

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

Mauricio Velazquez Posadas (CENETEC) - Mexico

Administrative

Editors

Editores Administrativos

Editores Administrativos

Berenice Figueroa Cruz – México

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

Neuslene Rievers de Queiróz - Brasil

Samuel Gallegos Serrano – México

Technological Support

Support 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

Gabriela Dário Mendes Barros (UFMG) – Brasil

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

Alice Ramos dos Santos (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

Alice Ramos dos Santos (UFMG) - Brasil

Coordenação

Coordinación:

Gilberto Boaventura Carvalho

Coordination

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;
revlatinoamericanadetelessaude@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, Laboratório de Excelencia e Innovación en Telesalud y Centro Nacional de Excelência 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 Morales - Venezuela
Francisco G. La Rosa - USA
Francisco Locks - Brasil
Galo Berzaín 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

136 Digital Technologies: Tools for Increasing Vaccination Coverage

Tecnologías digitales: herramientas para aumentar la cobertura de vacunación

Tecnologias Digitais: Ferramentas Para Aumento Da Cobertura Vacinal

Valeria Madureira de Oliveira Melo
Maria do Carmo Barros de Melo
Gabriela de Oliveira Melo
Carolina de Oliveira Melo

152 E-gestante obstetric monitoring system implemented at the maputo central hospital (HCM), mozambique

Sistema de acompañamiento obstétrico e-gestante implementado en el hospital central de maputo (HCM), mozambique

Sistema de acompanhamento obstétrico e-gestante implementado no hospital central de maputo (HCM), moçambique

Hidelgio Novela
Lucas Lavo Antonio Jimo Miguel

168 Telehealth in Espírito Santo: An experience of technological innovation and integration in the state's public health system

Telesalud en Espírito Santo: Una experiencia de innovación e integración tecnológica en la salud pública de Espírito Santo

Telessaúde no Espírito Santo: Uma experiência de inovação tecnológica e integração na saúde pública capixaba

Mariana Rampinelli
Rodrigo Varejão Andreão
Marcelo Queiroz Schimidt
Jordano Ribeiro Celestrini
Gabriel Tozatto Zago
Ana Carolina Simões Ramos

194 Clinical scenario model for evaluating telemedicine competencies based on entrusted professional activities (EPAs)

Modelo de escenarios clínicos para evaluar competencias en telemedicina basado en actividades profesionales a confiar (APCs)

Núcleo saúde digital ufsc: Apoio e desenvolvimento de soluções em saúde digital para o SUS

Esther Mahuina Campos Castolo
Maria Isabel Rosales Cadena
Verónica Daniela Durán Pérez
Jorge Martínez López
Samantha Flores Paez
Alejandro Alayola Sanscores

218 Potentialities and Challenges of AI in Pediatric Airway Management: An Integrative Review

Potencialidades y Desafíos de la IA en el Manejo de la Vía Aérea Pediátrica: Una Revisión Integradora

Potencialidades e Desafios da IA no Manejo da Via Aérea em Pediatria: Uma Revisão Integrativa

Maria Laura Rezende Lima de Oliveira
Beatriz Lobo Nunes Verçosa
Adriana Teixeira Rodrigues
Marina Sales De Lucca Rodrigues
Juliana de Oliveira Otávio
Priscila Menezes Ferri Liu
Romina Aparecida dos Santos Gomes
Maria do Carmo Barros de Melo

245 Telehealth as support for primary health care in remote regions of Brazil: an integrative literature review

La telesalud como apoyo a la atención primaria de salud en regiones remotas de Brasil: una revisión integradora de la literatura

Telessaúde como apoio à atenção primária à saúde em regiões remotas no brasil: revisão integrativa da literatura
Geovana Batista de Campos
Shirley Karolina da Silva Ferreira

Digital Technologies: Tools for Increasing Vaccination Coverage

Maria do Carmo Barros de Melo

Postdoctoral researcher at the Federal University of Minas Gerais (UFMG). Coordinator of the Simulation Laboratory. E-mail: mcbmelo@ufmg.br.

Gabriela de Oliveira Melo

Medical student at the Pontifical Catholic University of Minas Gerais (PUC Minas). Tenth-semester medical student. E-mail: gabriela.melo1104@gmail.com.

Carolina de Oliveira Melo

Medical student at the Faculty of Medical Sciences of Minas Gerais. Eighth-semester medical student. E-mail: carolinamomelo@gmail.com.

Valeria Madureira de Oliveira Melo

Corresponding author: Master's degree student at the Federal University of Minas Gerais (UFMG). Substitute Professor at UFMG. <https://orcid.org/0009-0002-9527-8226>. E-mail: valeriamomelo@gmail.com.

Date of Receipt: Agosto 04, 2025 | Approval date: Maio 20, 2026

Abstract

Introduction: Despite the efficacy of vaccines, socioeconomic barriers and misinformation are challenging vaccination coverage. Digital tools have emerged as strategies to strengthen management and engagement; however, their practical integration in combating vaccine hesitancy still lacks supporting evidence. **Methods:** This study is an integrative review. Systematic review articles published up to January 2025, in Portuguese, English, or Spanish, that addressed the use of telemedicine to promote vaccination were included. The search was conducted in PubMed and LILACS databases, with articles selected via a peer-reviewed process following the PRISMA flow diagram. **Results:** The most frequently used and effective resources across the four selected reviews were text messages (SMS) and automated calls, standing out due to their low cost and speed. Other tools included interactive videos and electronic health records. Barriers such as "message fatigue" and infrastructure limitations were the primary obstacles identified. **Discussion:** Digital technologies are useful tools for increasing vaccination coverage and offer relatively low costs. Technology proves effective when adapted to the local context. Simple strategies offer good cost-effectiveness; however, digital exclusion and a lack of data interoperability may limit the reach of these innovations and exacerbate health inequities. **Conclusion:** Digital technologies hold promises for restoring vaccination coverage when integrated with digital inclusion policies, being a complementary support to in-person educational initiatives and active outreach efforts.

Key-words: Vaccination; Information technology; Vaccination coverage

Resumen

Tecnologías digitales: herramientas para aumentar la cobertura de vacunación

Introducción: A pesar de la efectividad de las vacunas, las barreras socioeconómicas y la desinformación dificultan la cobertura de la vacunación. Las herramientas digitales son una estrategia para fortalecer la gestión y la participación, pero su integración práctica para combatir la reticencia a la vacunación aún carece de evidencia. **Métodos:** Este es un estudio de revisión integradora. Se incluyeron artículos de revisión sistemática publicados hasta enero de 2025, en portugués, inglés o español, que abordan el uso de la telemedicina como medio para promover la vacunación. La búsqueda se realizó en las bases de datos PubMed y LILACS y fue revisada por pares mediante el flujo de trabajo PRISMA. **Resultados:** En cuatro revisiones seleccionadas, los mensajes de texto (SMS) y las llamadas automatizadas fueron los recursos más utilizados y efectivos, destacándose por su bajo costo y rapidez. Otras herramientas incluyeron videos interactivos y registros electrónicos de salud. Las barreras como la fatiga por exceso de mensajes y las limitaciones de infraestructura fueron los principales obstáculos identificados. **Discusión:** Las tecnologías digitales son herramientas útiles para aumentar la cobertura de vacunación y tienen costos relativamente bajos. La tecnología es efectiva cuando se adapta al contexto local. Las estrategias sencillas resultan rentables, pero la exclusión digital y la falta de interoperabilidad de datos pueden limitar el alcance de las innovaciones y agravar las desigualdades. **Conclusión:** Las tecnologías digitales son prometedoras para recuperar la cobertura de vacunación cuando se integran con políticas de inclusión digital, sirviendo como apoyo complementario a la educación presencial y las acciones de divulgación activa.

Palabras clave: Vacunación; Tecnologías de la información; Cobertura de vacunación

Tecnologias Digitais: Ferramentas Para Aumento Da Cobertura Vacinal

Introdução: Apesar da eficácia das vacinas, barreiras socioeconômicas e a desinformação desafiam a cobertura vacinal. Ferramentas digitais surgem como estratégias para fortalecer a gestão e o engajamento, mas sua integração prática contra a hesitação vacinal ainda carece de evidências. **Métodos:** Trata-se de um estudo de revisão integrativa. Foram incluídos artigos de revisão sistemática publicados até janeiro 2025, em português, inglês ou espanhol, que abordassem: uso da telemedicina como promoção à vacinação. A busca foi feita nas bases de dados "Pubmed", "Lilacs", selecionadas por pares via fluxo PRISMA. **Resultado:** Em quatro revisões selecionadas, mensagens de texto (SMS) e ligações automatizadas foram os recursos mais utilizados e eficazes, destacando-se pelo baixo custo e rapidez. Outras ferramentas incluíram vídeos interativos e prontuários eletrônicos. Barreiras como a "fadiga de mensagens" e limitações de infraestrutura foram os principais obstáculos identificados. **Discussão:** As tecnologias digitais são ferramentas úteis para aumentar a CV e apresentam custos relativamente baixos. A tecnologia é eficaz quando adaptada ao contexto local. Estratégias simples funcionam bem para custo-benefício, mas a exclusão digital e a falta de interoperabilidade de dados podem limitar o alcance das inovações e aprofundar iniquidades. **Conclusão:** Tecnologias digitais são promissoras para recuperar coberturas vacinais quando integradas a políticas de inclusão digital, servindo como suporte complementar às ações presenciais de educação e busca ativa.

