalud de Acre reclutó a un equipo de 200 pasantes para trabajar a través de dispositivos móviles, con horas convalidadas para sus prácticas. La Línea de Atención sobre el Coronavirus recibió 8171 llamadas y el programa de Telemonitorización monitoreó a un total de 5593 personas. De estas experiencias surgieron un proyecto docente y dos proyectos de extensión, institucionalizados en la Universidad, con certificación para los pasantes y la elaboración de dos artículos de informe de experiencia.^{4,5}

No período pós pandemia, com a diversificação das ações, a atuação de estagiários acontece no auxílio ao monitoramento e implantação das ações juntos aos municípios, na participação na execução de ações de telediagnóstico e tele-educação, e no desenvolvimento de projetos inovadores, como podcasts e projetos de extensão e pesquisa tendo como objeto as modalidades de Saúde Digital.

En el período pospandemia, con la diversificación de acciones, el papel de los pasantes pasa por auxiliar en el seguimiento e implementación de acciones con municipios, participar en la ejecución de acciones de telediagnóstico y teleeducación, y desarrollar proyectos innovadores, como podcasts y proyectos de extensión e investigación centrados en modalidades de Salud Digital.

As ações de ensino se desenvolvem em estágios nas modalidades de telessaúde. Há rodízios do Internato e da Residência em Medicina de Família e Comunidade em teleinterconsulta e telediagnóstico. Desta forma vivenciam consultas especializadas via telemedicina, tendo conhecimento dos serviços, dos fluxos e de sua utilidade na ampliação de acesso e educação permanente.

Las actividades docentes se desarrollan mediante prácticas en modalidades de telesalud. Se realizan rotaciones para el Internado y la Residencia en Medicina Familiar y Comunitaria en teleconsulta y telediagnóstico. De esta manera, los estudiantes experimentan consultas especializadas por telemedicina, adquiriendo conocimiento sobre los servicios, los flujos de trabajo y su utilidad para ampliar el acceso y la formación continua.

Na pesquisa, se encontram em curso três projetos, sendo um na área de telediagnóstico e dois na área da telemedicina, que envolvem alunos de graduação para o desenvolvimento de subprojetos de iniciação científica e trabalhos de conclusão de curso (TCCs). O primeiro é sobre as alterações eletrocardiográficas nos municípios do interior do Acre. Este projeto produziu TCCs

referentes a sete municípios e uma pesquisa de Iniciação Científica (PIBIC). Os projetos sobre telemedicina têm como objetivo a análise das características sociodemográficas dos usuários atendidos em Psiquiatria e Cardiologia. São dois projetos que estão contribuindo para a análise dos usuários, dos diagnósticos e do acompanhamento médico realizado nessa estratégia. Esses projetos já produziram quatro TTCs e estão em curso mais três sobre a Cardiologia, e estão contribuindo para ajustes nos fluxos e na gestão do programa em nível municipal.

En esta investigación, tres proyectos están actualmente en marcha: uno en el área de telediagnóstico y dos en el área de telemedicina, involucrando a estudiantes de pregrado en el desarrollo de subproyectos de iniciación científica y proyectos de tesis de pregrado. El primer proyecto se centra en alteraciones electrocardiográficas en municipios del interior de Acre. Este proyecto ha producido tesis de pregrado relacionadas con siete municipios y un proyecto de investigación de pregrado (PIBIC). Los proyectos de telemedicina tienen como objetivo analizar las características sociodemográficas de los usuarios atendidos en Psiquiatría y Cardiología. Estos dos proyectos están contribuyendo al análisis de usuarios, diagnósticos y seguimiento médico realizado dentro de esta estrategia. Estos proyectos ya han producido cuatro tesis de pregrado, y tres más están en marcha en Cardiología, contribuyendo a ajustes en los flujos y la gestión del programa a nivel municipal.

Em relação à extensão o Núcleo já produziu dois projetos anteriormente citados, no enfrentamento à pandemia de Covid-19. Atualmente está se iniciando um projeto junto às Ligas de Oncologia e Dermatologia e Cirurgia Plástica, visando o diagnóstico precoce de casos de Câncer de Pele através da teledermatologia. Como apoio a essas ações, foi inaugurado recentemente o Laboratório de Telessaúde que conta com consultórios destinados a telediagnóstico e telemedicina, bem como uma sala com isolamento acústico para produção de ações de tele-educação.

En cuanto a la divulgación, el Centro ya ha implementado dos proyectos, mencionados anteriormente, en respuesta a la pandemia de COVID-19. Actualmente, se está iniciando un proyecto en colaboración con las Ligas de Oncología, Dermatología y Cirugía Plástica, cuyo objetivo es el diagnóstico precoz de casos de cáncer de piel mediante teledermatología. Para apoyar estas acciones, se inauguró recientemente el Laboratorio de Telesalud, que cuenta con consultorios para telediagnóstico y telemedicina, así como una sala insonorizada para la realización de actividades de teleeducación.

Nessas ações há benefícios tanto para a produção do núcleo, como para a formação médica. É cada vez mais importante a vivência na área da Saúde Digital para os futuros profissionais de saúde, pois gradativamente estão sendo incorporados e logo representarão importante proporção nas ações de saúde. Com o desenvolvimento e incremento das ações no pós-pandemia, já é possível a realização de teleconsultas e outras ações, que já encontram seu arcabouço ético desenvolvido⁶. É fundamental que desde o início da formação os estudantes encontrem espaços abertos para o desenvolvimento de competências necessárias ao seu uso responsável, ético e comprometido com as necessidades da população.

Estas acciones ofrecen beneficios tanto para la producción principal como para la formación médica. La experiencia en el campo de la Salud Digital es cada vez más importante para los futuros profesionales de la salud, ya que se está incorporando gradualmente y pronto representará una proporción significativa de las acciones de atención médica. Con el desarrollo y la mejora de las acciones pospandemia, las teleconsultas y otras acciones ya son posibles, con un marco ético desarrollado.⁶ Es fundamental que, desde el inicio de su formación, los estudiantes encuentren espacios abiertos para el desarrollo de las competencias necesarias para su uso responsable, ético y comprometido con la atención a las necesidades de la población.

Los desafíos incluyen la formación del profesorado en herramientas de salud digital, ya que se trata de prácticas relativamente recientes e innovadoras, y los docentes no siempre cuentan con la experiencia necesaria. La profundización de los proyectos de investigación, con su integración en los estudios de posgrado, también es una vía posible y prometedora. En breve, será posible desarrollar investigaciones capaces de responder a preguntas más complejas. Finalmente, un desafío importante es la incorporación formal de acciones de Salud Digital en los planes de estudio de las profesiones sanitarias.

Conferencias web, series web y cursos a distancia: la educación a distancia como herramienta de formación y cualificación para el servicio.

La teleeducación es uno de los servicios ofrecidos por el Programa de Redes de Telesalud Brasil, según la Ordenanza n.º 2546 del 27 de octubre de 2011, y su objetivo es desarrollar acciones basadas en las necesidades regionales y alineadas con las prioridades de la política nacional de salud. En Acre, esta actividad comenzó en mayo de 2017, utilizando la sala virtual de la Red Nacional de Investigación (RNP), ubicada en la UFAC, para la transmisión de

conferencias web. En 2018, el servicio se interrumpió debido a la rescisión del convenio y se reanudó en 2019.

En este nuevo ciclo, se creó un canal de YouTube donde las conferencias web comenzaron a transmitirse en vivo, ampliando significativamente el alcance de las iniciativas. Actualmente, el canal cuenta con más de 9000 suscriptores y más de 530 videos publicados. Las presentaciones más innovadoras y destacadas han sido la serie web sobre salud mental, fruto de la colaboración con la UFAC y la Fundación del Hospital de Acre, titulada “Serie de Debates sobre Salud Mental y Prevención del Suicidio” (*Ciclo de Debates sobre Saúde Mental e Prevenção do Suicídio*), que incluye más de 50 lecciones en video, y “Libre Expresión” (*Livrexpressão*), que evoca expresiones artísticas relacionadas con la calidad de vida, con más de 20 sesiones en vivo.

Actualmente, el Centro cuenta con un equipo dedicado a la organización de actividades, lo que permite ampliar su alcance y asumir nuevos retos. Entre ellos, se destaca la estructuración y puesta en marcha de cursos autoinstructivos, ampliando las posibilidades de formación del personal sanitario mediante metodologías activas y flexibles adaptadas a las diferentes realidades de los territorios.

El primer gran proyecto de esta nueva etapa fue el desarrollo del curso “Atención Integral a Personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA) en Atención Primaria” (*Cuidado Integral da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista (TEA) na Atenção Primária*), que se encuentra en su fase final de desarrollo. Este curso, diseñado para satisfacer las necesidades de los profesionales de atención primaria, se ha desarrollado de forma colaborativa, con la colaboración de miembros del Centro y especialistas externos con experiencia en la materia.

Mediación y acompañamiento en telemedicina: el papel del Centro de Telesalud de Acre dentro del Programa Proadi-SUS del Hospital Israelita Albert Einstein.

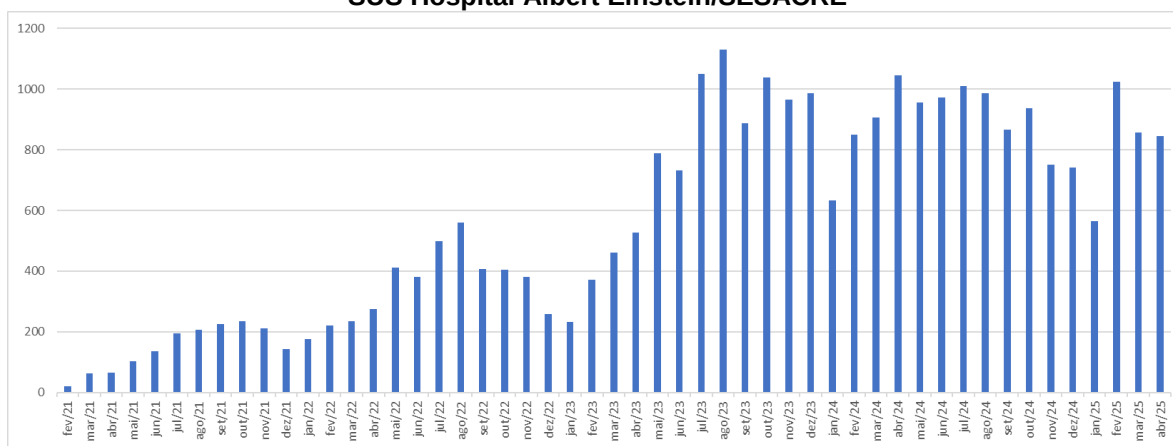
El Programa PROADI-SUS del Hospital Israelita Albert Einstein (HIAE) se implementó en Acre en 2021 en siete municipios. El proyecto consiste en servicios de teleconsulta, que implican la presencia del paciente y el médico en las oficinas municipales, y la atención del especialista mediante videollamada, lo que permite la consulta directa con el paciente, mediada por el médico local. Actualmente, 18 municipios cuentan con el programa, que ofrece 12 especialidades.

El rol del Centro de Telesalud de Acre consistió en mediar la implementación y la consolidación de esta modalidad de atención médica en los municipios, reforzando la necesidad

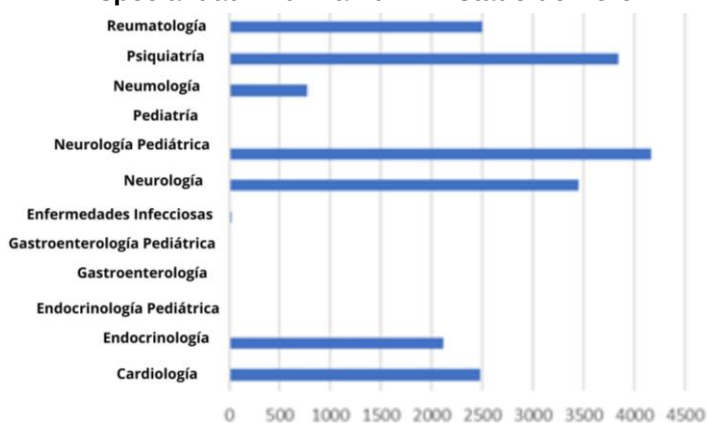
de cumplir con los requisitos de participación del programa, apoyando a la administración en la selección de la unidad de atención primaria, la definición del equipo informático y la organización de la agenda médica local. Para consolidar el servicio, el equipo del Centro viaja a los municipios para capacitar a médicos, asistir en la programación de citas, identificar posibles obstáculos y sugerir estrategias para reducir las tasas de cancelación de citas. El Centro también desarrolló protocolos y flujos de trabajo para las especialidades, trabajando con los organismos reguladores para organizar y racionalizar el uso de las especialidades, ampliando así el acceso y garantizando la prioridad de los pacientes.

Desde 2021 verificou-se o crescimento do número de consultas realizadas (figura 1) com adesão de novos municípios e novas especialidades. Até o final de abril de 2025 foram feitas 25.638 consultas sendo as especialidades mais utilizadas a Neuropediatria, a Psiquiatria e a Neurologia (figura 2).

Desde 2021, ha habido un aumento en el número de consultas realizadas (Figura 1) con la incorporación de nuevos municipios y nuevas especialidades. A finales de abril de 2025, se habían realizado 25.638 consultas, siendo las especialidades más utilizadas Neurología, Pediatría, Psiquiatría y Neurología (Figura 2).

Figura 1. Evolución del número de Teleinterconsultas en el Estado de Acre - 2021 a 2025 - PROADI SUS Hospital Albert Einstein/SESACRE

El programa PROADI-SUS en HIAE ha contribuido significativamente al Sistema de Salud del Estado de Acre, especialmente en los municipios del interior, al ampliar el acceso a especialistas y reducir las listas de espera en el sistema regulador estatal. Su uso se ha vuelto rutinario en los servicios, aumentando la autonomía de los municipios, ya que los médicos especialistas solo operan en la capital, Rio Branco, y en los centros regionales. Además de estos logros, es destacable la contribución del programa a la reducción de los costos del Tratamiento Fuera del Domicilio (TFD). Los datos generados por el programa tienen un gran potencial evaluativo, lo que podría conducir a la creación de nuevos indicadores de salud y nuevos métodos de evaluación.

Figura 2 - Número de Teleinterconsultas por Especialidad - 2021 a 2024 - Estado de Acre

En el inicio de la implementación, los médicos se resistieron a participar en teleconsultas, alegando que no formaban parte de sus responsabilidades en Atención Primaria. Estas resistencias se fueron superando gradualmente gracias a la labor del médico/profesor en la

capacitación de los médicos y la programación de citas.

Otros desafíos permanecen en la agenda, como: las altas tasas de cancelación de citas en algunos municipios, debido a factores relacionados con la zona de residencia de los usuarios, que muchas veces son residentes de zonas rurales o ribereñas; inconsistencias en el Sistema de Regulación Estatal (SISREG), resultando en ocasiones en colas duplicadas para telemedicina y TFD; y la no aceptación de informes especiales y recetas realizadas a través de la telemedicina.