Palavras-chave: Vacinação; Tecnologia da informação; Cobertura vacinal

INTRODUCTION

Vaccines work by stimulating the immune system to mount a protective response against specific infectious agents, altering the natural course of diseases, and their incidence and transmissibility. Historically, immunization has transformed public health by protecting vulnerable groups, particularly children, against various illnesses. A significant and positive transformation has been observed in both the quality of life and the life expectancy of the population with the systematic implementation of vaccination. Furthermore, substantial reductions have been noted in rates of school and workplace absenteeism, as well as in the morbidity and mortality associated with vaccine-preventable diseases; concurrently, improvements have been observed in academic performance and in the expansion of collective protection, also known as herd immunity.¹

The monitoring of vaccination coverage (VC) is an indicator of child health, used for planning and tailoring interventions to local epidemiological needs.^{2,3} However, maintaining adequate VC faces multifactorial challenges, ranging from geographic and operational barriers to socioeconomic determinants and the impact of misinformation.³

In this context, digital technologies and tools emerge as instruments to strengthen engagement and immunization management. The digital social listening, a technique for the systematic monitoring of public discourse across digital and traditional media, is highlighted, capable of mapping sentiments and neutralizing false information regarding vaccination. Concurrently, digital training for professionals, together with remote supervision, holds the potential to enhance

service quality in hard-to-reach areas, boosting technical competencies and team motivation.⁴

In the Brazilian scenario, digital transformation in healthcare is driven by tools such as Meu SUS Digital. Since 2019, it has centralized access to vaccination records, the National Vaccination Card, and personal clinical history.⁶ In 2025, this infrastructure was enhanced with the Digital Child Health Record, a tool that integrates data on immunization, growth, and child development, while also offering comprehensive guidance on family care. It encourages breastfeeding and healthy nutrition to accident prevention and combating violence against children.⁷

Despite the rapid expansion of these technologies and the availability of these tools, there is a gap in the literature on how to effectively integrate digital tools to address vaccine hesitancy and optimize clinical practice in different epidemiological contexts. Consolidated evidence is still lacking to demonstrate which digital strategies are most effective in promoting adherence across diverse social realities.

Therefore, this study aims to analyze the scientific evidence regarding the use of digital technologies as strategies to promote vaccination adherence. To this end, an integrative review was selected, a methodology that allows for the synthesis of knowledge and provides a foundation for incorporating technological innovations into vaccination practice.

METHODOLOGY

This is an integrative review study following the approach proposed by Soares et al.⁸ To structure the study, the PICO strategy (Population, Intervention, Comparison, and Outcomes) was employed to formulate the guiding question:

“What is the scientific evidence regarding the use of digital technologies as a strategy to promote and increase vaccination adherence?”

Data collection took place in January 2025, conducted through independent parallel searches of the PubMed (via MEDLINE) and LILACS (via the VHL Regional Portal) databases. The selection of distinct descriptors for each database (Table 1) international literature, whereas LILACS centers on scientific output from Latin America and the Caribbean

was justified by the need to align with their specific controlled vocabularies: Medical Subject Headings (MeSH) for PubMed and Health Sciences Descriptors (DeCS) for LILACS. This modification aimed to enhance sensitivity, enabling each database to be leveraged to its full retrieval potential and ensuring the inclusion of regionally specific terms, given that MEDLINE focuses on

Table 1- Type of information resource, search strategy, and number of references retrieved

Informational Resource	Search Strategy	Retrieved References
Pubmed	'Mobile Health' OR "Telehealth" OR "Artificial intelligence" OR "Mobile Application" AND "Immunization Program" OR "Vaccination Campaign"	106
Lilacs	'Telehealth Monitoring' OR "Telemedicine" OR "eHealth" OR "Mobile Health" AND "Immunization Schedule" OR "Vaccination Coverage" OR "Vaccines"	12

Source: Created by the authors

The study selection process was conducted to ensure the reproducibility of the study. Initially, two researchers independently screened the titles and abstracts of the retrieved works, applying the previously established eligibility criteria. Systematic review articles published in Portuguese, English, or Spanish that directly addressed the use of telemedicine and other digital tools to support vaccination promotion were included. Publications regarding research projects, protocols, or studies in which the technology had a strictly laboratory or logistical verification purpose, without a focus on promotion or adherence, were excluded. In cases where there was disagreement between the two initial

reviewers regarding the inclusion or exclusion of a specific study, a third senior reviewer was consulted to resolve the discrepancy and ensure consensus.

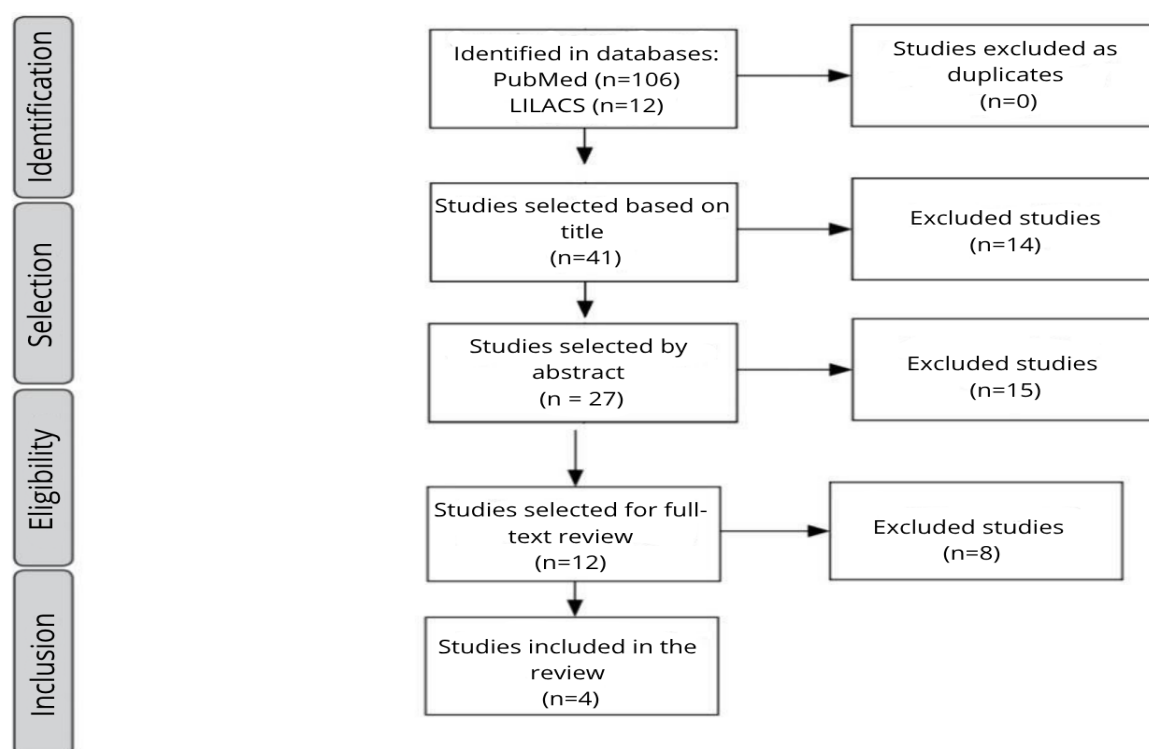
After the final selection, the data extraction and synthesis phase was undertaken, during which the selected articles were read in full. To organize the information, a standardized form was used to capture the title, authors, year of publication, study objectives, methodological design, and the main results. The analysis was conducted descriptively and critically, seeking to integrate the various findings to identify knowledge gaps and provide a foundation for incorporating these digital tools into the daily practice of immunization services.

RESULTS

The initial search strategy found 118 references across the selected databases. Following screening by title and abstract, 27 publications were pre-selected. Of these, 15 were removed for failing to meet the eligibility criteria, leaving 12 articles for full-text review. At this final stage, 8 studies were excluded (due to having a primary study design or a strictly logistical focus), resulting in a final sample of 4 systematic reviews.