Ampliación del acceso para exámenes en el Estado de Acre: implementación de las acciones de telediagnóstico en los municipios

El telediagnóstico está definido por el Ministerio de Salud, como el servicio “que utiliza como tecnologías de información y comunicación para realizar servicios de ayuda a diagnóstico a través de distancias geográficas y temporales”³. Se pueden utilizar diferentes exámenes de diagnóstico del área de salud para utilizar las tecnologías de información y comunicación, dependiendo de la transmisión de señal e imágenes médicas o radiológicas. La principal ventaja de su utilización es mejorar el acceso a los métodos de diagnóstico, especialmente en lugares distantes, disminuir la seguridad con el desplazamiento y aumentar la resolución de la atención primaria.

La implementación de modalidades de telediagnóstico en el SUS (Sistema Único de Salud) fue posible gracias a la Oferta Nacional de Telediagnóstico, que consistió en la cooperación entre los Centros Estatales de Telesalud para realizar exámenes con emisión de informes a distancia en estados con menor personal especializado. La primera modalidad implementada fue el tele-ECG, seguida de la tele-dermatología, la tele-espirometría, la tele-retinografía y la tele-estomatología.

En 2017, se lanzó el servicio de tele-ECG, en el que el examen se realiza mediante un dispositivo portátil que transmite el análisis del paciente por los especialistas. El informe es emitido por especialistas de la Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG) y se transmite en un plazo de dos horas. En 2025, Acre se convirtió en el primer estado en contar con el servicio en el 100% de sus municipios, con 53 puntos distribuidos entre servicios hospitalarios y de atención primaria, habiendo realizado ya más de 150.000 exámenes.

El tele-ECG ha contribuido a un cambio en la salud en el estado, ya que antes de su implementación, este examen solo estaba disponible en el hospital terciario de la capital. Ha sido una experiencia valiosa, que ha agilizado los procedimientos clínicos en casos urgentes y ha reducido el gasto público, generando un ahorro estimado de alrededor de siete millones de reales.

La teledermatología se implementó en 2021 y actualmente 14 municipios realizan el examen. Se trata de un modelo de telediagnóstico en el que los profesionales toman fotos con un teléfono celular equipado con un dermatoscopio y las envían para su análisis. El informe es elaborado por especialistas del Centro de Telesalud de Santa Catarina y debe entregarse en un plazo de 72 horas. El informe incluye la hipótesis diagnóstica y la clasificación de riesgo en colores: blanco (sin tratamiento indicado), azul (tratamiento en la unidad de atención primaria), verde (derivación a un servicio de dermatología presencial), amarillo (envío prioritario a un servicio de dermatología) y rojo (casos de urgencia). Cuando la clasificación es azul, el especialista sugiere el manejo clínico al médico asistente.

El objetivo es filtrar y calificar la lista de espera para consultas de especialistas, mejorar el acceso de los pacientes al diagnóstico y tratamiento de problemas dermatológicos y contribuir a la formación continua de los profesionales de atención primaria. En 2023 y 2024, se atendieron 397 pacientes, de los cuales 134 (33,7%) se clasificaron como blancos y azules, y pudieron continuar su tratamiento en el centro de atención primaria. Por otro lado, 50 (12,6%) se clasificaron como amarillos, lo que requirió una cita prioritaria en la consulta externa especializada.

Tabla 1. Clasificación de riesgo de los pacientes atendidos por el servicio de Teledermatología (STT – UFSC) en los años de 2023 y 2024 en el estado de Acre.

Clasificación	Total	%
Blanca	30	7,6
Azul	104	26,2
Verde	212	53,4
Amarilla	50	12,6
Roja	1	0,2
Total	397	100

La telerretinografía se implementó en Acre en 2024. Este examen se realiza con un retinógrafo fijo o portátil y permite la observación y fotografía del fondo de ojo, mapeando la retina y resaltando el nervio óptico, la mácula y la vasculatura local. Este examen permite el diagnóstico precoz de la retinopatía hipertensiva o diabética, así como de otras patologías retinianas más específicas. También permite la observación y la indicación de problemas en otras estructuras oculares, como cataratas y glaucoma. Se han realizado 388 exámenes, de los cuales 60 (15,5%) mostraron alteraciones como las descritas anteriormente.

La teleestomatología se implementó en Acre en 2024 por la Coordinación de Salud Bucal de SESACRE, con la capacitación y registro de 87 odontólogos de Atención Primaria y Hospitalaria. A través de la plataforma de la Universidad Federal de Paraíba, envían imágenes e información sobre casos clínicos que se remiten a especialistas, quienes emiten un informe en 72 horas y asisten en el tratamiento. El objetivo es detectar cánceres bucales de forma temprana y agilizar el tratamiento, además de capacitar a los odontólogos para el tratamiento de lesiones de la cavidad bucal. En menos de un año, se han reportado 29 casos en el estado, principalmente lesiones en labios y lengua, de los cuales el 8,3 % son sospechosos de neoplasias malignas.

CONCLUSION

La experiencia reportada destaca la contribución de las acciones de Salud Digital promovidas por el Centro de Telesalud en el contexto de la atención médica, mediante la implementación de modalidades de telediagnóstico y la mediación del programa de teleconsulta con municipios del interior. Además, tiene un papel importante en la formación continua de los profesionales de Atención Primaria y en la capacitación de futuros profesionales, quienes posteriormente incorporan herramientas de Salud Digital a su práctica diaria.

Dado que estas prácticas son relativamente nuevas en el Sistema Único de Salud, y solo fueron relevantes tras la pandemia de

COVID-19, aún existen limitaciones para su implementación y uso. Ejemplos de estas limitaciones incluyen la resistencia de algunos profesionales a participar en interconsultas y la baja aceptación inicial de los exámenes de telediagnóstico. Estos desafíos se han abordado mediante el trabajo constante del equipo central con los equipos municipales, que gradualmente están integrando estas herramientas en la rutina diaria del trabajo sanitario.

Finalmente, se observa que la implementación de la Telesalud en el estado de Acre ha generado diversos beneficios en la atención médica, como mayor rapidez en el acceso a especialistas y exámenes, mejor atención a pacientes con enfermedades crónicas y reducción de las listas de espera. Estas acciones contribuyen a la disminución del tiempo de traslado y a la reducción de la carga financiera de las familias asistidas. Por lo tanto, el Centro de Telesalud ha contribuido a la equidad y la democratización del acceso a la atención médica, llevando los servicios a las regiones más remotas del estado.

REFERENCES

1. Haddad AE, Lima NT. Saúde Digital no Sistema Único de Saúde (SUS). Interface (Botucatu). 2024; 28: e230597. <https://doi.org/10.1590/interface.230597>
2. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria do Ministério da Saúde nº 35 de janeiro de 2007. Brasília: Ministério da Saúde, 2007
3. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.546, de 27 de outubro de 2011. Brasília: Ministério da Saúde, 2011
4. Silveira RP, Leal O, Soares PLS, Cruz LF, Modesto IDM, Batista LMB, et al. Telemonitoramento da Covid-19 com participação de estudantes de medicina: experiência na coordenação do cuidado em Rio Branco, Acre. APS em Revista. 2020;2(2):151-61
5. Silveira RP, Costa JM, França SS, Pereira RCR, Lomonaco LA, Leal Junior OSL. Projeto de ensino como apoio ao telemonitoramento dos casos de Covid-19. Revista Brasileira de Educação Médica. 2021; 45(1):e050
6. Conselho Federal de Medicina - CFM. Código de ética médica: Resolução CFM nº 2.314/2022. Brasília:CFM; 2022

Declaración de responsabilidad:

Los autores declaran que todos los autores participaron en la construcción y elaboración del presente artículo, conforme se detalla a continuación:

Rodrigo Pinheiro Silveira – Coordinación de la producción, redacción del manuscrito, revisión del texto

Mônica de Abreu Moraes – Redacción del manuscrito, revisión del texto

Cirley Maria de Oliveira Lobato – Redacción de secciones del manuscrito

Jessica da Silva Furtado Pereira – Redacción de secciones del manuscrito

Maria do Socorro Holanda – Revisión del texto

Osvaldo de Sousa Leal Junior – Revisión del texto

Patricia Satrapa Silva – Redacción de secciones del manuscrito

Maria Ramaica Alves Farias – Redacción de secciones del manuscrito

Taynana Soares Oliveira Fequis – Redacción de secciones del manuscrito

Vanessa Santos Silva – Redacción de secciones del manuscrito

Siham Kassab – Redacción de secciones del manuscrito

Financiamiento:

Los autores declaran que no hubo financiamiento ni fuente de recursos para la realización del presente artículo.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses en relación con esta investigación, autoría o publicación de este artículo.

Cómo citar este artículo:

Silveira RP, Moraes MA, Lobato CMO, Pereira JSF, Holanda MS, Leal Junior OSL, Silva PS, Farias MRA, Fequis TSO, Silva VS, Kassab S. Ampliando el acceso y la formación a través de la Salud Digital: un relato de las experiencias exitosas del Núcleo Telessaúde Acre. Latin American Journal of Telehealth. Belo Horizonte; 2024; 11(3): 272–279. ISSN: 2175-2990.

Telehealth Center of the Faculty of Medicine at UFMG: Experiences and Perspectives

Maria do Carmo Barros de Melo	Professor and member of the Telehealth Center of the School of Medicine, Federal University of Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brazil. E-mail: mcbmelo@gmail.com
Mariana Abreu Caporali de Freitas	PhD candidate in the Graduate Program in Public Health at the School of Medicine, Federal University of Minas Gerais. Researcher at the Health Technology Center, School of Medicine, Federal University of Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brazil. E-mail: caporalimariana@gmail.com
Rosângela Durso Perillo	Researcher at the Health Technology Center, School of Medicine, Federal University of Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brazil. E-mail: rosangeladurso.perillo@gmail.com
Rosália Moraes Torres	Associate Professor and member of the Telehealth Center of the School of Medicine, Federal University of Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brazil. E-mail: rosaliamoraistorres@gmail.com
Gustavo Cancela e Penna	Professor at the School of Medicine and member of the Telehealth Center of the School of Medicine, Federal University of Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brazil. E-mail: gustavocpenna@gmail.com
Rogeli Tiburcio Ribeiro da Cunha Peixoto	Associate Professor at the School of Dentistry, Federal University of Minas Gerais. Coordinator of Tele-dentistry at UFMG. Belo Horizonte (MG), Brazil. E-mail: rogelipeixoto@gmail.com
Carlos Eduardo Menezes Amaral	Adjunct Professor in the Department of Preventive and Social Medicine, Federal University of Minas Gerais (UFMG). Researcher at the Health Technology Center, School of Medicine, Federal University of Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brazil. E-mail: caduamaral@gmail.com
Solange Cervinho Bicalho Godoy	Professor at the School of Nursing and Coordinator of Telenursing at the Federal University of Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brazil. E-mail: solangecgodoy@gmail.com
Alaneir de Fátima dos Santos	Corresponding author: Adjunct Professor in the Department of Preventive and Social Medicine, School of Medicine, UFMG, and General Coordinator of the Telehealth Center of the School of Medicine, Federal University of Minas Gerais. https://orcid.org/0000-0002-7674-0449 e-mail: laines@uol.com.br

Date of Receipt: November 7, 2025| Approval date: February 4, 2026

Abstract

Introduction: Digital Health is expanding worldwide, fostering collaboration among professionals and the development of new interdisciplinary skills to improve healthcare. The Telehealth Center of the School of Medicine at the *Universidade Federal de Minas Gerais* (NUTEL FM/UFMG) was created in 2006. It has a historical record of successful experiences, overcoming geographical barriers and supporting public health services to overcome challenges and act in a more decisive and organized manner. **Objective:** To describe the experience and trajectory of NUTEL/FM/UFMG, especially those related to public telehealth services and technological innovations. **Method:** Experience report with a descriptive and exploratory approach, based on the trajectory of NUTEL/FM/UFMG and in documents, articles, and records of the coordinators' actions. **Results:** The findings allow for an update and reflection on the importance of investing financial and human resources in the area. Between July 2015 and April 2025, 51,232 teleconsultations were conducted with specialists in various areas, in addition to web conferences and distance learning courses. Projects focused on technological innovation are also being developed. **Conclusion:** NUTEL/FM/UFMG has a broad scope of activity, conducting teleconsultations, web conferences, distance learning courses, and technological innovation projects, with the participation of experienced professionals, professors, and undergraduate and postgraduate students from UFMG. Digital Health specialists are crucial to overcome barriers, meeting challenges, and promoting advancements.

Key-words: Telehealth, Digital Health, Technological Innovation, Teleconsultation, Distance Education

Centro de Telesalud de la Facultad de Medicina de la UFMG: Experiencias y Perspectivas

Introducción: La Salud Digital se está expandiendo a nivel mundial, fomentando la interacción entre profesionales y la creación de nuevas habilidades interdisciplinarias para mejorar la atención médica. El Centro de Telesalud de la Facultad de Medicina de la Universidad Federal de Minas Gerais (NUTEL FM/UFMG) fue creado en 2006. Posee un historial de experiencias exitosas, superando barreras geográficas y apoyando a los servicios de salud pública para superar desafíos y actuar de manera más decidida y organizada. **Objetivo:** Describir la experiencia y trayectoria de NUTEL/FM/UFMG, especialmente las relacionadas con los servicios públicos de telesalud y las innovaciones tecnológicas. **Método:** Informe de experiencia con un enfoque descriptivo y exploratorio basado en la trayectoria de NUTEL/FM/UFMG, contando con documentos, artículos y registros de acciones de los coordinadores. **Resultados:** Los hallazgos permiten una actualización y reflexión sobre la importancia de invertir recursos financieros y humanos en el área. Entre julio de 2015 y abril de 2025, se realizaron 51.232 teleconsultas con especialistas en diversas áreas, además de conferencias web y cursos a distancia. Cada vez se desarrollan más proyectos centrados en la innovación tecnológica. **Conclusión:** NUTEL/FM/UFMG cuenta con un amplio campo de acción, realizando teleconsultas, conferencias web, cursos a distancia y proyectos de innovación tecnológica, con la participación de profesionales, profesores y académicos con amplia experiencia de programas de grado y posgrado de la UFMG. La presencia de especialistas en Salud Digital es crucial para superar barreras, afrontar desafíos e impulsar el progreso.