Figure 1 details the selection flow following PRISMA guidelines, illustrating the trajectory from identification to final inclusion. For the inclusion of the “overview” of reviews, a cross-check was conducted to ensure the absence of data overlap with the other selected articles, preserving the integrity of the synthesis.

Figure 1- Selection process for studies included in the review, in accordance with the PRISMA strategy.



Source: Created by the authors

The final sample of this integrative review consisted of four systematic review articles published between 2015 and 2023. Scientific production on the topic is predominantly concentrated in low- and middle-income settings, with a prevalence of investigations conducted in communities within African and Asian countries.

Regarding the technological resources identified, interventions ranged from traditional telehealth methods to mobile digital tools. The most frequent technologies were text messages (SMS) and automated phone calls, cited in all selected

studies as strategies characterized by low cost, rapid implementation, and high efficacy. Other resources mentioned included emails,^{9,10} remote monitoring in home telehealth programs,^{9,11} interactive videos¹⁰, and the use of electronic health records to send alerts^{9,10}.

The application of these technologies encompasses various age groups, from children to the elderly, and different vaccination contexts, demonstrating high heterogeneity in the studied populations.

Despite positive outcomes on vaccine uptake, the studies reported critical barriers to the effectiveness of the technologies. Message fatigue is highlighted, which diminishes the long-term impact of the strategy, and infrastructural obstacles such as connection instability, power outages, and difficulties in comprehending the transmitted

content. These findings indicate that the success of digital tools is contingent upon technological stability and the linguistic appropriateness of the content relative to the socioeconomic context of the target populations. Table 2 presents a critical synthesis of these findings.

Table 2- Identification, objectives, and results of the four articles selected for the study

Title/Authors/Year	Objectives	Results
Use of Information and Communication Technology Strategies to Increase Vaccination Coverage in Older Adults: A Systematic Review. Buja <i>et al.</i> , 2023. ⁹	To analyze interventions that apply information and communication technology to improve adherence to immunization rates for influenza, pneumococcus, COVID-19, and herpes zoster among older adults.	Half of the interventions demonstrated effectiveness in increasing vaccination among older adults. Multicomponent approaches are the most robust, but simpler interventions—such as electronic messages or automated calls—also yielded good results at a lower cost.
The use of eHealth with immunizations: An overview of systematic reviews. Dumit <i>et al.</i> , 2018. ¹⁰	To understand how and which eHealth technologies contribute to increased vaccination adherence, improved immunization program effectiveness, and the promotion of health education.	None of the analyzed articles presented negative results regarding the use of eHealth technologies for vaccination initiatives. ICT improves clinical outcomes, expands vaccination coverage, and enhances medication adherence. Text messages (mHealth) can be a useful tool for positively influencing patient behavior.
Using Mobile Phones to Improve Vaccination Uptake in 21 Low- and Middle-Income Countries: Systematic Review. Williams <i>et. al</i> , 2017. ¹¹	To review the use of mHealth to expand vaccination coverage in low- and middle-income countries with a high number of unvaccinated children.	SMS reminders have contributed to improving adherence and reducing patient delays. However, the study warns of the risk of "message fatigue," where an excess of notifications may reduce the effectiveness of the intervention in the long term.

Using mHealth to Improve Usage of Antenatal Care, Postnatal Care, and Immunization: A Systematic Review of the Literature. Watterson et. al, 2015. ¹²	To evaluate the efficiency of mHealth in postnatal care and vaccination in developing countries.	The use of applications with electronic records integrated with SMS significantly increased timely vaccination (from 34.5% to 44.2%). Technology addresses gaps in infrastructure and a lack of information.
--	--	--

Source: Created by the author

DISCUSSION

The findings of this review showed that the effectiveness of digital technologies in immunization is not intrinsic to the tool but rather dependent on the mode of intervention and the socioeconomic context. The predominance of evidence focusing on SMS and automated calls reflects a low-cost strategy for overcoming access barriers in low- and middle-income countries. However, the identified phenomenon of “message fatigue” suggests that purely technological interventions have an efficacy ceiling; user saturation can lead to desensitization, indicating that technology should be a complement, rather than a substitute, for active outreach and in-person health education.

Upon analyzing population heterogeneity, it becomes evident that while multicomponent strategies, combining digital notifications with direct support, had superior results among the elderly, for younger populations and in developing countries, mobility and immediate access via mobile applications were the key differentiators. However, the efficacy of these platforms is frequently curtailed by digital inequality. Infrastructure instability and low digital literacy are barriers that may exacerbate health inequities if the digitalization of immunization services is not accompanied by policies aimed at technological inclusion.

Due to the rapid technological progress, facilitating access to information and organizing individual vaccination records have become pillars for restoring vaccination coverage rates. The increased use of mobile applications (apps) represents a central strategy for facilitating access to information and the organization of individual vaccination data. Tools such as “Conecte SUS” and “Minhas Vacinas no Brasil”, as well as “CANImmunize” and “MyIR Mobile” internationally, exemplify how digital record-keeping and

personalized reminders can integrate citizens into public health systems.^{13, 14, 15, 16}

Thus, the development of mobile applications and the application of artificial intelligence techniques for data cross-referencing, identifying at-risk population groups, and proposing personalized vaccination interventions emerge as promising technological tools for strengthening immunization strategies. However, the implementation of these innovations faces obstacles such as digital exclusion and socioeconomic inequalities, which may marginalize those populations with the greatest immunological vulnerability. The lack of interoperability among different health information systems, together with growing concerns regarding the privacy of sensitive data, shows barriers to the full effectiveness of these technologies. To fulfill their role, such interventions must be integrated into robust public policies and investments in technological infrastructure, recognizing that technology serves as an educational and logistical support tool that does not replace the need for in-person strategies to foster acceptance and adherence.

Regarding the limitations of this review, particular note is made of the bibliographic restriction to Portuguese, English, and Spanish, which may have resulted in the omission of successful experiences from countries with high digital maturity in other regions. The selection of descriptors and the necessary strategic differentiation between search strategies across the PubMed and LILACS databases may have influenced the scope of data retrieval and the identification of duplicates. A gap is also observed between the numerous practical technological initiatives and their proper systematization in indexed scientific journals, limiting the volume of robust evidence available for analysis. Despite these limitations, this study systematizes current knowledge and provides a foundation for the development of digital strategies aimed at

expanding vaccination coverage and reducing global morbidity and mortality.

CONCLUSION

Digital technologies show promise as tools for promoting public health, offering a favorable cost-benefit profile for restoring and maintaining vaccination coverage. This review highlights that strategies such as mHealth (SMS and automated calls) and the use of mobile applications optimize vaccine adherence by facilitating the individual organization of immunization records. However, the findings underscore that technology is not a standalone solution; its effectiveness is contingent upon infrastructural stability and integration with public policies for digital inclusion.

Clinical practice recommends that health managers use these tools to support multicomponent strategies, avoiding the isolated delivery of messages to prevent user saturation. Applications and digital health records should prioritize data interoperability and information security to ensure continuity of care across different life cycles.

Although the body of evidence remains nascent based on the pace of innovation, expanding investigations are imperative. It is recommended that future research focus on the impact of emerging technologies, such as Artificial Intelligence, and on methods to overcome digital exclusion among vulnerable populations, ensuring that technological transformation translates into a sustainable enhancement of immunological protection on a global scale.