Palabras clave: Telesalud, Salud Digital, Innovación Tecnológica, Teleconsulta, Educación a Distancia

Núcleo Telessaúde da Faculdade Medicina da UFMG: Experiências e Perspectivas

Introdução: A Saúde Digital está em expansão em todo o mundo, propiciando a interação de profissionais e a criação de novas competências interdisciplinares para a melhor assistência à saúde. O Núcleo de Telessaúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais (NUTEL FM/UFMG) foi criado em 2006. Possui um registro histórico de experiências exitosas, transpondo barreiras geográficas e apoiando os serviços públicos de saúde a superar os desafios e atuar de forma mais resolutiva e organizada. **Objetivo:** Descrever a experiência e a trajetória do NUTEL/FM/UFMG, em especial os relacionados aos serviços públicos de telessaúde e em inovações tecnológicas. **Método:** Relato de experiência com abordagem descritiva e exploratória baseado na trajetória do NUTEL/FM/UFMG, baseado em documentos, artigos e registros das ações de coordenadores. **Resultados:** Os achados permitem uma atualização e reflexão sobre a importância de investimentos de recursos financeiros e humanos na área. Entre julho de 2015 e abril de 2025, foram realizadas 51.232 teleconsultorias com especialistas em diversas áreas, além de webconferências e cursos à distância. De forma crescente, também vêm sendo desenvolvidos projetos voltados à inovação tecnológica. **Conclusão:** O NUTEL/FM/UFMG tem uma atuação ampla, realizando teleconsultorias, webconferências, cursos EaD, projetos de inovação tecnológica, contando com a participação de profissionais experientes, professores e acadêmicos dos cursos de graduação e pós-graduação da UFMG. A presença de especialistas em Saúde Digital é crucial para superar barreiras, vencer os desafios e promover avanços.

Palavras-chave: Telessaúde, Saúde Digital, Inovação Tecnológica, Teleconsultoria, Educação a Distância

INTRODUCTION

Telehealth is a complement to in-person care and overcomes geographical barriers, demanding new professional, ethical, and data security skills, a context driven by technological advancements in the post-COVID-19 pandemic era¹. Remote care not only expands access but also improves health outcomes². Also, artificial intelligence enhances clinical practice, from diagnosis to therapeutic management and monitoring³.

Brazil is a country of continental dimensions with socioeconomic and cultural contrasts, and differences in infrastructure and professional qualifications. The Family Health Program (PSF-Programa da Saúde da Família) has changed the distribution of services, and the Ministry of Health has been investing resources to reduce these disparities. The Brazilian Unified Health System (SUS-Sistema Único de Saúde) has prioritized primary health care (PHC), and since 2006, telehealth has been seen as a national strategic action to expedite responses and increase effectiveness, aiming for equity in healthcare⁴.

In Belo Horizonte, the capital of the state of Minas Gerais, Brazil, the BH-Telehealth Program was initially created in 2004⁵, connecting primary healthcare units with teaching units of the Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), with effective participation in the areas of medicine, nursing, dentistry, nutrition, and health management, constituting at the time the broadest and most consistent project in our country. It was considered a model for the implementation of the Project, and subsequently, the National Telehealth Program⁶, which gave rise to the “Telehealth Brazil Networks” Program to support Primary Health Care (PHC), being a component of the Program for the Requalification of Basic Health Units (UBS) that aims to expand the problem-solving capacity of PHC and promote its integration with the entire Health Care Network⁷. This latter program underwent several changes, and currently the Secretariat of Information and Digital Health – SEIDIGI coordinates the digital transformation of the SUS (Brazilian Unified Health System) to expand access, promote comprehensiveness, and continuity of health care. It works in collaboration with the secretariats of the Ministry of Health, with

health professionals, and with SUS managers in the use of digital solutions, such as electronic medical records, telehealth, the dissemination of strategic health information, and data protection⁸.

The Telehealth Center of the School of Medicine at the Universidade Federal de Minas Gerais (NUTEL FM/UFGM) uses tools in the process of qualifying healthcare professionals for continuing education of teams through tele-education, teleconsultations, and telediagnosis, contributing to the improvement of healthcare in health units and cooperating in the ongoing training of professionals linked to the Brazilian Unified Health System (SUS). NUTEL FM/UFGM actively participated in the implementation of the BH-Telehealth Program and subsequently in the stages of implementing telehealth in primary healthcare in Brazil. Also, it has produced scientific materials (journals, books, chapters, articles, and documentary records), educational materials, and technological innovation projects. This study aims to describe the trajectory, the actions developed, and the main results achieved by the Telehealth Center of the School of Medicine at UFGM between 2006 and 2025, encompassing healthcare, educational, technological innovation, and national and international cooperation activities.

METHODOLOGY

This is an experience report with a descriptive and exploratory approach, developed from the trajectory of the Telehealth Center of the School of Medicine at the Universidade Federal de Minas Gerais (NUTEL/FM/UFGM). The period considered ranges from 2006 to April 2025, encompassing everything from the implementation of the center to the most recent projects. The information sources used to construct the narrative were based on three main sets:

1. Institutional documents – annual reports, work plans, internal regulations, technical materials, operational records, and documents used in the management of the core activities.
2. Administrative and healthcare databases – data consolidated in the SMART/Ministry of Health and NUTEL/FM/UFGM platforms, including teleconsultation production, tele-education records, and information from telediagnosis projects.

3. Reports from core staff – information provided by coordinators and specialists who directly participated in the organization and execution of the activities, selected for their strategic role over the years. Documents containing complete, institutionally validated information related to the activities developed by the core were included. Preliminary or unreviewed materials were excluded.

The data collection and organization process began with the search for documents gathered from institutional archives and the electronic platforms used by the center. Quantitative data were extracted from official reports and standardized by the system. The information was organized by year, type of activity (teleconsultation, tele-education, telediagnosis, technological innovation), and professional area. The professionals' reports were systematized in a narrative format, considering operational aspects, challenges faced, changes observed over time, and perspectives for expanding the activities.

The analysis followed two complementary stages: descriptive and narrative. The descriptive analysis of the quantitative data organized information into tables and relative frequencies, allowing to visualize the evolution of the actions and the participation of the municipalities. The thematic analysis of the documents and reports sought to identify historical milestones, advances, operational challenges, and innovations incorporated throughout the work of the center. The findings were integrated into a narrative synthesis, structured according to the main areas of activity of NUTEL/FM/UFGM.

The ethical aspects were respected. Because this study is based on aggregated administrative data and institutional documents, without nominal identification of professionals or users, it does not fall under the category of research involving human beings, according to CNS Resolution number 510/2016.

PRESENTATION OF THE EXPERIENCE AND DISCUSSION

Overview

Beheshti et al. (2022) stated that the use of telemedicine as a viable means of providing quality services is constantly increasing at various levels of the healthcare system⁹. Despite the growing use of telemedicine in secondary and tertiary healthcare services, there is still a long way to go in using this technology in public health and primary healthcare. On the other hand, the

beginning of NUTEL/FM/UFMG's activities was marked by investment in public health, and especially in primary healthcare, having been one of the pioneering services in Brazil in this area. Initially, it covered the municipality of Belo Horizonte (BH-Telehealth Program), the capital of the state of Minas Gerais (MG), Brazil. The Brazilian National Telehealth Project began with the experience gained in the BH-Telehealth program, which changed over time, passing through "Telehealth Brazil Networks," and today its actions are coordinated by SEIDIGI.

NUTEL FM/UFMG has been actively involved, especially in the areas of telenursing, telemedicine, and teleodontology, by offering distance learning courses, web conferences on relevant topics, and formative teleconsultations as a form of continuing education and support for primary health care in the municipalities of the state of Minas Gerais. It has supported the structuring of telehealth in other Brazilian states, such as Piauí and Maranhão, and in Latin American countries. Its scope has been increasingly expanded to other areas of health, such as management, nutrition, and psychology. Students and preceptors of undergraduate health courses at UFMG receive support from specialists for decision-making during their rural internship, a mandatory curricular stage. In a survey conducted using data from SMART, a national platform that consolidates teleconsultation production, accounting for each interaction (within a single teleconsultation, there may be more than one question and/or answer), 48,119 interactions were recorded between 2016 and 2024. The survey also shows the number of active municipalities, that is, those that performed at least one teleconsultation each year. Currently, 140 municipalities in Minas Gerais are affiliated with NUTEL/FM/UFMG (Table 1).

Table 1 - Number of teleconsultations performed by NUTEL/FM/UFMG (combination of the BH, Contagem, Brumadinho and FM/UFMG centers) – 2016 to 2024

Year	Active Municipalities	Teleconsultations*
2016	77	2610
2017	105	4059
2018	102	6779
2019	106	6794
2020	70	3000
2021	107	3249
2022	91	2679
2023	85	7837
2024	90	11,112

Source: SMART/MS.

* Interactions within the same teleconsultation are recorded.

Table 2 shows the number of teleconsultations answered in various areas, conducted within the Primary Health Care/SUS system in Minas Gerais over the past ten years (July 2015 to March 2025), totaling 51,232. Unlike the consolidated SMART data presented above, these data reflect each teleconsultation performed, without counting interactions within the same teleconsultation.

Table 2 - Number of teleconsultations registered at NUTEL/FM/UFGM, across all specialties, between 2015 and 2025.

Year	Nº Teleconsultations
2015	1783
2016	5087
2017	4073
2018	5144
2019	5400
2020	2206
2021	2410
2022	2137
2023	6838
2024	10630
2025	5524
Total	51232

Source: Data extracted from the NUTEL/FM/UFGM Platform.
Prepared by the authors.
Period: July 2015 to March 2025.

Of this total, 45,201 recorded information about the prior intention to refer the patient. In approximately 40% of these cases, the healthcare professional tried to send the patient before the teleconsultation took place (Table 3).

Table 3 - Record of prior intention to send in teleconsultations at NUTEL/FM/UFGM, in all specialties, between 2015 and 2025.

Intention to send the patient		
	N	%
Yes	18026	39.88%
No	27175	60.12%
Total	45201	100.00%

Source: Data extracted from the NUTEL FM UFGM Platform.
Prepared by the authors.
Period: July 2015 to March 2025.

The NUTEL FM UFGM Platform includes an optional field where healthcare professionals can report their course of action taken after

discussing a case during a teleconsultation. By analyzing a sample of 28,626 teleconsultations with this field accurately filled out, we were able to evaluate the impact of teleconsultation on reducing referrals (see Table 4). The results highlight the potential of teleconsultation to enhance the effectiveness of primary healthcare and optimize referral flows within the health system.

Table 4 - Record of clinical case management after teleconsultations at NUTEL/FM/UFGM, across all specialties, between 2015 and 2025.

Action		
	N	%
Keep in the unit.	20,864	72.73%
Forwarding secondary levels	7350	25.62%
Forwarding to tertiary levels	472	1.65%
Total	28,686	100.00%

Source: Data extracted from the NUTEL/FM/UFGM Platform.
Prepared by the authors.
Period: July 2015 to March 2025.

The teleconsultations offered cover 108 specialties. The most requested were Dermatology (19%), followed by Cardiology (9.5%), Orthopedics and Traumatology (5.7%), Endocrinology and Metabolism (4%), Internal Medicine (4%), and Gynecology (3%). It is noteworthy that the responses provided constitute a formative second opinion, while simultaneously supporting clinical practice and contributing to the training of Primary Health Care professionals in the topics covered.

Teleodontology

The “Teleodontology” extension project of the School of Dentistry at UFGM has been operating in primary health care since 2005. It organizes, coordinates, and supports extension activities related to oral health in Minas Gerais. The project's main activities involve tele-education and teleconsultations, especially aimed at SUS health professionals, dentistry students, and other members of the service¹⁰.

The web conferences are contextualized to promote continuous professional development and evidence-based practice. They consider the

questions and needs identified by the public service professionals. These broadcasts are streamed live on the NUTEL/FM YouTube channel at UFMG and can be accessed later on both that channel and the project website: <https://www.odonto.ufmg.br/teleodontologia/>¹¹. In 2023 and 2024, 18 web conferences were held in various areas, totaling 13,410 views.

The teleconsultations, conducted through the Minas Gerais (MG) Telehealth platform, cover 140 municipalities in Minas Gerais and serve professionals who request a second opinion. These requests are answered by professors from the School of Dentistry at UFMG across 13 specialties. In 2023, 216 teleconsultations were conducted, and in 2024, 178. During this period, the most requested specialties were Pathology (32.23%) and Surgery (18.27%). These responses have contributed to significantly reducing the need for referrals to specialized care and increasing the effectiveness of primary health care¹².

Since 2016, the project has had a website dedicated to Teleodontology, which provides information about its activities, including the schedule of web conferences and access instructions. The web conferences are stored in a video library organized by specialty, facilitating searching. The website also offers didactic and educational materials, access to the Virtual Health Library, produced in projects developed at the School of Dentistry of UFMG, as well as published articles in the field. In addition to the website, the project is promoted on Instagram, where it shares its activities and currently has 1,220 followers. This is an educational, interdisciplinary, political, and scientific project that promotes a transformative interaction between the university and society, contributing to the quality of care and the strengthening of digital health in the Brazilian public health system (SUS).

Telenursing

The School of Nursing at UFMG, through the "Telenursing Project," is part of the NUTEL/FM/UFMG team, developing professional training activities in a distance learning format, involving faculty, students, and nursing staff from health units. From 2022 to 2024, 60 web conferences were held, with the most prominent thematic areas being women's health, nutrition, mental and psychiatric health, wound treatment, and health management. The web conferences reached 20,737 views, indicating that the use of technology is an important tool that can positively

impact the quality-of-care practices in the SUS service network, contributing to research and the promotion of health education.

The professionals of the Family Health Program refer their requests to any specialty as needed, whether in the areas of nursing, medicine, dentistry, nutrition, and health services management. Specifically for nursing, between 2015 and 2025, a total of 2,612 teleconsultations were requested for the following specialties: nursing, health education, fundamentals of nursing, health management, health work processes, child and adolescent health, women's health, adult and elderly health, cardiovascular assessment, family health, mental health and psychiatry, systematization of nursing care, and wound treatment. Among the specialties requested for Telenursing, the most prominent were wound treatment (36%), women's health (19%), nursing (15%), child and adolescent health (9%), family health (6%), and health education (3%).

The data show a thematic convergence between teleconsultations and web conferences. Questions regarding wound treatment are more frequent in teleconsultations, and the topics discussed in web conferences focused on the field of nursing in general, covering various subjects, including issues related to wound treatment. The study demonstrates that professionals use telehealth resources to discuss the healthcare reality experienced in primary health care units, reaffirming the importance and benefits for professional development, improving patient care, reducing costs, and increasing the effectiveness of primary health care.

Telemedicine

The field of Telemedicine constitutes an important area of activity for NUTEL/FM/UFMG, with an emphasis on teleconsultations, and initiatives such as web conferences, support for rural internships, and continuing education activities for students, preceptors, and professionals in Primary Health Care. The project has a website that gathers information about the activities developed, a calendar of virtual meetings, and educational materials and access to the Virtual Health Library.

Telemedicine is also included in the schedule of web conferences, in conjunction with other areas. Relevant topics for Primary Health Care (PHC) are addressed, and the sessions are conducted by faculty, residents, or external guests. The sessions are broadcast live on YouTube, but

can also be accessed later through the YouTube library.