REFERENCES

1. United Nations Children's Fund. The State of the World's Children 2023: For every child, vaccination. Florence: UNICEF Innocenti – Global Office of Research and Foresight, April 2023. [acesso em 23 nov 2024] Disponível em: <https://www.unicef.org/media/108161/file/SOWC-2023-full-report-English.pdf>
2. Maciel JAP, Silva AC, Campos JS, Correia LL, Rocha HAL, Rocha SGMO, et al. Análise do estado de cobertura vacinal de crianças menores de três anos no município de Fortaleza em 2017. *Rev Bras Med Fam Comunidade* 2019; 14:1824.
3. Lassi ZS, Naseem R, Salam RA, Siddiqui F, Das JK. O impacto da pandemia da COVID-19 nas campanhas e programas de imunização: uma revisão sistemática. *Int J Environ Res Saúde Pública* 2021; 18:988.
4. Chaney SC, Mechael P. So many choices, how do I choose? Considerations for selecting digital health interventions to support immunization confidence and demand. *J Med Internet Res*. 2023 May 24;25:e47713. doi: 10.2196/47713. PMID: 37223980; PMCID: PMC10248779
5. Soares CB, Hoga LAK, Peduzzi M, Sangaleti C, Yonekura T, Silva DRAD. Revisão integrativa: conceitos e métodos utilizados na enfermagem. *Rev Esc Enferm USP*. 2014;48(2):329-39.
6. Ministério da Saúde (BR). Meu SUS Digital. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/seidigi/meususdigital>. Acesso em: 23 abr. 2025.
7. Ministério da Saúde. Caderneta digital da criança. Brasil: Ministério da Saúde; [acessado em 2024 abr 27]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/s/saude-da-crianca/caderneta-digital-da-crianca>
8. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71.
9. Buja A, Grotto G, Taha M, Cocchio S, Baldo V. Use of Information and Communication Technology Strategies to Increase Vaccination Coverage in Older Adults: A Systematic Review. *Vaccines (Basel)*. 2023 Jul 21;11(7):1274. doi: 10.3390/vaccines11071274. PMID: 37515089; PMCID: PMC10384530.
10. Dumit EM, Novillo-Ortiz D, Contreras M, Velandia M, Danovaro-Holliday MC. The use of eHealth with immunizations: An overview of systematic reviews. *Vaccine*. 2018 Dec 18;36(52):7923-7928. doi: 10.1016/j.vaccine.2018.06.076. Epub 2018 Jul 6. PMID: 29983255.
11. Oliver-Williams C, Brown E, Devereux S, Fairhead C, Holean I. Using Mobile Phones to Improve Vaccination Uptake in 21 Low- and Middle-Income Countries: Systematic Review. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2017 Oct 4;5(10):e148. doi: 10.2196/mhealth.7792. PMID: 28978495; PMCID: PMC5647459.
12. Watterson JL, Walsh J, Madeka I. Using mHealth to Improve Usage of Antenatal Care, Postnatal Care, and Immunization: A Systematic

Review of the Literature. Biomed Res Int. 2015;2015:153402. doi: 10.1155/2015/153402. Epub 2015 Aug 25. PMID: 26380263; PMCID: PMC4561933.

13.BRASIL. Ministério da Saúde. Conecte SUS [Internet]. Brasília: Governo Federal; 2023 [acessado em 20 de junho 2025]. Disponível em: <https://www.gov.br/conectesus>.

14.Minhas Vacinas [Internet]. São Paulo: Sociedade Brasileira de Imunizações; c2017 [acessado em 20 2025]. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mobint.pfizercarteirin>

15.CANImmunize Inc. CANImmunize – Your digital vaccination record [Internet]. Ottawa: CANImmunize Inc.; 2021 [acessado em 20 de junho 2025]. Disponível em: <https://www.canimmunize.ca>

16.MyIR Mobile. MyIR Mobile: Access your official immunization records [Internet]. Seattle: MyIR Mobile; c2023 [acessado em 20 de junho de 2025]. Disponível em: <https://www.myirmobile.com>

Statement of responsibility: We declare that all authors participated in the construction, development, and preparation of the work.

Funding: The authors declare that there was no funding or financial support source for the execution, preparation, or publication of this manuscript.

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

How to cite this article: Melo MCB, Melo GO, Melo CO, Melo VMO. Digital Technologies: Tools for Increasing Vaccination Coverage. Latin Am J telehealth, Belo Horizonte, 2025; 12(2): 136-143 ISSN: 2175-2990.

Tecnologías digitales: herramientas para aumentar la cobertura de vacunación

Maria do Carmo Barros de Melo

Investigadora posdoctoral en la Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG). Coordinadora del Laboratorio de Simulación. Correo electrónico: mcbmelo@ufmg.br.

Gabriela de Oliveira Melo

Estudiante de Medicina en la Pontificia Universidad Católica de Minas Gerais (PUC Minas). Estudiante de Medicina de décimo semestre. Correo electrónico: gabriela.melo1104@gmail.com.

Carolina de Oliveira Melo

Estudiante de Medicina en la Facultad de Ciencias Médicas de Minas Gerais. Estudiante de Medicina de octavo semestre. Correo electrónico: carolinamomelo@gmail.com.

Valeria Madureira de Oliveira Melo

Autora de correspondencia: Estudiante de maestría en la Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG). Profesora sustituta en la UFMG. <https://orcid.org/0009-0002-9527-8226>. Correo electrónico: valeriamomelo@gmail.com.

Fecha de recepción: 04 de agosto de 2025 | Fecha de aprobación: 20 de mayo de 2026.

Resumen

Introducción: A pesar de la efectividad de las vacunas, las barreras socioeconómicas y la desinformación dificultan la cobertura de la vacunación. Las herramientas digitales son una estrategia para fortalecer la gestión y la participación, pero su integración práctica para combatir la reticencia a la vacunación aún carece de evidencia. **Métodos:** Este es un estudio de revisión integradora. Se incluyeron artículos de revisión sistemática publicados hasta enero de 2025, en portugués, inglés o español, que abordan el uso de la telemedicina como medio para promover la vacunación. La búsqueda se realizó en las bases de datos PubMed y LILACS y fue revisada por pares mediante el flujo de trabajo PRISMA. **Resultados:** En cuatro revisiones seleccionadas, los mensajes de texto (SMS) y las llamadas automatizadas fueron los recursos más utilizados y efectivos, destacándose por su bajo costo y rapidez. Otras herramientas incluyeron videos interactivos y registros electrónicos de salud. Las barreras como la fatiga por exceso de mensajes y las limitaciones de infraestructura fueron los principales obstáculos identificados. **Discusión:** Las tecnologías digitales son herramientas útiles para aumentar la cobertura de vacunación y tienen costos relativamente bajos. La tecnología es efectiva cuando se adapta al contexto local. Las estrategias sencillas resultan rentables, pero la exclusión digital y la falta de interoperabilidad de datos pueden limitar el alcance de las innovaciones y agravar las desigualdades. **Conclusión:** Las tecnologías digitales son prometedoras para recuperar la cobertura de vacunación cuando se integran con políticas de inclusión digital, sirviendo como apoyo complementario a la educación presencial y las acciones de divulgación activa.

Palabras clave: Vacunación; Tecnologías de la información; Cobertura de vacunación

Abstract

Digital Technologies: Tools for Increasing Vaccination Coverage

Introduction: Despite the efficacy of vaccines, socioeconomic barriers and misinformation are challenging vaccination coverage. Digital tools have emerged as strategies to strengthen management and engagement; however, their practical integration in combating vaccine hesitancy still lacks supporting evidence. **Methods:** This study is an integrative review. Systematic review articles published up to January 2025, in Portuguese, English, or Spanish, that addressed the use of telemedicine to promote vaccination were included. The search was conducted in PubMed and LILACS databases, with articles selected via a peer-reviewed process following the PRISMA flow diagram. **Results:** The most frequently used and effective resources across the four selected reviews were text messages (SMS) and automated calls, standing out due to their low cost and speed. Other tools included interactive videos and electronic health records. Barriers such as "message fatigue" and infrastructure limitations were the primary obstacles identified. **Discussion:** Digital technologies are useful tools for increasing vaccination coverage and offer relatively low costs. Technology proves effective when adapted to the local context. Simple strategies offer good cost-effectiveness; however, digital exclusion and a lack of data interoperability may limit the reach of these innovations and exacerbate health inequities. **Conclusion:** Digital technologies hold promises for restoring vaccination coverage when integrated with digital inclusion policies, being a complementary support to in-person educational initiatives and active outreach efforts.

Key-words: Vaccination; Information technology; Vaccination coverage

Tecnologias Digitais: Ferramentas Para Aumento Da Cobertura Vacinal

Introdução: Apesar da eficácia das vacinas, barreiras socioeconômicas e a desinformação desafiam a cobertura vacinal. Ferramentas digitais surgem como estratégias para fortalecer a gestão e o engajamento, mas sua integração prática contra a hesitação vacinal ainda carece de evidências. **Métodos:** Trata-se de um estudo de revisão integrativa. Foram incluídos artigos de revisão sistemática publicados até janeiro 2025, em português, inglês ou espanhol, que abordassem: uso da telemedicina como promoção à vacinação. A busca foi feita nas bases de dados "Pubmed", "Lilacs", selecionadas por pares via fluxo PRISMA. **Resultado:** Em quatro revisões selecionadas, mensagens de texto (SMS) e ligações automatizadas foram os recursos mais utilizados e eficazes, destacando-se pelo baixo custo e rapidez. Outras ferramentas incluíram vídeos interativos e prontuários eletrônicos. Barreiras como a "fadiga de mensagens" e limitações de infraestrutura foram os principais obstáculos identificados. **Discussão:** As tecnologias digitais são ferramentas úteis para aumentar a CV e apresentam custos relativamente baixos. A tecnologia é eficaz quando adaptada ao contexto local. Estratégias simples funcionam bem para custo-benefício, mas a exclusão digital e a falta de interoperabilidade de dados podem limitar o alcance das inovações e aprofundar iniquidades. **Conclusão:** Tecnologias digitais são promissoras para recuperar coberturas vacinais quando integradas a políticas de inclusão digital, servindo como suporte complementar às ações presenciais de educação e busca ativa.