Regarding teleconsultations, the demands directed to the medical field are increasing and represent approximately 89.0% of the total, with 45,609 teleconsultations performed between July 2015 and April 2025. Cases are referred by Family Health Strategy teams, and responses, provided asynchronously, are given by specialist faculty members, covering up to 67 distinct subareas of different specialties in the case of Telemedicine (Table 5), within an ideal timeframe of up to 72 hours.

Table 5 - Number of teleconsultations in the medical area at NUTEL/FM/UFGM performed between 2015 and 2025

Specialty	Number of teleconsultations answered
Allergy and Immunology	6
Angiology	846
Anorexia and Bulimia	7
Cardiology	4860
Pediatric Cardiology	18
General Surgery	463
Gynecological Surgery	73
Pediatric Surgery	66
Vascular Surgery	213
Internal Medicine	2054
COVID-19 Epidemiology - Coronavirus	16
COVID-19 Infectious Diseases - Coronavirus	29
COVID-19 Medical Questions - Coronavirus	21
COVID-19 Mental Health - Coronavirus	3
COVID-19 Tests, Clinical Analyses, and Diagnostics	6
Dengue, Chikungunya, Zika, Microcephaly/Guidance	48

Dermatology	9809
Dermatology - Hansen's Disease	26
Endocrinology and Metabolism	2065
Pediatric Endocrinology	162
Gastroenterology	1604
Gastroenterology/Hepatology	557
Pediatric Gastroenterology	87
Geriatrics	368
Gynecology	1870
Gynecology/Human Reproduction	148
Gynecology and Obstetrics	1567
Gynecology and Obstetrics/Dengue, Chikungunya, Zika...	11
Hematology	1762
Hematology and Hemotherapy	17
Pediatric Hematology and Hemotherapy	113
Infectious Diseases	963
Infectious Diseases/Dengue, Chikungunya, Zika, Microcephaly	38
Pediatric Infectious Diseases	32
Mammography	8
Mastology	328
Family and Community Medicine	186
Adolescent Medicine	9
Fetal Medicine	3
Nuclear Medicine	4
Palliative Medicine	18

Preventive and Social Medicine	13
Nephrology	830
Pediatric Nephrology	55
Neurofibromatosis	1
Neurology	2170
Neurology/Dengue, Chikungunya, Zika, Microcephaly	8
Pediatric Neurology	335
Pediatric Neurology/Dengue, Chikungunya, Zika	1
Ophthalmology	331
Oncology	106
Orthopedics and Traumatology	2934
Pediatric Otolaryngology	152
Otolaryngology	689
Pediatrics	1289
Pediatrics/Dengue, Chikungunya, Zika, Microcephaly	6
Pediatrics/Follow-up of Newborns with Microcephaly	9
Pulmonology/Tuberculosis	111
General Pulmonology	1014
Pediatric Pulmonology	86
Psychiatry	1121
Conventional Radiology and Computed Tomography	767
Magnetic Resonance Imaging - Musculoskeletal	1
Rheumatology	1695
Pediatric Rheumatology	1
Ultrasound - Internal Medicine	1

Urology	1399
---------	------

Source: Data extracted from the NUTEL/FM/UFMG Platform. Prepared by the authors. Period: July 2015 to March 2025.

Analyzing only the sample related to the medical field, the most requested specialties were dermatology and cardiology (Table 6).

Table 6 - Number of teleconsultations by most requested specialties in the field of medicine at UFMG (2015-2025)

Specialty	Number of teleconsultations N / (%)
Dermatology	9809 (26.4%)
Cardiology	4860 (13%)
Orthopedics and traumatology	2934 (7.9%)
Neurology	2170 (5.8%)
Endocrinology and metabolism	2065 (5.6%)
Internal medicine	2054 (5.5%)
Gynecology	1870 (5%)
Hematology	1762 (4.7%)
Rheumatology	1695 (4.6%)

Source: Data extracted from the NUTEL/FM/UFMG Platform. Prepared by the authors. Period: July 2015 to March 2025.

SES/MG Project

The project “Incorporation of Teleconsultations into the Healthcare Flow of Specialized Care within the SUS in Minas Gerais” was launched in 2024. It is coordinated by the State Secretariat of Health (SES) of Minas Gerais and implemented by NUTEL/FM/UFMG, the Telehealth Center of the University Hospital of UFMG, and the Lucas Machado Educational Foundation (FELUMA-Fundação Educacional Lucas Machado), seeking to overcome the challenges of poor distribution and insufficiency of specialists, promote better interaction between primary and secondary healthcare professionals, and optimize referrals to secondary care. It covers 465 municipalities and has the potential to benefit 18.61 million inhabitants. Initially, distance learning training was provided for primary care professionals, followed by the implementation of teleconsultations, the development of a specialized

care flow, and the monitoring of the actions developed. The main focus is maternal and child health, but teleconsultations in various specialties are offered: cardiology, endocrinology, nephrology, gynecology and obstetrics, mastology, orthopedics, pulmonology, dermatology, pediatrics, urology, proctology, rheumatology, and gastroenterology.

The goals were developed by each participating municipality. The initial results in 2024 showed the participation of 174 municipalities with the completion of 5,970 teleconsultations. The referral rate to secondary care was 23.6%. The satisfaction of primary care professionals with the results obtained was 94%.

NUTEL/FM/UFMG is responsible for 77 municipalities in 3 macro-regions of the State. (Do we have teleconsultation data from our center?)

Expansion of Telehealth in Latin America

The center plays a key role in expanding regional telehealth through the Latin American Telehealth Laboratory (2006), a collaborative network that has integrated specialists from 14 countries for almost 20 years. Its contributions include professional training, dissemination of best practices, and reference publications, such as "Development of Telehealth in Latin America: Conceptual Aspects and Current Status" (2014) and the forthcoming work "Telehealth in Latin America: A Legacy in Motion". Since 2024, the group has been conducting the research "Quality of Telehealth Services in Latin America," based on the ISO 13131:2021 standard. The study evaluates the knowledge and implementation of international quality standards focused on service planning, risk management, and technology in the region.

Scientific Journal

Created in 2009 by UFMG, with the support of the National Center for Technological Excellence of Mexico, the Revista Latino-Americana de Telessaúde is a quarterly open-access publication focused on digital health, AI, and distance education. The journal accepts articles in Portuguese, Spanish, and English, and has adopted the Ahead of Print model since 2023 for faster dissemination. Affiliated with ABEC, it has ISSN 2175-2990 and uses the abbreviation Latin Am J Telehealth for citations.

Teleophthalmology in Minas Gerais (MG)

The implementation of teleophthalmology in primary healthcare in Minas Gerais aims to strengthen care for diabetes and hypertension, the

main causes of preventable blindness^{13,14}. In accordance with Law 13.895/2019¹⁵, the strategy seeks to overcome the scarcity of specialized services in the Brazilian public health system (SUS)¹⁶. The project, a partnership between NUTEL FM/UFMG and municipalities, uses portable retinography and, since December 2023, Artificial Intelligence for screening, with medical reports issued within 72 hours.

Between March 2023 and September 2024, 2,158 examinations were analyzed, prioritizing patients with diabetes (72%) and hypertension (82.5%). The predominant profile was female (67.7%), between 60 and 69 years old. Of the total, 45.1% (973) presented normal results, eliminating the need for referral, while 39.1% (843) had alterations, with a prevalence of hypertensive retinopathy (44.8%) and diabetic retinopathy (27.5%).

In 2025, the initiative was expanded through the UFMG Rural Internship program, integrating teaching and service. The results confirm the effectiveness of telehealth and AI in reducing waiting lists, improving screening quality, and optimizing referral flows in the SUS/MG.

Telehealth during the COVID-19 pandemic

During the COVID-19 pandemic, NUTEL/FM/UFMG strengthened its support for Primary Health Care (PHC) by expanding the offer of teleconsultations, training, and information channels^{17,18,19}. The impact of this integration was analyzed in a cross-sectional study²⁰ with 260 PHC teams in 2020. Although the telehealth infrastructure was mostly rated as poor (43%) and fair (40%), a significant positive correlation was evidenced ($p < 0.001$): the greater the availability of telehealth resources, the better the unit's structure for facing the pandemic, proving its contribution to a more robust healthcare response.

Teleconsultations and Synchronous Teleconsulting

A pilot project for synchronous teleconsultations and teleconsulting is in the initial stages of implementation. A platform is under construction to enable the provision of these services. Within the scope of teleconsulting, the service will allow healthcare professionals in the Minas Gerais SUS (Brazilian Unified Health System) network to discuss clinical cases with specialists in real time through scheduled appointments. Regarding teleconsultations, the project aims to enable SUS Minas Gerais users who have been referred for a specialist

consultation to schedule and receive the consultation remotely. The specialties initially offered in both services will be endocrinology, pulmonology, and gastroenterology, with the possibility of incorporating new specialties based on demand assessment.

Telepharmacy for Selexipag titration in patients with pulmonary arterial hypertension

Developed by SECTICS in partnership with SEIDIGI, UFMG, UFG, Conass, and state health departments (ES and PR), the telepharmacy pilot project focused on the management of patients with pulmonary arterial hypertension (PAH) using selexipag. The initiative involved rigorous monitoring of dose titration in 16 patients through weekly telepharmacy consultations and specialized medical consultations. The experience validated telehealth as an effective tool to ensure pharmacotherapeutic safety and comprehensive care in serious diseases, establishing a scalable model for other complex clinical conditions within the Brazilian public health system (SUS).

Technological Innovation

Technological innovation is fundamental for the country's development, and universities, especially public ones, play a crucial role in fostering interaction among professionals to create solutions and products that ensure the best possible healthcare for the population. Strengthening primary healthcare is crucial for improving the quality of life of the population and promoting equity in healthcare access. However, challenges such as organizing access to health units and the early identification of individuals at risk compromise the effectiveness of this level of care.

AI in Primary Healthcare

The NUTEL FM/UFMG has been working on several technological innovation projects, including a project applying AI models for access management and risk prediction in primary healthcare in the municipality of Belo Horizonte. The project aims to develop and implement AI-based solutions to optimize access management and predict the risk of serious outcomes in primary healthcare. The idea is to adopt a longitudinal, quantitative study design structured in four stages: (1) development and application of AI models for risk prediction in adult individuals;

(2) construction of an AI system for access management;

(3) integrated implementation of the systems in a health unit; and

(4) performance and impact evaluation of the applied solutions. A database of consultations conducted between 2014 and 2023 will be used, in addition to primary data collected from the implementation of the models. Among the techniques planned in this research are decision trees, random forests, Support Vector Machines (SVM), and deep neural networks. The methodological analysis will include exploratory data analysis, pre-processing, cross-validation of the models, and evaluation using metrics such as accuracy, sensitivity, specificity, AUC-ROC, and F1-score. Additionally, comparative statistical analyses will be conducted to evaluate the impact of AI on waiting time and service rate. It is expected that the implementation of AI solutions will result in the improvement and expansion of access to primary healthcare by optimizing patient flow, reducing waiting times, and allowing for the prioritization of higher-risk cases. Accurate prediction of serious outcomes can support timely preventive interventions, which will contribute to increasing the efficiency, equity, and quality of the services offered. This study therefore reinforces the strategic role of primary healthcare in the Brazilian health system and establishes a basis for technological innovation and scalability of AI solutions in primary care.

Digital Otoscopy

This project aims to incorporate telehealth resources for the assessment of children's hearing health within the context of Primary Health Care (PHC), in conjunction with the SUS (Brazilian Unified Health System) health care network in Minas Gerais. The project aims to implement clinical teleconsultation services in PHC, especially in the field of otolaryngology, focusing on the hearing needs of children treated within the SUS. Furthermore, it seeks to provide training for Family Health Team physicians in this area.

The plan is to adopt the use of a Virtual Otoscope, which will allow for examinations with the possibility of issuing reports remotely, and to conduct training activities for professionals through training courses and web conferences. These activities will qualify family health team physicians to perform clinical auditory examinations, otoscopy, and ear cleaning and cerumen removal.

Telehealth will then act more effectively as an important tool to avoid waiting lists for a medical specialty (otorhinolaryngology) and at the same time to contribute to tele-education.

Telemonitoring of Neonatal Intensive Care Units

From December 2012 to September 2014, NUTEL FM/UFGM developed a successful Telemonitoring project for Neonatal Intensive Care Units for the Minas Gerais State Health Secretariat (SES/MG) (21), creating a central hub with nurses and neonatologists available seven days a week, from 7 am to 7 pm, connected to 33 municipalities in Minas Gerais. Twelve web conferences were held, approximately 6,700 teleconsultations were conducted, and care flowcharts and an ebook on relevant topics in the field were developed. The project included virtual bed allocation and teleconsultations with specialists, as well as interaction with the state's bed regulation center. The project was discontinued due to a lack of resources, but at the time, the development of a national project to support neonatal care was considered.

LLMs

An emerging area of machine learning technology called large language models (LLMs) is considered a technological disruptor of this decade, similar to ChatGPT. They will be integrated into search engines (Bing and Google) and Microsoft products in the coming months. Therefore, they will fundamentally change how patients and doctors' access and receive information. Digital health literacy needs to remain a priority, both for doctors and consumers, as interactions with LLMs become part of the routine.

Asynchronous telehealth services involving digital communication, such as remote monitoring, store-and-forward systems, or electronic consultations, have the greatest potential for expansion using LLMs. Physicians who use these models to enhance clinical practice need to understand their generative nature and verify all information obtained to ensure its clinical accuracy²².

NUTEL's perspective is to incorporate into teleconsultations a search system also based on LLMs.

Educational Technology Transfer

Our center has been developing digital health literacy for healthcare professionals and related fields of information and communication technology. Undergraduate students have been

trained in the use of telehealth tools before their internships in rural areas of the state (UFGM rural internship) and in postgraduate studies through the telehealth discipline and in various areas of postgraduate studies at UFGM. We act as partners in the Professional Postgraduate Program in Digital Health, Distance Learning Network, which is coordinated by the Oswaldo Cruz Foundation (FIOCRUZ) in Brasília and the UNA-SUS/FIOCRUZ Network.

Our center has experience in training professionals from various Brazilian states and Latin America. In Latin America, it acts as a point of convergence between countries to seek solutions to problems and alternatives.

Future Perspectives

Based on the experience of our core team, the perspective is to expand the services offered and implement technological innovation projects, strengthening the implementation of digital health in order to provide equitable access to healthcare services for the population.

Projects in retinography, digital otoscopy, the use of LLMs, telemedicine consultations, and synchronous teleconsulting are in their initial stages with a promising future. Another area that has been widely addressed is tele-education, both for training human resources in the use of digital health and for improving healthcare quality.

The telemonitoring project for neonatal intensive care units has achieved excellent results and is being discussed at the state and national levels.

CONCLUSION

The trajectory of the Telehealth Center of the Faculty of Medicine at UFGM demonstrates how digital health can be consolidated as a structuring tool for the Brazilian Unified Health System (SUS).

Over the years, the center has expanded its areas of activity, incorporated different technologies, and integrated teaching, research, and assistance, always in dialogue with the needs of health services. This combination of actions has contributed to strengthening the problem-solving capacity of Primary Care, supporting professionals in their daily care, and bringing users closer to specialized services. The results presented show that telehealth, when organized in a planned manner and integrated into care networks, produces concrete effects: it reduces unnecessary referrals, improves clinical decision-making, and expands access to specialized examinations and guidance. Furthermore, the continuing education

initiatives and technological innovation projects show that NUTEL/FM/UFMG has assumed an important formative role, capable of preparing professionals for a scenario of digital transformation that is no longer the future, but a daily reality.

Even with significant advancements, challenges persist that cannot be ignored, such as the need for continued investment, ongoing training of teams, system updates, and the expansion of information security strategies. The rapid evolution of artificial intelligence also imposes new demands, requiring services to incorporate these tools in an ethical, secure, and qualified manner.

Given this trajectory, it is evident that strengthening digital health in Brazil depends on the maintenance and expansion of initiatives like those of NUTEL/FM/UFMG. The center combines accumulated experience, innovation capacity, and institutional articulation, placing it in a strategic position to support public policies and develop solutions that address regional inequalities. Thus, its actions point to a future in which telehealth will continue to contribute to greater equity, access, and quality of healthcare.

REFERENCES

- 1) Ibarra-Peso J, Hechenleitner-Carvalho M, Zúñiga-San Martín C, Avendaño-Veloso A, Sepúlveda-Valenzuela E. Dimensions related to telemedicine and telehealth competencies of health professionals: A scoping review. *Medwave*. 2025 Apr 15;25(3):e3003. English, Spanish. doi: 10.5867/medwave.2025.03.3003.
- 2) Monteiro MRP, Torres MA, Godoy SCB. Educación Continua en Telenutrición para Profesionales de la Salud de la APS en MG. *Latin Am J telehealth Belo Horizonte*, 2024;10(1):52-56.
- 3) Hirani R, Noruzi K, Khuram H, Hussaini AS, Aifuwa EI, Ely KE, Lewis JM, Gabr AE, Smiley A, Tiwari RK, Etienne M. Artificial Intelligence and Healthcare: A Journey through History, Present Innovations, and Future Possibilities. *Life (Basel)*. 2024 Apr 26;14(5):557. doi: 10.3390/life14050557. PMID: 38792579; PMCID: PMC11122160.
- 4) Campos FE, Haddad AE, Wen CL, Alkmin MBM. Telessaúde em apoio à atenção primária à saúde no Brasil. In: Santos AF, Souza C, Alves HJ, Santos SF, organizadores. *Telessaúde: um Instrumento de Suporte Assistencial e Educação Permanente*. Belo Horizonte: Editora UFMG. 2006. p.59-74.
- 5) Santos AF, Santos SF, Melo MCB, Silva EM, Reis GA, Souza C. Telehealth in primary healthcare: an analysis of Belo Horizonte's experience. *Telemed J E Health*. 2011 Jan-Feb;17(1):25-9. doi: 10.1089/tmj.2010.0099.
- 6) Santos AF, Alkmin MBM, Souza C, Santos SF, Alves HA, Melo MCB. BH-Telessaúde: a experiência de um modelo de Telessaúde de baixo custo voltado para a área pública. In: Santos AF, Souza C, Alves HJ, Santos SF, organizadores. *Telessaúde: um Instrumento de Suporte Assistencial e Educação Permanente*. Belo Horizonte: Editora UFMG. 2006. p. 75-94
- 7) BRASIL. Telessaúde Brasil Redes: uma década de inovação. Rio de Janeiro: Rede Nacional de Ensino e Pesquisa; 2017. 274p
- 8) BRASIL. Secretaria de Informação e Saúde Digital [Internet]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/seidigi>. Acesso em 23 de abril de 2025.
- 9) Beheshti L, Kalankesh LR, Doshmangir L, Farahbakhsh M. Telehealth in Primary Health Care: A Scoping Review of the Literature. *Perspect Health Inf Manag*. 2022 Jan 1;19(1):1n. PMID: 35440933; PMCID: PMC9013222.
- 10) Peixoto RTRC, Lucas SD. Programa de Teleodontologia da UFMG. *Revista da ABENO*. 11(1):71-5. 2011. DOI: <https://doi.org/10.30979/rev.abeno.v11i1.43>
- 11) Universidade Federal de Minas Gerais. Teleodontologia UFMG [Internet]. Disponível em: <https://www.odonto.ufmg.br/teleodontologia/>
- 12) Lucas SD et al. Teleodontologia em Minas Gerais: situação atual e desafios. *Revista Latinoamericana de Telessaúde*. 2018;5(1):43-46. DOI: [https://doi.org/10.32443/2175-2990\(2018\)230](https://doi.org/10.32443/2175-2990(2018)230).
- 13) Malta DC, Andrade SSCDA, Oliveira TP, Moura LD, Prado RRD, & Souza MDFM D. (2019). Probabilidade de morte prematura por doenças crônicas não transmissíveis, Brasil e regiões, projeções para 2025. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 22, e190030.
- 14) Wong TY, Sabanayagam C. The War on Diabetic Retinopathy. *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology*, 2019;8(6) p. 448–456.
- 15) BRASIL. Lei Nº 13.895, de 30 de outubro de 2019. Institui a Política Nacional de Prevenção do Diabetes e de Assistência Integral à Pessoa Diabética. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/l13895.htm
- 16) Bortoli JQ, Silber P C, Picetti E, Silva CFD, & Pakter HM. (2022). Retinografia como forma de rastreio de retinopatia diabética em hospital terciário do Sistema

Único de Saúde. Revista Brasileira de Oftalmologia, 81, e0057.

17) Melo MCB, Ferri PM, Vasconcelos MMA, Reis ZSN, Godoy SCB, Palmeira VA, Rocha G, Torres RM, Tupinambás U. COVID-19: Distance learning to empower educators and health assistants in rural areas. J Educ Health Promot. 2022 Jun 30;11:183. doi: 10.4103/jehp.jehp_1303_21.

18) Freitas MAC, Santos AF, Silva MAM, Torres RM, Melo MCB. Websymposium as a tool in the training process of health professionals in the context of the pandemic in Minas Gerais. Latin Am J telehealth, Belo Horizonte, 2022; 9 (1): 116 - 120. ISSN: 2175-2990120.

19) Melo MCB, Tupinambás U, Ferri Liu PM, Godoy SCB, Torres RM, Palmeira VA, Rocha Gabriel, Reis ZSN. Covid-19: e-Learning as a tool for improving the knowledge. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 45, p. 181-189, 2021.

20) Matta-Machado ATGD, Pinto RDS, Peixoto RTRDC, Perillo RD, Borde EMS, Freitas MAC, Macieira C, Senna MIB, Godoy SCB, Aguiar RAT, Santos DF, Damos LMM, Oliveira VB, Santos AFD. Use of Telehealth Resources in Primary Care and Its Association with Facing the COVID-19 Pandemic in Minas Gerais, Brazil. Telemed J E Health. 2023 Dec;29(12):1878-1889. doi: 10.1089/tmj.2022.0441.

21) Melo MCB, Santos AF, Alves HJ, Queiroz TCN, Silva NLC. Telemonitoring of Neonatal Intensive Care Units: Preliminary Experience in the State of Minas Gerais, Brazil. Am J Perinatol. 2019 Mar;36(4):393-398. doi: 10.1055/s-0038-1668558.

22) Snoswell CL, Snoswell AJ, Kelly JT, Caffery LJ, Smith AC. Artificial intelligence: Augmenting telehealth with large language models. J Telemed Telecare. 2025 Jan;31(1):150-154. doi: 10.1177/1357633X231169055. Epub 2023 Apr 11. PMID: 37041736.

Declaración de responsabilidad: Todos los autores participaron en la concepción y el desarrollo del trabajo.

Financiación: Financiado por el Ministerio de Salud, Brasil.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses relacionado con esta investigación, la autoría o la publicación de este artículo.

Cómo citar este artículo:

Santos AF, Melo MCB, Freitas MAC, Perillo RD, Torres RM, Penna GC, Peixoto RTRC, Amaral CEM, Godoy SCB. Centro de Telesalud de la Facultad de Medicina de la UFMG: experiencias y perspectivas. Revista Latinoamericana de Telesalud. Belo Horizonte; 2024; 11(3):280-292. ISSN: 2175-2990.

Centro de Telesalud de la Facultad de Medicina de la UFMG: Experiencias y Perspectivas

Maria do Carmo Barros de Melo	Profesor Titular y miembro del Núcleo de Telesalud de la Facultad de Medicina de la Universidad Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brasil. Correo electrónico: mcbmelo@gmail.com
Mariana Abreu Caporali de Freitas	Doctoranda del Programa de Posgrado en Salud Pública de la Facultad de Medicina de la Universidad Federal de Minas Gerais. Investigadora del Núcleo de Tecnología en Salud, Facultad de Medicina, Universidad Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brasil. Correo electrónico: caporalimariana@gmail.com
Rosangela Durso Perillo	Investigadora del Núcleo de Tecnología en Salud, Facultad de Medicina, Universidad Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brasil. Correo electrónico: rosangeladurso.perillo@gmail.com
Rosália Moraes Torres	Profesora Asociada y miembro del Núcleo de Telesalud de la Facultad de Medicina de la Universidad Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brasil. Correo electrónico: rosaliamoraistorres@gmail.com
Gustavo Cancela e Penna	Profesor de la Facultad de Medicina y miembro del Núcleo de Telesalud de la Facultad de Medicina de la Universidad Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brasil. Correo electrónico: gustavocpenna@gmail.com
Rogeli Tiburcio Ribeiro da Cunha Peixoto	Profesora Asociada de la Escuela de Odontología de la Universidad Federal de Minas Gerais. Coordinadora de la Teleodontología de la UFMG. Belo Horizonte (MG), Brasil. Correo electrónico: rogeliipeixoto@gmail.com
Carlos Eduardo Menezes Amaral	Profesor Adjunto del Departamento de Medicina Preventiva y Social de la Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG). Investigador del Núcleo de Tecnología en Salud, Facultad de Medicina, Universidad Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brasil. Correo electrónico: caduamaral@gmail.com
Solange Cervinho Bicalho Godoy	Profesora de la Escuela de Enfermería y coordinadora de la Telenfermería de la Universidad Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brasil. Correo electrónico: solangecgodoy@gmail.com
Alaneir de Fátima dos Santos	<i>Autora correspondiente:</i> Profesora Adjunta del Departamento de Medicina Preventiva y Social de la Facultad de Medicina de la UFMG y Coordinadora General del Núcleo de Telesalud de la Facultad de Medicina de la Universidad Federal de Minas Gerais. https://orcid.org/0000-0002-7674-0449 . Correo electrónico : laines@uol.com.br

Fecha de recepción: 7 de noviembre de 2025| Fecha de aprobación: 4 de febrero de 2026

Resumen

Introducción: La Salud Digital se está expandiendo a nivel mundial, fomentando la interacción entre profesionales y la creación de nuevas habilidades interdisciplinarias para mejorar la atención médica. El Centro de Telesalud de la Facultad de Medicina de la Universidad Federal de Minas Gerais (NUTEL FM/UFMG) fue creado en 2006. Posee un historial de experiencias exitosas, superando barreras geográficas y apoyando a los servicios de salud pública para superar desafíos y actuar de manera más decidida y organizada. **Objetivo:** Describir la experiencia y trayectoria de NUTEL/FM/UFMG, especialmente las relacionadas con los servicios públicos de telesalud y las innovaciones tecnológicas. **Método:** Informe de experiencia con un enfoque descriptivo y exploratorio basado en la trayectoria de NUTEL/FM/UFMG, contando con documentos, artículos y registros de acciones de los coordinadores. **Resultados:** Los hallazgos permiten una actualización y reflexión sobre la importancia de invertir recursos financieros y humanos en el área. Entre julio de 2015 y abril de 2025, se realizaron 51.232 teleconsultas con especialistas en diversas áreas, además de conferencias web y cursos a distancia. Cada vez se desarrollan más proyectos centrados en la innovación tecnológica. **Conclusión:** NUTEL/FM/UFMG cuenta con un amplio campo de acción, realizando teleconsultas, conferencias web, cursos a distancia y proyectos de innovación tecnológica, con la participación de profesionales, profesores y académicos con amplia experiencia de programas de grado y posgrado de la UFMG. La presencia de especialistas en Salud Digital es crucial para superar barreras, afrontar desafíos e impulsar el progreso.

Palabras clave: Telesalud, Salud Digital, Innovación Tecnológica, Teleconsulta, Educación a Distancia

Telehealth Center of the Faculty of Medicine at UFMG: Experiences and Perspectives

Abstract

Introduction: Digital Health is expanding worldwide, fostering collaboration among professionals and the development of new interdisciplinary skills to improve healthcare. The Telehealth Center of the School of Medicine at the *Universidade Federal de Minas Gerais* (NUTEL FM/UFMG) was created in 2006. It has a historical record of successful experiences, overcoming geographical barriers and supporting public health services to overcome challenges and act in a more decisive and organized manner. **Objective:** To describe the experience and trajectory of NUTEL/FM/UFMG, especially those related to public telehealth services and technological innovations. **Method:** Experience report with a descriptive and exploratory approach, based on the trajectory of NUTEL/FM/UFMG and in documents, articles, and records of the coordinators' actions. **Results:** The findings allow for an update and reflection on the importance of investing financial and human resources in the area. Between July 2015 and April 2025, 51,232 teleconsultations were conducted with specialists in various areas, in addition to web conferences and distance learning courses. Projects focused on technological innovation are also being developed. **Conclusion:** NUTEL/FM/UFMG has a broad scope of activity, conducting teleconsultations, web conferences, distance learning courses, and technological innovation projects, with the participation of experienced professionals, professors, and undergraduate and postgraduate students from UFMG. Digital Health specialists are crucial to overcome barriers, meeting challenges, and promoting advancements.

Key-words: Telehealth, Digital Health, Technological Innovation, Teleconsultation, Distance Education

Núcleo Telessaúde da Faculdade Medicina da UFMG: Experiências e Perspectivas

Resumo

Introdução: A Saúde Digital está em expansão em todo o mundo, propiciando a interação de profissionais e a criação de novas competências interdisciplinares para a melhor assistência à saúde. O Núcleo de Telessaúde da Faculdade de Medicina da *Universidade Federal de Minas Gerais* (NUTEL FM/UFMG) foi criado em 2006. Possui um registro histórico de experiências exitosas, transpondo barreiras geográficas e apoiando os serviços públicos de saúde a superar os desafios e atuar de forma mais resolutiva e organizada. **Objetivo:** Descrever a experiência e a trajetória do NUTEL/FM/UFMG, em especial os relacionados aos serviços públicos de telessaúde e em inovações tecnológicas. **Método:** Relato de experiência com abordagem descritiva e exploratória baseado na trajetória do NUTEL/FM/UFMG, baseado em documentos, artigos e registros das ações de coordenadores. **Resultados:** Os achados permitem uma atualização e reflexão sobre a importância de investimentos de recursos financeiros e humanos na área. Entre julho de 2015 e abril de 2025, foram realizadas 51.232 teleconsultorias com especialistas em diversas áreas, além de webconferências e cursos à distância. De forma crescente, também vêm sendo desenvolvidos projetos voltados à inovação tecnológica. **Conclusão:** O NUTEL/FM/UFMG tem uma atuação ampla, realizando teleconsultorias, webconferências, cursos EaD, projetos de inovação tecnológica, contando com a participação de profissionais experientes, professores e acadêmicos dos cursos de graduação e pós-graduação da UFMG. A presença de especialistas em Saúde Digital é crucial para superar barreiras, vencer os desafios e promover avanços.