Palavras-chave: Vacinação; Tecnologia da informação; Cobertura vacinal

INTRODUCCIÓN

Las vacunas actúan estimulando el sistema inmunitario para que desarrolle una respuesta protectora contra agentes infecciosos específicos, modificando el curso natural de las enfermedades, su incidencia y transmisibilidad. Históricamente, la inmunización ha transformado la salud pública al proteger a los grupos vulnerables, sobre todo a los niños, contra las enfermedades. Con la implementación sistemática de la vacunación, se ha observado una transformación significativa y positiva tanto en la calidad como en la esperanza de vida de la población. Además, se han observado reducciones significativas en las tasas de absentismo escolar y laboral, en la morbilidad y mortalidad por enfermedades prevenibles mediante vacunación, así como mejoras en el rendimiento escolar y la expansión de la protección colectiva, también llamada inmunidad de rebaño.¹

El monitoreo de la cobertura de vacunación (CV) es un indicador de la salud infantil, utilizado para planificar y adaptar las acciones a las necesidades epidemiológicas locales.^{2,3} Sin embargo, el mantenimiento de una CV adecuada se enfrenta a desafíos multifactoriales, que van desde barreras geográficas y operativas hasta determinantes socioeconómicos y el impacto de la desinformación.³

En este contexto, las tecnologías y herramientas digitales emergen como instrumentos para fortalecer la participación y la gestión de la inmunización. La escucha social digital destaca como una técnica para monitorear sistemáticamente el discurso público en medios digitales y tradicionales, capaz de mapear sentimientos y neutralizar la información falsa sobre la vacunación. Paralelamente, la capacitación digital para profesionales, sumada a la supervisión remota, presenta un potencial para mejorar los servicios en áreas de difícil acceso, impulsando las habilidades técnicas y la motivación del equipo.⁴

En el contexto brasileño, la transformación digital en la salud está impulsada por herramientas como Meu SUS Digital, que desde 2019 centraliza el acceso a los registros de vacunación, la Tarjeta Nacional de Vacunación y el historial médico personal.⁶ En 2025, esta infraestructura se enriqueció con la Libreta Digital del Niño, una herramienta que integra los datos de inmunización, crecimiento y desarrollo infantil, además de ofrecer orientación integral sobre el cuidado familiar, desde el fomento de la lactancia materna y la nutrición saludable hasta la prevención de accidentes y la lucha contra la violencia infantil.⁷

Sin embargo, a pesar de la rápida expansión de estas tecnologías y la disponibilidad de estas herramientas, se observa una laguna en la literatura sobre cómo integrar eficazmente estas herramientas digitales para revertir la reticencia a la vacunación y optimizar la práctica clínica en diferentes contextos epidemiológicos. Aún faltan evidencias sólidas que demuestren qué estrategias digitales son más efectivas para promover la adherencia en distintas realidades sociales.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es analizar la evidencia científica sobre el uso de tecnologías digitales como estrategias para promover la adherencia a la vacunación. Para ello, se optó por una revisión integradora, metodología que permite sintetizar el conocimiento y proporciona una base para incorporar innovaciones tecnológicas a la práctica de la vacunación.

METODOLOGÍA

Este es un estudio de revisión integradora desarrollado según lo propuesto por Soares et al.⁸ Para la estructuración del estudio, se utilizó la estrategia PICO (Población, Intervención, Comparación y Outcomes/Resultados) para formular la pregunta guía: "¿Cuál es la evidencia científica sobre el uso de tecnologías digitales como estrategia para promover y aumentar la adherencia a la vacunación?"

La recopilación de datos se realizó en enero de 2025 por medio de búsquedas independientes por pares en las bases de datos PubMed (a través de MEDLINE) y LILACS (a través del Portal Regional BVS). La elección de descriptores distintos en cada base de datos (Tabla 1) se justificó por la necesidad de adaptarse a vocabularios controlados específicos: Medical Subject Headings (MeSH) para PubMed y

Descriptores de Ciencias de la Salud (DeCS) para LILACS. Esta modificación tuvo como objetivo aumentar la sensibilidad, permitiendo que cada base de datos sea alcanzada en su máximo potencial de recuperación, asegurando la inclusión de términos regionalizados, ya que MEDLINE se centra en la literatura internacional, mientras que LILACS se enfoca en la producción científica latinoamericana y del Caribe.

Tabla 1- Tipo de recurso informacional, estrategia de búsqueda y número de referencias recuperadas

Recurso informacional	Estrategia de búsqueda	Referencias recuperadas
Pubmed	'Mobile Health' OR "Telehealth" OR "Artificial intelligence" OR "Mobile Application" AND "Immunization Program" OR "Vaccination Campaign"	106
Lilacs	'Telehealth Monitoring' OR "Telemedicine" OR "eHealth" OR "Mobile Health" AND "Immunization Schedule" OR "Vaccination Coverage" OR "Vaccines"	12

Fuente: Elaborado por los autores

El proceso de selección de estudios se llevó a cabo de manera que garantizara la reproducibilidad del estudio. Inicialmente, dos investigadores leyeron de forma independiente los títulos y resúmenes de los trabajos recuperados, aplicando los criterios de elegibilidad previamente establecidos. Se incluyeron artículos de revisión sistemática publicados en portugués, inglés o español que abordaran directamente el uso de la telemedicina y otras herramientas digitales para apoyar la promoción de vacunas. Por el contrario, se excluyeron las publicaciones de proyectos de investigación, protocolos y estudios en los que la tecnología tuviera un propósito estrictamente de verificación de laboratorio o logística, sin un enfoque en la promoción o la adherencia. En los casos en que hubo desacuerdo entre los dos

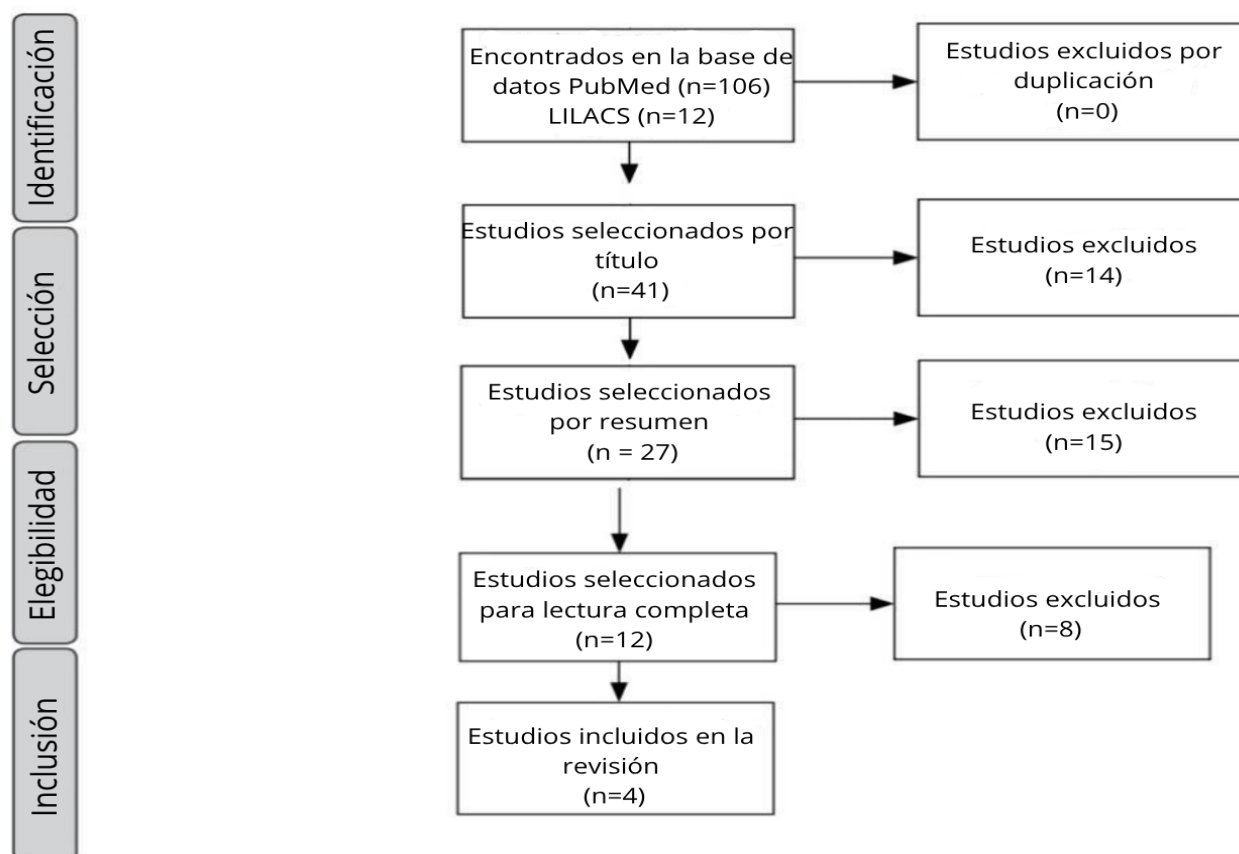
revisores iniciales con respecto a la inclusión o exclusión de un estudio en particular, se consultó a un tercer revisor sénior para dirimir el empate y asegurar el consenso.

Después de la selección final, se llevó a cabo la etapa de extracción y síntesis de los datos, en la que se leyeron íntegramente los artículos seleccionados. Se utilizó un formulario estandarizado para organizar la información, que incluía el título, los autores, el año de publicación, los objetivos del estudio, el diseño metodológico y los principales resultados. El análisis fue descriptivo y crítico, con el objetivo de integrar los hallazgos para identificar lagunas en el conocimiento y brindar apoyo para la incorporación de estas herramientas digitales en la práctica diaria de los servicios de inmunización.

RESULTADOS

La estrategia de búsqueda inicial tuvo 118 referencias en las bases de datos seleccionadas. Tras la revisión por título y resumen, se preseleccionaron 27 publicaciones. De estas, 15 fueron descartadas por no cumplir con los criterios de elegibilidad, quedando 12 artículos para su lectura completa. En esta etapa final, se excluyeron 8 estudios (debido a su diseño de estudio primario o a su enfoque estrictamente logístico), lo que resultó en una muestra final de 4 revisiones sistemáticas.

La Figura 1 detalla el flujo de selección según las directrices PRISMA, destacando el proceso desde la identificación hasta la inclusión final. Cabe señalar que, para la inclusión de la “overview” de revisiones, se realizó una verificación cruzada para asegurar la ausencia de datos duplicados con los demás artículos seleccionados, preservando así la integridad de la síntesis.



Fuente: Elaborado por los autores

La muestra final para esta revisión integradora consistió en cuatro artículos de revisión sistemática publicados entre 2015 y 2023. Se observó que la producción científica sobre este tema se concentra principalmente en entornos de ingresos bajos y medios, con predominio de investigaciones realizadas en comunidades de países africanos y asiáticos.

En cuanto a los recursos tecnológicos identificados, las intervenciones variaron desde métodos tradicionales de telesalud hasta herramientas digitales móviles. Las tecnologías más frecuentes fueron los mensajes de texto (SMS) y las llamadas telefónicas automatizadas, citadas en todos los estudios seleccionados como

estrategias de bajo costo, rápida implementación y efectivas. Otros recursos mencionados incluyeron correos electrónicos^{9,10}, monitoreo remoto en programas de telesalud domiciliaria^{9,11}, videos interactivos¹⁰ y el uso de registros electrónicos de salud para el envío de alertas^{9,10}.

La aplicación de estas tecnologías abarcó diversos grupos de edad, desde niños hasta ancianos, y diferentes contextos de vacunación, lo que demuestra un alto grado de heterogeneidad en las poblaciones estudiadas.

A pesar de los resultados positivos en la adherencia a la vacunación, diversos estudios han reportado barreras importantes para la efectividad de las tecnologías. Estas incluyen la fatiga por

exceso de mensajes, que reduce el impacto a largo plazo de la estrategia, y obstáculos infraestructurales como conexiones inestables, cortes de energía y dificultades para comprender el contenido enviado. Estos hallazgos indican que

el éxito de las herramientas digitales depende de la estabilidad tecnológica y de la adecuación del lenguaje al contexto socioeconómico de las poblaciones. La Tabla 2 presenta una síntesis crítica de los hallazgos.

Tabla 2- Identificación, objetivos y resultados de los cuatro artículos seleccionados para el estudio

Título/Autores/Año	Objetivos	Resultados
Use of Information and Communication Technology Strategies to Increase Vaccination Coverage in Older Adults: A Systematic Review. Buja <i>et al.</i> , 2023. ⁹	Analizar las intervenciones que aplican las tecnologías de la información y la comunicación para mejorar la adherencia a las tasas de vacunación contra la gripe, el neumococo, la COVID-19 y el herpes zóster entre las personas mayores.	La mitad de las intervenciones demostraron ser eficaces para aumentar las tasas de vacunación entre los adultos mayores. Los enfoques multicomponente son los más sólidos, pero las intervenciones más sencillas, como los mensajes electrónicos o las llamadas automatizadas, también han dado buenos resultados a un menor coste.
The use of eHealth with immunizations: An overview of systematic reviews. Dumit <i>et al.</i> , 2018. ¹⁰	Comprender cómo y qué tecnologías de salud electrónica contribuyen a una mayor adherencia a la vacunación, una mejor eficacia de los programas de inmunización y la promoción de la educación sanitaria.	Ninguno de los artículos analizados presentó resultados negativos respecto al uso de tecnologías de salud digital en campañas de vacunación. Las TIC mejoran los resultados clínicos, amplían la cobertura de vacunación y mejoran la adherencia al tratamiento. Los mensajes de texto (salud móvil) pueden ser una herramienta útil para influir positivamente en el comportamiento del paciente.
Using Mobile Phones to Improve Vaccination Uptake in 21 Low- and Middle-Income Countries: Systematic Review. Williams <i>et. al.</i> , 2017. ¹¹	Analizar el uso de la salud móvil (mHealth) para ampliar la cobertura de vacunación en países de ingresos bajos y medios con un elevado número de niños no vacunados.	Los recordatorios por SMS han contribuido a mejorar la adherencia al tratamiento y a reducir las demoras de los pacientes. Sin embargo, el estudio advierte sobre el riesgo de “fatiga por mensajes”, donde las notificaciones excesivas pueden disminuir la eficacia a largo plazo de la intervención.

Using mHealth to Improve Usage of Antenatal Care, Postnatal Care, and Immunization: A Systematic Review of the Literature. Watterson et. al, 2015. ¹²	Evaluar la efectividad de la salud móvil (mHealth) en la atención posnatal y la vacunación en países en desarrollo.	El uso de aplicaciones con registros electrónicos integrados con SMS aumentó significativamente las tasas de vacunación oportuna (del 34,5 % al 44,2 %). Esta tecnología subsana las deficiencias de infraestructura y aborda la escasez de información.
--	---	--

Fuente: Elaborado por los autores

DISCUSIÓN

Los resultados de esta revisión demuestran que la eficacia de las tecnologías digitales en la inmunización no es intrínseca a la herramienta, sino que depende de la modalidad de intervención y del contexto socioeconómico. La predominancia de las evidencias centradas en los SMS y las llamadas automatizadas refleja una estrategia de bajo costo para superar las barreras de acceso en países de ingresos bajos y medios. Sin embargo, el fenómeno de la “fatiga por mensajes” identificado sugiere que las intervenciones puramente tecnológicas tienen un límite en su eficacia; la saturación de usuarios puede provocar desensibilización, lo que indica que la tecnología debe ser un complemento, no un sustituto, de la detección activa de casos y la educación sanitaria presencial.

Al analizar la heterogeneidad de las poblaciones, resulta evidente que, si bien las estrategias multicomponente (que combinan notificaciones digitales y apoyo directo) ofrecen mejores resultados en adultos mayores, la movilidad y el acceso inmediato mediante aplicaciones son factores clave en poblaciones más jóvenes y países en desarrollo. Sin embargo, la eficacia de estas plataformas suele verse obstaculizada por la brecha digital. La infraestructura inestable y la baja alfabetización digital constituyen barreras que pueden agravar las inequidades en salud si la digitalización de los servicios de inmunización no va acompañada de políticas que promuevan la inclusión tecnológica.