Palabras-chave: Telessaúde, Saúde Digital, Inovação Tecnológica, Teleconsultoria, Educação a Distância

INTRODUCTION

La telesalud complementa la atención presencial y supera las barreras geográficas, lo que exige nuevas competencias profesionales, éticas y de seguridad de datos, un contexto impulsado por los avances tecnológicos tras la pandemia de COVID-19¹. La atención remota amplía el acceso y mejora los resultados de salud², mientras que la inteligencia artificial optimiza la práctica clínica, desde el diagnóstico hasta la gestión y el seguimiento terapéutico³.

Brasil es un país de dimensiones continentales con contrastes socioeconómicos y culturales, con diferencias en la infraestructura y cualificaciones profesionales. El Programa de Salud de la Familia (PSF) ha cambiado la distribución de las ofertas, y el Ministerio de Salud ha invertido recursos para reducir estas disparidades. El Sistema Único de Salud de Brasil (SUS) ha priorizado la atención primaria de salud (APS), y la telesalud se ha considerado, a partir de 2006, una acción estratégica nacional para agilizar

la respuesta y aumentar la resolución, buscando la equidad en la atención⁴.

En Belo Horizonte, capital del estado de Minas Gerais, Brasil, el Programa BH-Telesalud fue creado inicialmente en 2004 y 2003⁵, vinculando las unidades de atención primaria de salud con las unidades de enseñanza de la Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG), con participación efectiva en las áreas de medicina, enfermería, odontología, nutrición y gestión de salud, constituyendo en esa época el proyecto más amplio y consistente de nuestro país. Se consideró un modelo para la implementación del Proyecto y, posteriormente, del Programa Nacional de Telesalud⁶, que dio origen al Programa "Telesalud Brasil Redes" con el objetivo de apoyar la Atención Primaria de Salud, siendo un componente del Programa de Recalificación de Unidades Básicas de Salud (UBS), que busca aumentar la efectividad de la Atención Primaria de Salud y promover su integración con toda la Red de Atención de Salud⁷. Esta última ha experimentado varios cambios y actualmente la Secretaría de Información y Salud Digital – SEIDIGI coordina la transformación digital

del SUS con el objetivo de ampliar el acceso, promover la integralidad y la continuidad de la atención de salud. Trabaja en colaboración con las secretarías del Ministerio de Salud, con profesionales de salud y con gestores del SUS en el uso de soluciones digitales, como, por ejemplo, la historia clínica electrónica, la telesalud, la difusión de información estratégica en salud y la protección de datos⁸.

En el Centro de Telesalud de la Facultad de Medicina de la Universidad Federal de Minas Gerais (NUTEL FM/UFGM) se utilizan herramientas en el proceso de cualificación de profesionales de la salud para la formación continua de equipos mediante teleeducación, teleconsultas y telediagnóstico, contribuyendo a la mejoría de la atención en las unidades de salud y cooperando en la formación continua de profesionales vinculados al SUS. NUTEL FM/UFGM participó activamente en la implementación del Programa BH-Telesalud y, posteriormente, en las etapas de implementación de la telesalud en la Atención Primaria de Salud en Brasil, además de producir material científico (revistas, libros, capítulos, artículos y registros documentales), materiales educativos y proyectos de innovación tecnológica. El objetivo de este estudio es describir la trayectoria, las acciones desarrolladas y los principales resultados alcanzados por el Centro de Telesalud de la Facultad de Medicina de la UFGM entre 2006 y 2025, abarcando actividades de atención sanitaria, educación, innovación tecnológica y cooperación nacional e internacional.

METODOLOGÍA

Se trata de un informe de experiencia con un enfoque descriptivo y exploratorio, elaborado a partir de la trayectoria del Centro de Telesalud de la Facultad de Medicina de la Universidad Federal de Minas Gerais (NUTEL/FM/UFGM). El período considerado abarca desde 2006 hasta abril de 2025, abarcando desde la implementación del centro hasta sus proyectos más recientes.

Las fuentes de información que sirvieron para elaborar este informe se basaron en tres conjuntos principales:

1. Documentos institucionales: informes anuales, planes de trabajo, reglamentos internos, materiales técnicos, registros operativos y

documentos utilizados en la gestión de las actividades del centro.

2. Bases de datos administrativas y asistenciales: datos consolidados en las plataformas SMART/Ministerio de Salud y NUTEL/FM/UFGM, incluyendo la producción de teleconsultas, registros de teleeducación e información de proyectos de telediagnóstico.

3. Informes de los profesionales del centro: información proporcionada por coordinadores y especialistas que participaron directamente en la organización y ejecución de las actividades, seleccionados por su desempeño estratégico a lo largo de los años. Se incluyeron documentos que presentaban información completa y validada institucionalmente sobre las acciones desarrolladas por el centro. Se excluyeron los materiales preliminares o no revisados.

El proceso de recopilación y organización de datos comenzó con la búsqueda de documentos a partir de los archivos institucionales y las plataformas electrónicas utilizadas por el centro. Los datos cuantitativos se extrajeron de informes oficiales estandarizados por el sistema. La información se organizó por año, tipo de acción (teleconsulta, teleeducación, telediagnóstico, innovación tecnológica) y área profesional. Los relatos de los profesionales se sistematizaron de forma narrativa, considerando aspectos operativos, desafíos enfrentados, cambios observados a lo largo del tiempo y perspectivas de expansión de las actividades.

El análisis siguió dos etapas complementarias: descriptiva y narrativa. El análisis descriptivo de datos cuantitativos, con la organización de la información en tablas y frecuencias relativas, permitió visualizar la evolución de las acciones y la participación de los municipios. El análisis temático de documentos e informes buscó identificar hitos históricos, avances, desafíos operativos e innovaciones incorporadas en las actividades del centro. Los hallazgos se integraron en una síntesis narrativa, estructurada según las principales áreas de actividad de NUTEL/FM/UFGM.

Se respetaron los aspectos éticos. Por ser un estudio se basa en datos administrativos agregados y documentos institucionales, sin identificación nominal de profesionales ni usuarios, no se considera una investigación envolviendo seres humanos, según la Resolución CNS n.º 510/2016.

PRESENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA Y DISCUSIÓN

Visión general

Beheshti et al. (2022) informan que el uso de la telemedicina como una opción viable para la prestación de servicios de calidad aumenta constantemente en los distintos niveles del sistema de salud⁹. A pesar del creciente uso de la telemedicina en los servicios de salud secundarios y terciarios, aún hay un largo camino por recorrer en el uso de esta tecnología en la salud pública y la atención primaria. Por otro lado, el inicio de las actividades de NUTEL/FM/UFMG estuvo marcado por la inversión en salud pública, especialmente en atención primaria, siendo uno de los servicios pioneros en Brasil en este ámbito. Inicialmente, abarcaba el municipio de Belo Horizonte (Programa BH-Telesalud), capital del estado de Minas Gerais (MG), Brasil. El Proyecto Nacional de Telesalud de Brasil tuvo su inicio marcado por la experiencia adquirida en el programa BH-Telesalud, que tuvo cambios a lo largo del tiempo, pasando por las "Redes de Telesalud Brasil", y actualmente las acciones son coordinadas por SEIDIGI.

La NUTEL FM/UFMG ha participado de forma activa, especialmente en las áreas de teleenfermería, telemedicina y teleodontología, mediante la realización de cursos a distancia, conferencias web sobre temas relevantes y teleconsultas formativas como forma de formación continua y apoyo a la Atención Primaria de Salud en municipios del estado de Minas Gerais. Ha apoyado la estructuración de la telesalud en otros estados brasileños, como Piauí y Maranhão, y en países de América Latina. Su alcance se ha ampliado progresivamente a otras áreas de la salud, como la administración, la nutrición y la psicología. Estudiantes y preceptores de carreras de salud de grado en la UFMG reciben apoyo de especialistas para la toma de decisiones durante sus prácticas rurales, unas prácticas curriculares obligatorias.

Según una investigación de datos de SMART, plataforma nacional que consolida la producción de teleconsultas contabilizando cada interacción (una misma teleconsulta puede contener más de una pregunta o respuesta), se registraron un total de 48.119 interacciones entre 2016 y 2024. Esta investigación también muestra el número de municipios activos, o sea, que realizaron al menos una teleconsulta al año. Actualmente, 140 municipios de Minas Gerais están vinculados a NUTEL/FM/UFMG (Tabla 1).

Tabla 1 - Número de teleconsultas realizadas por NUTEL/FM/UFMG (combinación de los centros BH, Contagem, Brumadinho y FM/UFMG) – 2016 a 2024

Año	Municipios Activos	Teleconsultas*
2016	77	2610
2017	105	4059
2018	102	6779
2019	106	6794
2020	70	3000
2021	107	3249
2022	91	2679
2023	85	7837
2024	90	11.112

Source: SMART/MS.

* Interactions within the same teleconsultation are recorded.

Table 2 shows the number of teleconsultations answered in various areas, conducted within the Primary Health Care/SUS system in Minas Gerais over the past ten years (July 2015 to March 2025), totaling 51,232. Unlike the consolidated SMART data presented above, these data reflect each teleconsultation performed, without counting interactions within the same teleconsultation.

Table 2 - Number of teleconsultations registered at NUTEL/FM/UFGM, across all specialties, between 2015 and 2025.

Año	Nº Teleconsultas
2015	1783
2016	5087
2017	4073
2018	5144
2019	5400
2020	2206
2021	2410
2022	2137
2023	6838
2024	10630
2025	5524
Total	51232

Fuente: Datos extraídos de la Plataforma NUTEL/FM/UFGM. Elaborado por los autores.

De este total, 45.201 registraron información sobre la intención previa de ser enviados. Se observa que, en aproximadamente el 40% de estos casos, el profesional de salud declaró su intención de enviar al paciente antes de realizar la teleconsulta (Tabla 3).

Tabla 3 - Registro de la intención previa de derivar en teleconsultas en NUTEL/FM/UFGM, en todas las especialidades, entre 2015 y 2025.

Intención de enviar		
	N	%
Sí	18026	39,88%
No	27175	60,12%
Total	45201	100,00%

Fuente: Datos extraídos de la Plataforma NUTEL FM UFGM. Elaborado por los autores. Periodo: Julio de 2015 a marzo de 2025.

La Plataforma NUTEL FM UFGM cuenta con un campo opcional donde el profesional de salud solicitante puede informar la acción tomada tras la consulta telefónica. Considerando una muestra de 28.626 teleconsultas con este campo debidamente completado, fue posible analizar el impacto de la teleconsulta en la reducción de derivaciones (Tabla 4). Estos resultados resaltan el potencial de la teleconsulta para mejorar la efectividad de la atención primaria de salud y optimizar los flujos de derivaciones en el sistema de salud.

Tabla 4 - Registro de la gestión de casos clínicos tras las consultas telefónicas en NUTEL/FM/UFGM, en todas las especialidades, entre 2015 y 2025.

Conducta		
	N	%
Mantener en la unidad	20.864	72,73%
Enviar niveles secundarios	7350	25,62%
Enviar niveles terciarios	472	1,65%
Total	28.686	100,00%

Fuente: SMART/MS.

* Se contabilizan interacciones dentro de la misma teleconsulta.

Las teleconsultas realizadas se ofrecieron para 108 especialidades. Las más solicitadas fueron Dermatología (19%), seguida de Cardiología (9,5%), Ortopedia y Traumatología (5,7%), Endocrinología y Metabolismo (4%), Medicina Interna (4%) y Ginecología (3%). Cabe destacar que las respuestas ofrecidas constituyen una segunda opinión formativa, a la vez que apoyan la práctica clínica y contribuyen a la formación de los profesionales de Atención Primaria de Salud (APS) en los temas tratados.

Teleodontología

El proyecto de extensión "Teleodontología" de la Facultad de Odontología de la UFGM ha estado activo en la APS desde 2005. Organiza, articula y apoya acciones de extensión relacionadas con la salud bucal en Minas Gerais. Las principales actividades del proyecto incluyen Teleeducación y Teleconsultas, dirigidas

especialmente a profesionales de la salud del SUS, estudiantes de Odontología y otros miembros del servicio¹⁰.

Las conferencias web son contextualizadas, promoviendo la actualización continua para una atención basada en evidencias científicas. Consideran las dudas y necesidades señaladas por los propios profesionales de los servicios públicos. Estas transmisiones se realizan en vivo en el canal de YouTube NUTEL/FM de la UFMG, y se puede acceder posteriormente tanto en ese canal como en el sitio web del proyecto: <https://www.odonto.ufmg.br/teleodontologia/>¹¹. En los años 2023 y 2024, se realizaron 18 conferencias web en diversas áreas, con un total de 13.410 visualizaciones.

Las teleconsultas, realizadas a través de la plataforma de Telesalud de Minas Gerais (MG), engloban 140 municipios de Minas Gerais y atienden a profesionales que solicitan una segunda opinión. Estas solicitudes son respondidas por profesores de la Facultad de Odontología de la UFMG, en 13 especialidades. En 2023, se realizaron 216 teleconsultas y, en 2024, 178. Durante este período, las especialidades más solicitadas fueron Patología (32,23%) y Cirugía (18,27%). Estas respuestas han contribuido a reducir significativamente la necesidad de derivaciones a atención especializada y a aumentar la eficacia de la Atención Primaria de Salud¹².

Desde 2016, el proyecto cuenta con un sitio web dedicado a la Teleodontología, que ofrece información sobre sus actividades, incluyendo un calendario de conferencias web y directrices de acceso. Las conferencias web se almacenan en una videoteca organizada por especialidades, facilitando sus búsquedas. El sitio web también ofrece materiales didácticos y educativos, acceso a la Biblioteca Virtual de Salud, producidos en proyectos desarrollados en la Facultad de Odontología de la UFMG, así como artículos publicados en el área. Además del sitio web, el proyecto se promociona en Instagram, donde comparte sus actividades y actualmente cuenta con 1220 seguidores. Es un proyecto educativo, interdisciplinario, político y científico que promueve una interacción transformadora entre la universidad y la sociedad, contribuyendo a la calidad de la atención y al fortalecimiento de la salud digital en el SUS.care¹².