Dado el rápido progreso tecnológico, facilitar el acceso a la información y organizar los registros individuales de vacunación se han convertido en pilares fundamentales para reanudar la cobertura de vacunación. El auge de las aplicaciones móviles (Apps) representa una estrategia central para facilitar el acceso a la información y la organización de los registros

individuales de vacunación. Herramientas como “Conecte SUS” y “Minhas Vacinas no Brasil”, así como “CANImmunize” y “MyIR Mobile” a nivel internacional, ejemplifican cómo los registros digitales y los recordatorios personalizados pueden integrar a los ciudadanos en los sistemas de salud pública.^{13, 14, 15, 16}

Así, el desarrollo de aplicaciones móviles y la aplicación de técnicas de inteligencia artificial para la interconexión de datos, la identificación de grupos de población en riesgo y la propuesta de intervenciones de vacunación personalizadas constituyen herramientas tecnológicas prometedoras para fortalecer las estrategias de inmunización. Sin embargo, la implementación de estas innovaciones se ve obstaculizada por la exclusión digital y las desigualdades socioeconómicas, que pueden marginar precisamente a las poblaciones con mayor vulnerabilidad inmunológica. Además, la falta de interoperabilidad entre los distintos sistemas de información sanitaria y la creciente preocupación por la privacidad de los datos sensibles imponen barreras a la plena eficacia de estas tecnologías. Para que cumplan su función, dichas intervenciones deben integrarse en políticas públicas sólidas e inversiones en infraestructura tecnológica, entendiendo que la tecnología es un apoyo educativo y logístico que no sustituye la necesidad de estrategias de aceptación y adherencia presenciales.

En cuanto a las limitaciones de esta revisión, se destaca la restricción bibliográfica al portugués, inglés y español, lo que podría haber omitido experiencias exitosas de países con alta madurez digital en otras regiones. Es necesario reconocer que la elección de descriptores y la necesaria diferenciación estratégica entre las estrategias de búsqueda en las bases de datos PubMed y LILACS podrían haber influido en el alcance de la recuperación de datos y la identificación de duplicados. Además, se observa

una brecha entre las numerosas iniciativas tecnológicas prácticas y su correcta sistematización en revistas científicas indexadas, lo que limita el volumen de evidencia sólida para el análisis. A pesar de estas limitaciones, el estudio sistematiza el conocimiento actual y ofrece apoyo para el desarrollo de estrategias digitales dirigidas a ampliar la cobertura de vacunación y reducir la morbilidad y mortalidad a nivel mundial.

CONCLUSIÓN

Las tecnologías digitales se ven como herramientas prometedoras para la promoción de la salud pública, con una relación costo-beneficio favorable para la recuperación y el mantenimiento de la cobertura de vacunación. Esta revisión muestra que estrategias como la salud móvil (SMS y llamadas automatizadas) y el uso de aplicaciones móviles optimizan la adherencia a la vacunación al facilitar la organización individual del historial inmunológico. Sin embargo, los hallazgos refuerzan que la tecnología no es una solución aislada; su efectividad depende de la estabilidad de la infraestructura y de su integración con las políticas públicas de inclusión digital.

En la práctica clínica, se recomienda que los gestores de salud usen estas herramientas para respaldar estrategias multicomponente, evitando el envío aislado de mensajes para prevenir la sobrecarga de usuarios. Es fundamental que las aplicaciones y los registros digitales de salud prioricen la interoperabilidad de los datos y la seguridad de la información para garantizar la continuidad de la atención a lo largo de las distintas etapas de la vida.

Finalmente, si bien el conjunto de evidencias aún es incipiente en comparación con la velocidad de la innovación, se concluye que ampliar la investigación es fundamental. Se recomienda que las futuras investigaciones se centren en el impacto de las tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, y en métodos para superar la exclusión digital en poblaciones vulnerables, asegurando que la transformación tecnológica se traduzca en un aumento sostenible de la protección inmunológica a nivel mundial.

REFERENCIAS

1. United Nations Children's Fund. The State of the World's Children 2023: For every child, vaccination. Florence: UNICEF Innocenti – Global Office of Research and Foresight, April 2023. [acceso em 23 nov 2024] Disponível em: <https://www.unicef.org/media/108161/file/SOWC-2023-full-report-English.pdf>
2. Maciel JAP, Silva AC, Campos JS, Correia LL, Rocha HAL, Rocha SGMO, et al. Análise do estado de cobertura vacinal de crianças menores de três anos no município de Fortaleza em 2017. *Rev Bras Med Fam Comunidade* 2019; 14:1824.
3. Lassi ZS, Naseem R, Salam RA, Siddiqui F, Das JK. O impacto da pandemia da COVID-19 nas campanhas e programas de imunização: uma revisão sistemática. *Int J Environ Res Saúde Pública* 2021; 18:988.
4. Chaney SC, Mechael P. So many choices, how do I choose? Considerations for selecting digital health interventions to support immunization confidence and demand. *J Med Internet Res*. 2023 May 24;25:e47713. doi: 10.2196/47713. PMID: 37223980; PMCID: PMC10248779
5. Soares CB, Hoga LAK, Peduzzi M, Sangaleti C, Yonekura T, Silva DRAD. Revisão integrativa: conceitos e métodos utilizados na enfermagem. *Rev Esc Enferm USP*. 2014;48(2):329-39.
6. Ministério da Saúde (BR). Meu SUS Digital. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/seidigi/meusudigital>. Acesso em: 23 abr. 2025.
7. Ministério da Saúde. Caderneta digital da criança. Brasil: Ministério da Saúde; [acessado em 2024 abr 27]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/s/saude-da-crianca/caderneta-digital-da-crianca>
8. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71.
9. Buja A, Grotto G, Taha M, Cocchio S, Baldo V. Use of Information and Communication Technology Strategies to Increase Vaccination Coverage in Older Adults: A Systematic Review. *Vaccines (Basel)*. 2023 Jul 21;11(7):1274. doi: 10.3390/vaccines11071274. PMID: 37515089; PMCID: PMC10384530.
10. Dumit EM, Novillo-Ortiz D, Contreras M, Velandia M, Danovaro-Holliday MC. The use of eHealth with immunizations: An overview of systematic reviews. *Vaccine*. 2018 Dec 18;36(52):7923-7928. doi: 10.1016/j.vaccine.2018.06.076. Epub 2018 Jul 6. PMID: 29983255.

11.Oliver-Williams C, Brown E, Devereux S, Fairhead C, Holeman I. Using Mobile Phones to Improve Vaccination Uptake in 21 Low- and Middle-Income Countries: Systematic Review. JMIR Mhealth Uhealth. 2017 Oct 4;5(10):e148. doi: 10.2196/mhealth.7792. PMID: 28978495; PMCID: PMC5647459.

12.Watterson JL, Walsh J, Madeka I. Using mHealth to Improve Usage of Antenatal Care, Postnatal Care, and Immunization: A Systematic Review of the Literature. Biomed Res Int. 2015;2015:153402. doi: 10.1155/2015/153402. Epub 2015 Aug 25. PMID: 26380263; PMCID: PMC4561933.

13.BRASIL. Ministério da Saúde. Conecte SUS [Internet]. Brasília: Governo Federal; 2023 [acessado em 20 de junho 2025]. Disponível em: <https://www.gov.br/conectesus>.

14.Minhas Vacinas [Internet]. São Paulo: Sociedade Brasileira de Imunizações; c2017 [acessado em 20 2025]. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mobint.pfizercarteirin>

15.CANImmunize Inc. CANImmunize – Your digital vaccination record [Internet]. Ottawa: CANImmunize Inc.; 2021 [acessado em 20 de junho 2025]. Disponível em: <https://www.canimmunize.ca>

16.MyIR Mobile. MyIR Mobile: Access your official immunization records [Internet]. Seattle: MyIR Mobile; c2023 [acessado em 20 de junho de 2025]. Disponível em: <https://www.myirmobile.com>

Declaración de responsabilidad: Declaramos que todos los autores participaron en la construcción, desarrollo y elaboración del trabajo

Financiación: Los autores declaran que no hubo financiamiento ni fuente de recursos financieros para la realización, elaboración o publicación de este manuscrito.

Conflicto de interés: Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés en relación con la investigación, la autoría o la publicación de este artículo.

Cómo citar este artículo: Melo MCB, Melo GO, Melo CO, Melo VMO. Tecnologías digitales: herramientas para aumentar la cobertura de vacunación. Latin Am J telehealth, Belo Horizonte, 2025; 12(2): 144-151

E-gestante obstetric monitoring system implemented at the maputo central hospital (HCM), mozambique

Lucas Lavo Antonio Jimo Miguel

PhD and Postdoctoral degree holder at Universidade Joaquim Chissano. Assistant Professor. Email: lucasmiguel@ujc.ac.mz.

Hidelgio Novela

Corresponding author: Bachelor's degree graduate from Universidade Joaquim Chissano. Graduate. ORCID not created. Email: hidelgionovela@gmail.com.