Teleenfermería

La Escuela de Enfermería de la UFMG, a través del "Proyecto Teleenfermería", integra el equipo NUTEL/FM/UFMG, desarrollando actividades de formación profesional a distancia, envolviendo docentes, alumnos y el equipo de enfermería de las unidades de salud. Entre 2022 y 2024, se realizaron 60 conferencias web, cuyas áreas temáticas más destacadas fueron la salud de la mujer, la nutrición, la salud mental y psiquiátrica, el tratamiento de heridas y la gestión de la salud. Las conferencias web alcanzaron 20.737 visualizaciones, lo que indica que el uso de la tecnología es una herramienta importante que puede impactar positivamente en la calidad de las prácticas de cuidado en la red de servicios del SUS, contribuyendo a la investigación y la promoción de la educación para la salud.

Los profesionales del Programa de Salud Familiar derivan sus solicitudes a cualquier especialidad según sea necesario, ya sea enfermería, medicina, odontología, nutrición o gestión de servicios de salud. Específicamente para enfermería, entre 2015 y 2025, se derivaron un total de 2.612 teleconsultas para las siguientes especialidades: enfermería, educación para la salud, fundamentos de enfermería, gestión de la salud, procesos de trabajo en salud, salud infantojuvenil, salud de la mujer, salud del adulto y del adulto mayor, evaluación cardiovascular, salud familiar, salud mental y psiquiatría, sistematización de la atención de enfermería y cuidado de heridas. Entre las especialidades solicitadas para Teleenfermería, se destacaron el cuidado de heridas (36%), la salud de la mujer (19%), la enfermería (15%), la salud infantojuvenil (9%), la salud familiar (6%) y la educación para la salud (3%).

Los datos muestran una aproximación temática entre las teleconsultas y las conferencias web. Se observa que las dudas sobre el tratamiento de heridas son más frecuentes en las teleconsultas, mientras que los temas abordados en las conferencias web se centraron en el área de enfermería en general, abordando diversos asuntos, incluyendo las relacionadas con el cuidado de heridas. El estudio demuestra que los profesionales utilizan los recursos de telesalud para debatir la realidad sanitaria en las UBS, reafirmando la importancia y los beneficios para el desarrollo profesional, la mejora de la atención al usuario, la reducción de costes y el aumento de la eficacia de la APS.

Telemedicina

El área de Telemedicina constituye un importante eje de actividad para NUTEL/FM/UFGM, con énfasis en las teleconsultas, además de iniciativas como conferencias web, apoyo a prácticas rurales y acciones de formación continua dirigidas a estudiantes, preceptores y profesionales de Atención Primaria de Salud. El proyecto cuenta con un sitio web específico que recopila información sobre las acciones desarrolladas, un calendario de reuniones virtuales, así como materiales educativos y acceso a la Biblioteca Virtual de Salud.

La telemedicina también se incluye en el programa de conferencias web, junto con otras áreas. Profesores, residentes o invitados externos abordan temas relevantes para la Atención Primaria de Salud (APS). Las sesiones se transmiten en directo en el canal de YouTube, pero se puede acceder a ellas posteriormente a través de la biblioteca de YouTube.

En cuanto a las teleconsultas, las demandas destinadas al área médica están aumentando, representando cerca de 89,0% del total. Entre julio de 2015 y abril de 2025, se realizaron 45.609 teleconsultas. Los casos son derivados por los equipos de la Estrategia de Salud Familiar y las respuestas son proporcionadas de forma asincrónica por profesores especialistas. En el caso de la Telemedicina, esto abarca hasta 67 subáreas distintas en diferentes especialidades (Tabla 5), idealmente en un plazo de 72 horas.

Tabla 5 - Número de teleconsultas en el área médica realizadas por NUTEL/FM/UFGM entre 2015 y 2025

Especialidad	Nº teleconsultas respondidas
Alergia e Inmunología	6
Angiología	846
Anorexia y Bulimia	7
Cardiología	4860
Cardiología Pediátrica	18
Cirugía General	463
Cirugía Ginecológica	73
Cirugía Pediátrica	66

Cirugía Vascular	213
Clínica Médica	2054
Covid-19 Epidemiología - Coronavirus	16
Covid-19 Infectología - Coronavirus	29
Covid-19 Med Dudas - Coronavirus	21
Covid-19 Salud Mental - Coronavirus	3
Covid-19 Exámenes, Análisis Clínicos y Diagnósticos	6
Dengue, Chikunguña, Zika, Microcefalia / Orientación	48
Dermatología	9809
Dermatología - Hansenología	26
Endocrinología y Metabolismo	2065
Endocrinología Pediátrica	162
Gastroenterología	1604
Gastroenterología / Hepatología	557
Gastroenterología Pediátrica	87
Geriatría	368
Ginecología	1870
Ginecología / Reproducción Humana	148
Ginecología y Obstetricia	1567
Ginecología y Obstetricia / Dengue, Chikunguña, Zika...	11
Hematología	1762
Hematología y Hemoterapia	17
Hematología y Hemoterapia Pediátrica	113
Infectología	963
Infectología / Dengue, Chikunguña, Zika, Microcefalia...	38
Infectología Pediátrica	32
Mamografía	8
Mastología	328

Medicina de Familia y Comunidad	186
Medicina del Adolescente	9
Medicina Fetal	3
Medicina Nuclear	4
Medicina Paliativa	18
Medicina Preventiva y Social	13
Nefrología	830
Nefrología Pediátrica	55
Neurofibromatosis	1
Neurología	2170
Neurología / Dengue, Chikunguña, Zika, Microcefalia	8
Neurología Pediátrica	335
Neurología Pediátrica / Dengue, Chikunguña, Zika	1
Oftalmología	331
Oncología	106
Ortopedia y Traumatología	2934
Otorrino Pediátrica	152
Otorrinolaringología	689
Pediatría	1289
Pediatría / Dengue, Chikunguña, Zika, Microcefalia	6
Pediatría / Acompañamiento del Recién nacido con Microcefalia	9
Neumología / Tuberculosis	111
Neumología General	1014
Neumología Pediátrica	86
Psiquiatría	1121
Radiología Convencional y Tomografía Computada	767
Resonancia Magnética - Musculoesquelético	1
Reumatología	1695
Reumatología Pediátrica	1

Ultrasonido - Medicina Interna	1
Urología	1399

Fuente: Datos extraídos de la Plataforma NUTEL/FM/UFMG. **Elaborado por los autores. Periodo:** Julio de 2015 a marzo de 2025.

Al analizar únicamente la muestra relacionada con el área médica, las especialidades más solicitadas fueron dermatología y cardiología (Tabla 6).

Tabla 6 - Número de teleconsultas por especialidades más solicitadas en el área médica en la UFMG (2015-2025)

Especialidad	Número de teleconsultas N / (%)
Dermatología	9809 (26,4%)
Cardiología	4860 (13%)
Ortopedia y traumatología	2934 (7,9%)
Neurología	2170 (5,8%)
Endocrinología y metabolismo	2065 (5,6%)
Clínica médica	2054 (5,5%)
Ginecología	1870 (5%)
Hematología	1762 (4,7%)
Reumatología	1695 (4,6%)

Fuente: Datos extraídos de la Plataforma NUTEL/FM/UFMG. **Elaboración propia.**

Proyecto SES/MG

El proyecto “Incorporación de teleconsultas en el flujo de atención especializada del SUS en Minas Gerais” comenzó en 2024. Está coordinado por la Secretaría Estatal de Salud (SES) de Minas Gerais y ejecutado por NUTEL/FM/UFMG, el Centro de Telesalud del Hospital de Clínicas de la UFMG y la Fundación Educativa Lucas Machado (FELUMA). Busca superar los desafíos de la mala distribución e insuficiencia de especialistas, promover una mejor interacción entre los profesionales de la APS y atención secundaria, y optimizar las derivaciones a la atención secundaria. Abarca 465 municipios y tiene el potencial de beneficiar a 18,61 millones de habitantes. Inicialmente, se ofreció capacitación a distancia a los profesionales de la APS y, posteriormente, se implementaron las teleconsultas con la elaboración de flujo de atención especializada y el monitoreo de las

acciones desarrolladas. El enfoque principal es la salud materno-infantil, pero se ofrecen teleconsultas en diversas especialidades: cardiología, endocrinología, nefrología, ginecología y obstetricia, mastología, ortopedia, neumología, dermatología, pediatría, urología, proctología, reumatología y gastroenterología. Cada municipio participante estableció sus metas. Los resultados iniciales en 2024 mostraron la participación de 174 municipios, con 5970 teleconsultas realizadas. La tasa de derivación a atención secundaria fue del 23,6 %. La satisfacción de los profesionales de APS con los resultados obtenidos fue del 94 %.

NUTEL/FM/UFMG es responsable de 77 municipios en 3 macrorregiones del estado.

Expansión de la Telesalud en América Latina

El centro actual actúa en la expansión de la telesalud regional a través del Laboratorio Latinoamericano de Telesalud (2006), una red colaborativa que ha integrado a especialistas de 14 países durante casi 20 años. Sus contribuciones incluyen la formación profesional, la difusión de buenas prácticas y publicaciones de referencia, como Desarrollo de la telesalud en América Latina: aspectos conceptuales y estado actual (2014) y el trabajo en curso Telesalud en América Latina: un legado en movimiento. Desde 2024, el grupo lleva a cabo la investigación "Calidad de los Servicios de Telesalud en América Latina", basada en la norma ISO 13131:2021. El estudio evalúa el conocimiento y la implementación de estándares internacionales de calidad centrados en la planificación de servicios, la gestión de riesgos y la tecnología en la región.

Revista Científica

Creada en 2009 por la UFMG, con el apoyo del Centro Nacional de Excelencia Tecnológica de México, la Revista Latinoamericana de Telesalud es una publicación trimestral de acceso abierto centrada en la salud digital, la IA y la educación a distancia. La revista acepta artículos en portugués, español e inglés, adoptando el modelo de Ahead of Print desde 2023 para una difusión más rápida. Afiliada a la ABEC, tiene ISSN 2175-2990 y utiliza la abreviatura Latin Am J telehealth para las citas.

Teleoftalmología en Minas Gerais (MG)

La implementación de la teleoftalmología en la APS en Minas Gerais busca fortalecer la atención de la diabetes y la hipertensión,

principales causas de ceguera prevenible^{13,14}. De acuerdo con la Ley 13.895/2019¹⁵, la estrategia busca superar la escasez de servicios especializados en el SUS¹⁶. El proyecto, una colaboración entre NUTEL FM/UFMG y los municipios, utiliza retinógrafos portátiles y, desde diciembre de 2023, inteligencia artificial para la detección, con informes médicos emitidos en 72 horas.

Entre marzo de 2023 y septiembre de 2024, se analizaron 2158 exámenes, priorizando a pacientes con diabetes (72%) e hipertensión (82,5%). El perfil predominante fue el femenino (67,7%), entre 60 y 69 años. Del total, el 45,1% (973) presentó resultados normales, lo que evitó la derivación, mientras que el 39,1% (843) presentó alteraciones, con prevalencia de retinopatía hipertensiva (44,8%) y retinopatía diabética (27,5%).

En 2025, la iniciativa se amplió a través de la Práctica Rural de la UFMG, integrando docencia y servicio. Los resultados confirman la eficacia de la telesalud y la IA para reducir las listas de espera, mejorar el cribado y optimizar los flujos de derivación en el SUS/MG.

Telesalud en la Pandemia de COVID-19

Durante la pandemia de COVID-19, NUTEL/FM/UFMG fortaleció su apoyo a la Atención Primaria de Salud (APS) ampliando la oferta de teleconsultas, capacitación y canales de información^{17,18,19}. El impacto de esta integración se analizó en un estudio transversal²⁰ con 260 equipos de APS en 2020. Si bien la infraestructura de telesalud se calificó mayoritariamente como deficiente (43%) y regular (40%), se encontró una correlación positiva significativa ($p < 0,001$): a mayor disponibilidad de recursos de telesalud, mejor estructuración de la unidad para afrontar la pandemia, lo que demuestra su contribución a una respuesta sanitaria más robusta.

Teleconsultas y Teleconsultas Sincrónicas

Un proyecto piloto de teleconsultas sincrónicas se encuentra en su fase inicial de implementación. Se está construyendo una plataforma para facilitar la prestación de estos servicios. En cuanto a las oficinas de teleconsultas, el servicio permitirá a los profesionales de la salud de la red del SUS de Minas Gerais discutir casos clínicos con especialistas en tiempo real mediante la programación de citas. En cuanto a las teleconsultas, el proyecto busca que los usuarios del SUS de Minas Gerais, derivados a consultas especializadas, puedan programar y recibir

atención a distancia. Las especialidades que se ofrecerán inicialmente en ambos servicios serán endocrinología, neumología y gastroenterología, con la posibilidad de añadir nuevas especialidades según la demanda

Teleasistencia Farmacéutica para la Titulación de Selexipag en Pacientes con Hipertensión Arterial Pulmonar

Desarrollado por SECTICS en colaboración con SEIDIGI, UFMG, UFG, CONASS y las secretarías de salud estatales (ES y PR), el proyecto piloto de telecuidado farmacéutica se centró en el manejo de pacientes con hipertensión arterial pulmonar (HAP) que utilizan selexipag. La iniciativa monitoreó rigurosamente la titulación de dosis en 16 pacientes mediante teleconsultas farmacéuticas semanales e interconsultas médicas especializadas. La experiencia validó la telesalud como una herramienta eficaz para garantizar la seguridad farmacoterapéutica y la atención integral en enfermedades graves, estableciendo un modelo escalable para otras afecciones clínicas complejas dentro del Sistema Único de Salud (SUS).

Innovación Tecnológica

La innovación tecnológica es fundamental para el desarrollo del país, y las universidades, especialmente las públicas, desempeñan un papel fundamental en la búsqueda de la interacción entre profesionales para crear soluciones y productos que permitan lograr una mejor atención sanitaria para la población. Fortalecer la APS es crucial para mejorar la calidad de vida de la población y promover la equidad en la atención de salud. Sin embargo, desafíos como la organización del acceso a las unidades de salud y la identificación temprana de personas en riesgo comprometen la eficacia de este nivel de atención.

IA en APS

NUTEL FM/UFMG ha estado trabajando en algunos proyectos de innovación tecnológica, incluyendo un proyecto que aplica modelos de IA para gestionar el acceso y predecir el riesgo en la APS en el municipio de Belo Horizonte. El proyecto busca desarrollar e implementar soluciones basadas en IA para optimizar la gestión del acceso y predecir el riesgo de consecuencias graves en la APS. La idea es adoptar un diseño de estudio longitudinal y cuantitativo estructurado en cuatro etapas:

(1) desarrollo y aplicación de modelos de IA para la predicción de riesgos en adultos;

(2) construcción de un sistema de IA para la gestión del acceso;

(3) implementación integrada de los sistemas en una unidad de salud; y

(4) evaluación del rendimiento e impacto de las soluciones aplicadas. Se utilizará una base de datos de la atención prestada entre 2014 y 2023, además de los datos primarios recopilados a partir de la implementación de los modelos. Entre las técnicas previstas en esta investigación se encuentran árboles de decisión, bosques aleatorios, Support Vector Machine (SVM) y redes neuronales profundas. El análisis metodológico incluirá análisis exploratorio de datos, preprocesamiento, validación cruzada de modelos y evaluación mediante métricas como precisión, sensibilidad, especificidad, AUC-ROC y F1-score. Además, se realizarán análisis estadísticos comparativos para evaluar el impacto de la IA en los tiempos de espera y en la tasa de atendimento. Se espera que la implementación de soluciones de IA mejore el acceso a la APS al optimizar el flujo de usuarios, reducir los tiempos de espera y permitir la priorización de los casos de mayor riesgo. La predicción precisa de resultados graves puede respaldar intervenciones preventivas oportunas, lo que contribuye a una mayor eficiencia, equidad y calidad de los servicios ofrecidos. Por lo tanto, este estudio refuerza el papel estratégico de la APS en el sistema de salud brasileño y establece las bases para la innovación tecnológica y la escalabilidad de las soluciones de IA en la atención primaria.

Otoscopia Digital

Este proyecto busca incorporar recursos de telesalud para la evaluación de la salud auditiva infantil en el contexto de la Atención Primaria de Salud (APS), en colaboración con la red de atención del SUS (Sistema Único de Salud) en Minas Gerais. El proyecto busca implementar servicios de teleconsulta clínica en la APS, especialmente en la especialidad de otorrinolaringología, con enfoque en las necesidades auditivas de los niños atendidos en el SUS. Además, busca promover la capacitación de médicos de los Equipos de Salud Familiar en esta área.

Se pretende adoptar el uso de un Otoscopio Virtual, que permitirá realizar exámenes con la posibilidad de emitir informes a distancia, y

realizar acciones de capacitación para profesionales mediante cursos de formación y videoconferencias. Estas actividades capacitan a los médicos de los equipos de salud familiar para realizar exámenes clínicos de audición, otoscopías, lavados de oído y eliminación de cerumen.

La telesalud comienza entonces a actuar de manera más efectiva como una herramienta importante para evitar la formación de listas de espera para una especialidad médica (otorrinolaringología) y al mismo tiempo actuar en la teleeducación.

Telemonitorización de UCI Neonatal

NUTEL FM/UFGM desarrolló con éxito un proyecto de telemonitorización de UCI Neonatal para SES/MG (21) en el período entre diciembre de 2012 y septiembre de 2014. Este proyecto creó un centro con personal de enfermería y neonatólogos de lunes a lunes, de 7:00 a 19:00, conectado a 33 municipios de MG. Se realizaron doce conferencias web, aproximadamente 6700 teleconsultas y se elaboraron diagramas de flujo de atención y un ebook sobre temas relevantes en el área. Se dispuso de camas virtuales y teleconsultas con especialistas, así como interacción con el centro de regulación de camas del estado. El proyecto se canceló por falta de recursos, pero en ese momento se consideró el desarrollo de un proyecto nacional de apoyo a la atención neonatal.

LLMs

Un área emergente de la tecnología de aprendizaje automático, los modelos de lenguaje de gran tamaño (LLM-large language models), se consideran disruptores tecnológicos de esta década, al igual que ChatGPT. Se integrarán en motores de búsqueda (Bing y Google) y productos de Microsoft en los próximos meses. Por lo tanto, cambiarán radicalmente la forma en que pacientes y médicos acceden y reciben información. La alfabetización en salud digital debe mantenerse a la vanguardia, tanto para médicos como para consumidores, a medida que las interacciones con los LLM se convierten en parte de la rutina.

Los servicios de telesalud asincrónicos que implican comunicación digital, como la monitorización remota, el almacenamiento y la derivación, o las consultas electrónicas, tienen el mayor potencial de escalamiento mediante el uso de LLMs. Los médicos que utilizan estos modelos para mejorar la práctica clínica deben comprender su naturaleza generativa y verificar toda la

información obtenida para garantizar su precisión clínica²².

La perspectiva de NUTEL es incorporar un sistema de búsqueda también basado en LLMs en las teleconsultas.

Transferencia de Tecnología Educativa

La alfabetización en salud digital para profesionales del sector salud y áreas afines de las tecnologías de la información y la comunicación ha sido desarrollada por nuestro centro. Los alumnos de los cursos de grado han recibido capacitación en el uso de herramientas de telesalud antes de realizar sus prácticas en zonas rurales del estado (prácticas rurales de la UFGM) y en estudios de posgrado a través de la disciplina de telesalud y en diversas áreas de posgrado de la UFGM. Colaboramos en el Programa de Posgrado en Salud Digital, Modalidad Profesional, Red de Educación a Distancia, coordinado por la Fundación Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) BRASILIA y la Red UNA-SUS/FIOCRUZ.

Nuestro centro cuenta con experiencia en la formación de profesionales de diversos estados brasileños y de Latinoamérica. En Latinoamérica, actúa como punto de convergencia entre países para la búsqueda de soluciones a problemas y alternativas.

Perspectivas futuras

Con base en nuestra experiencia, la perspectiva es ampliar la oferta de servicios e implementar proyectos de innovación tecnológica, fortaleciendo la implementación de la salud digital, para brindar equidad en la prestación de servicios de salud a la población.

Los proyectos de retinografía, otoscopia digital, uso de LLM, teleconsulta y teleconsulta sincrónica se encuentran en su fase inicial con un futuro prometedor. Otra área ampliamente debatida es la teleeducación, tanto para la formación de recursos humanos en el uso de la salud digital como para la mejora de la calidad de la atención en los servicios de salud.

El proyecto de telemonitorización en UCI neonatal ha obtenido excelentes resultados y se está debatiendo a nivel estatal y nacional.

A trajetória do Núcleo de Telessaúde da Faculdade de Medicina da UFGM demonstra como a saúde digital pode se consolidar como uma ferramenta estruturante para o SUS.

CONCLUSIÓN

La trayectoria del Centro de Telesalud de la Facultad de Medicina de la UFMG demuestra cómo la salud digital puede ser consolidada como una herramienta estructurante para el SUS.

A lo largo de los años, el centro ha ampliado sus áreas de actividad, incorporado diferentes tecnologías e integrado la enseñanza, la investigación y la asistencia, siempre en diálogo con las necesidades de los servicios de salud. Esta combinación de acciones ha contribuido a fortalecer la capacidad resolutoria de la Atención Primaria, apoyando a los profesionales en su atención diaria y acercando a los usuarios a los servicios especializados. Los resultados presentados muestran que la telesalud, cuando se organiza de forma planificada e integrada en las redes de atención, produce efectos concretos: reduce las derivaciones innecesarias, mejora las decisiones clínicas y amplía el acceso a exámenes y orientación especializados. Además, las iniciativas de formación continua y los proyectos de innovación tecnológica demuestran que NUTEL/FM/UFMG ha asumido un importante papel formativo, capaz de preparar a los profesionales para un escenario de transformación digital que ya no es el futuro, sino una realidad cotidiana.

Mismo con importantes avances, persisten desafíos que no pueden ser ignorados, como la necesidad de inversión continua, capacitación continua de equipos, actualizaciones de sistemas y la expansión de las estrategias de seguridad de la información. La rápida evolución de la inteligencia artificial también impone nuevas demandas, lo que exige que los servicios incorporen estas herramientas de forma ética, segura y cualificada.

Frente a esta trayectoria, es evidente que el fortalecimiento de la salud digital en Brasil depende del mantenimiento y la expansión de iniciativas como las de NUTEL/FM/UFMG. Este centro aún a experiencia acumulada, capacidad de innovación y articulación institucional que lo posicionan estratégicamente para apoyar políticas públicas y desarrollar soluciones que aborden las desigualdades regionales. Por lo tanto, sus acciones apuntan a un futuro en el que la telesalud seguirá contribuyendo a una mayor equidad, acceso y calidad de la atención médica.

REFERENCIAS

- 1) Ibarra-Peso J, Hechenleitner-Carvalho M, Zúñiga-San Martín C, Avendaño-Veloso A, Sepúlveda-Valenzuela E. Dimensions related to telemedicine and telehealth competencies of health professionals: A scoping review. *Medwave*. 2025 Apr 15;25(3):e3003. English, Spanish. doi: 10.5867/medwave.2025.03.3003.
- 2) Monteiro MRP, Torres MA, Godoy SCB. Educación Continua en Telenutrición para Profesionales de la Salud de la APS en MG. *Latin Am J telehealth Belo Horizonte*, 2024;10(1):52-56.
- 3) Hirani R, Noruzi K, Khuram H, Hussaini AS, Aifuwa EI, Ely KE, Lewis JM, Gabr AE, Smiley A, Tiwari RK, Etienne M. Artificial Intelligence and Healthcare: A Journey through History, Present Innovations, and Future Possibilities. *Life (Basel)*. 2024 Apr 26;14(5):557. doi: 10.3390/life14050557. PMID: 38792579; PMCID: PMC11122160.
- 4) Campos FE, Haddad AE, Wen CL, Alkmin MBM. Telessaúde em apoio à atenção primária à saúde no Brasil. In: Santos AF, Souza C, Alves HJ, Santos SF, organizadores. *Telessaúde: um Instrumento de Suporte Assistencial e Educação Permanente*. Belo Horizonte: Editora UFMG. 2006. p.59-74.
- 5) Santos AF, Santos SF, Melo MCB, Silva EM, Reis GA, Souza C. Telehealth in primary healthcare: an analysis of Belo Horizonte's experience. *Telemed J E Health*. 2011 Jan-Feb;17(1):25-9. doi: 10.1089/tmj.2010.0099.
- 6) Santos AF, Alkmin MBM, Souza C, Santos SF, Alves HA, Melo MCB. BH-Telessaúde: a experiência de um modelo de Telessaúde de baixo custo voltado para a área pública. In: Santos AF, Souza C, Alves HJ, Santos SF, organizadores. *Telessaúde: um Instrumento de Suporte Assistencial e Educação Permanente*. Belo Horizonte: Editora UFMG. 2006. p. 75-94
- 7) BRASIL. Telessaúde Brasil Redes: uma década de inovação. Rio de Janeiro: Rede Nacional de Ensino e Pesquisa; 2017. 274p
- 8) BRASIL. Secretaria de Informação e Saúde Digital [Internet]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/seidigi>. Acesso em 23 de abril de 2025.
- 9) Beheshti L, Kalankesh LR, Doshmangir L, Farahbakhsh M. Telehealth in Primary Health Care: A Scoping Review of the Literature. *Perspect Health Inf Manag*. 2022 Jan 1;19(1):1n. PMID: 35440933; PMCID: PMC9013222.
- 10) Peixoto RTRC, Lucas SD. Programa de Teleodontologia da UFMG. *Revista da ABENO*. 11(1):71-5. 2011. DOI: <https://doi.org/10.30979/rev.abeno.v11i1.43>

- 11) Universidade Federal de Minas Gerais. Teleodontologia UFMG [Internet]. Disponível em: <https://www.odonto.ufmg.br/teleodontologia/>
- 12) Lucas SD et al. Teleodontologia em Minas Gerais: situação atual e desafios. Revista Latinoamericana de Telessaúde. 2018;5(1):43-46. DOI: [https://doi.org/10.32443/2175-2990\(2018\)230](https://doi.org/10.32443/2175-2990(2018)230).
- 13) Malta DC, Andrade SSCDA, Oliveira TP, Moura LD, Prado RRD, & Souza MDFM D. (2019). Probabilidade de morte prematura por doenças crônicas não transmissíveis, Brasil e regiões, projeções para 2025. Revista Brasileira de Epidemiologia, 22, e190030.
- 14) Wong TY, Sabanayagam C. The War on Diabetic Retinopathy. Asia-Pacific Journal of Ophthalmology, 2019;8(6) p. 448–456.
- 15) BRASIL. Lei Nº 13.895, de 30 de outubro de 2019. Institui a Política Nacional de Prevenção do Diabetes e de Assistência Integral à Pessoa Diabética. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/l13895.htm
- 16) Bortoli JQ, Silber P C, Picetti E, Silva CFD, & Pakter HM. (2022). Retinografia como forma de rastreio de retinopatia diabética em hospital terciário do Sistema Único de Saúde. Revista Brasileira de Oftalmologia, 81, e0057.
- 17) Melo MCB, Ferri PM, Vasconcelos MMA, Reis ZSN, Godoy SCB, Palmeira VA, Rocha G, Torres RM, Tupinambás U. COVID-19: Distance learning to empower educators and health assistants in rural areas. J Educ Health Promot. 2022 Jun 30;11:183. doi: 10.4103/jehp.jehp_1303_21.
- 18) Freitas MAC, Santos AF, Silva MAM, Torres RM, Melo MCB. Websymposium as a tool in the training process of health professionals in the context of the pandemic in Minas Gerais. Latin Am J telehealth, Belo Horizonte, 2022; 9 (1): 116 - 120. ISSN: 2175-2990120.
- 19) Melo MCB, Tupinambás U, Ferri Liu PM, Godoy SCB, Torres RM, Palmeira VA, Rocha Gabriel, Reis ZSN. Covid-19: e-Learning as a tool for improving the knowledge. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 45, p. 181-189, 2021.
- 20) Matta-Machado ATGD, Pinto RDS, Peixoto RTRDC, Perillo RD, Borde EMS, Freitas MAC, Macieira C, Senna MIB, Godoy SCB, Aguiar RAT, Santos DF, Damos LMM, Oliveira VB, Santos AFD. Use of Telehealth Resources in Primary Care and Its Association with Facing the COVID-19 Pandemic in Minas Gerais, Brazil. Telemed J E Health. 2023 Dec;29(12):1878-1889. doi: 10.1089/tmj.2022.0441.
- 21) Melo MCB, Santos AF, Alves HJ, Queiroz TCN, Silva NLC. Telemonitoring of Neonatal Intensive Care Units: Preliminary Experience in the State of Minas Gerais, Brazil. Am J Perinatol. 2019 Mar;36(4):393-398. doi: 10.1055/s-0038-1668558.
- 22) Snoswell CL, Snoswell AJ, Kelly JT, Caffery LJ, Smith AC. Artificial intelligence: Augmenting telehealth with large language models. J Telemed Telecare. 2025 Jan;31(1):150-154. doi: 10.1177/1357633X231169055. Epub 2023 Apr 11. PMID: 37041736.

Declaración de responsabilidad: Todos los autores participaron en la concepción y el desarrollo del trabajo.

Financiación: Financiado por el Ministerio de Salud, Brasil.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses relacionado con esta investigación, la autoría o la publicación de este artículo.

Cómo citar este artículo:

Santos AF, Melo MCB, Freitas MAC, Perillo RD, Torres RM, Penna GC, Peixoto RTRC, Amaral CEM, Godoy SCB.

Centro de Telesalud de la Facultad de Medicina de la UFMG: experiencias y perspectivas. Revista Latinoamericana de Telesalud. Belo Horizonte; 2024; 11(3):293-305. ISSN: 2175-2990.