Date of Receipt: October 12, 2025 | Approval Date: May 22, 2026

Abstract

Introduction: Adequate obstetric care is an essential factor in promoting women's health during pregnancy. In Mozambique, the quality of obstetric care is compromised by the predominance of manual processes, poor communication among professionals, lack of integrated digital systems, administrative overload, and deficiencies in care delivery. **Objective:** In this context, the present study aimed to develop a digital system for obstetric follow-up in the context of the Central Hospital of Maputo (HCM). **Methodology:** The methodology is applied in nature, structured in four main stages: requirements gathering, agile system development, simulation in the HCM context, and statistical analysis of empirical data. The system integrates functionalities such as digital clinical records, automated appointment scheduling, risk alerts, and a confidential reporting module for obstetric violence. **Results:** The results demonstrated strong acceptance, with 75% of participants considering the system important for improving care. It was also identified that 72.2% of pregnant women reported limited follow-up during childbirth, confirming the urgency of technological solutions that promote transparency. **Conclusion:** It is concluded that the e-Gestante system is a viable and promising technological solution to strengthen the quality of obstetric care, reduce clinical risks, and foster more efficient and respectful care for women's health.

Key-words: Information system, maternal health, health digitization, obstetric violence.

Sistema de acompañamiento obstétrico e-gestante implementado en el hospital central de maputo (HCM), mozambique

Resumen

Introducción: Una atención obstétrica adecuada es fundamental para promover la salud de la mujer durante el embarazo. En Mozambique, la calidad de la atención obstétrica está comprometida por el predominio de procesos manuales, la deficiente comunicación entre los profesionales, la ausencia de sistemas digitales integrados, la sobrecarga administrativa y las deficiencias en la atención. **Objetivo:** En este contexto, el objetivo fue desarrollar un sistema digital de atención obstétrica en el Hospital Central de Maputo (HCM) en Mozambique. **Metodología:** La metodología del estudio es de carácter aplicado y se estructura en cuatro etapas principales: recopilación de requisitos, desarrollo ágil del sistema, simulación en el contexto del HCM y análisis estadístico de datos empíricos. El sistema integra funcionalidades como registros clínicos digitales, programación automatizada de citas, alertas de riesgo y un módulo de informes confidenciales. **Resultados:** Los resultados demostraron la aceptación del sistema, ya que el 75 % de las participantes lo consideraron importante para mejorar la atención. Se identificó que el 72,2 % de las mujeres embarazadas reportaron una atención limitada durante el parto, lo que confirma la urgencia de soluciones tecnológicas que promuevan la transparencia. **Conclusión:** Se concluye que el sistema e-Gestante se presenta como una solución tecnológica viable y prometedora para fortalecer la calidad de la atención obstétrica, reducir los riesgos clínicos y promover una atención más eficiente y respetuosa de la salud de la mujer.

Palabras clave: Sistema de información; salud materna; violencia obstétrica; digitalización en salud.

Sistema de acompanhamento obstétrico e-gestante implementado no hospital central de maputo (HCM), moçambique

Resumo

Introdução: O acompanhamento obstétrico adequado constitui um fator essencial para a promoção da saúde da mulher durante a gestação. Em Moçambique, a qualidade do acompanhamento obstétrico é comprometida pela predominância de processos manuais, comunicação deficiente entre profissionais, a ausência de sistemas digitais integrados, sobrecarga administrativa e falhas no cuidado. **Objetivo:** Perante este contexto, objetivou-se desenvolver um sistema digital de acompanhamento obstétrico no contexto do Hospital Central de Maputo (HCM) em Moçambique. **Metodologia:** A metodologia do estudo é de natureza aplicada, estruturada em quatro etapas principais: levantamento de requisitos, desenvolvimento ágil do sistema, simulação no contexto do HCM e análise estatística dos dados empíricos. O sistema integra funcionalidades como registo clínico digital, agendamento automatizado de consultas, alertas de risco e um módulo confidencial para denúncias. **Resultados:** Os resultados demonstraram aceitação do sistema, com 75% dos participantes a considerarem-no importante para a melhoria dos cuidados. Identificou-se que 72,2% das gestantes reportaram acompanhamento limitado durante o parto, confirmando a urgência de soluções tecnológicas que promovam a transparência. **Conclusão:** Conclui-se que o sistema e-Gestante apresenta-se como uma solução tecnológica viável e promissora para fortalecer a qualidade do cuidado obstétrico, reduzir riscos clínicos e promover um atendimento mais eficiente e respeitoso à saúde da mulher.

Palabras-chave: Sistema de informação; saúde materna; violência obstétrica; digitalização em saúde

INTRODUCTION

Maternal health remains a major public health concern in developing countries, particularly in the African context, where factors such as limited access to obstetric care, a shortage of qualified professionals, and deficiencies in health infrastructure exacerbate the risks faced by pregnant women¹. Several studies (Ngwenya & Nhancale, 2019; Kabiru & Agwanda, 2020) highlight the need for technological solutions tailored to the local context to improve care traceability, appointment scheduling, monitoring of health indicators, and communication between pregnant women and healthcare professionals. The use of health information systems, in addition to facilitating the management of clinical data, can offer additional features such as automated reminders, virtual assistance for addressing queries, and personalized educational guidance.

In Mozambique, although progress has been recorded in recent years, maternal mortality rates remain high. According to the Mozambican Ministry of Health², one of the major challenges facing the national health system lies in its capacity to provide continuous and effective care to pregnant women, particularly during the prenatal, delivery, and postpartum periods. The absence of computerized systems for recording and monitoring consultations, examinations, and warning signs represents a gap that compromises the quality of care provided. Within the SADC region, countries such as Zambia (SmartCare), South Africa (MomConnect), and others using DHIS2 demonstrate the potential of digital systems for maternal and child health^{3,4}. In Mozambique, the primary system in use is SIS-MA; while efficient for collecting aggregated data, it does not facilitate continuous, individualized monitoring of pregnant women⁵. Furthermore, obstetric violence, often silent and institutionalized, remains a challenge in the country, negatively impacting the quality of obstetric care and women's rights (1). The lack of secure channels for reporting incidents perpetuates impunity and discourages victims from coming forward^{6,7}. A heavy reliance on manual paper-based records, which are prone to loss and error, hinders the continuity of care and clinical decision-making.

The development of the e-Gestante system is significant because it fills a gap by offering continuous and individualized monitoring,

it improves clinical management through the digitization and organization of records, it strengthens the humanization of care by creating a channel for direct communication and for reporting abusive practices, and it contributes to public policy by aligning with regional efforts to digitize maternal healthcare. Thus, this work develops an e-Gestante system as a technological solution tailored to the context of the Maputo Central Hospital, the largest hospital in Mozambique. This work constitutes an important tool, as, despite global advancements in reducing maternal mortality, Mozambique continues to face serious challenges in providing quality obstetric care⁵.

As a national referral center, Maputo Central Hospital mirrors these difficulties, which include structural limitations, a shortage of trained human resources, and inefficiencies in service organization. These conditions directly compromise the well-being of pregnant women and newborns. Prominent among the most critical issues is the poor quality of obstetric care, manifested by delays in service delivery, a lack of adequate follow-up for consultations, and weaknesses in the early identification of clinical risks⁵. Also, the absence of secure channels for reporting grievances perpetuates impunity and discourages victims from reporting abuses^{6,7}. Another significant challenge is the heavy reliance on manual paper-based records, which are prone to loss, delays in information transmission, and data entry errors. Such limitations hinder the continuity of care and compromise clinical decision-making.

The lack of integration among services also undermines the monitoring of pregnant women throughout the pregnancy-puerperium cycle, particularly when they transition between different health facilities. The absence of alert and monitoring systems reduces the capacity for the early detection of complications, increasing the risk of maternal and neonatal mortality.

Thus, the absence of digital solutions designed specifically for individualized obstetric care constitutes a technological gap that limits administrative efficiency, undermines the humanization of care, and compromises the protection of pregnant women's rights. Based on this scenario, it has become urgent to rethink the model of obstetric care, incorporating digital tools that respond in an integrated manner to the clinical and social needs of pregnant women.

In this context, the study's main question is: how can an obstetric monitoring system contribute to improving the quality of healthcare and ensuring more effective and humanized care for pregnant women in Mozambique, in sub-Saharan Africa?

METHODOLOGICAL PROCEDURES

The description of the e-Gestante system's main functional components was developed based on a requirements analysis involving various stages of data collection and processing. The requirements-gathering process began with the administration of questionnaires and interviews, duly authorized by the HCM and Joaquim Chissano University, to healthcare professionals and pregnant women at Maputo Central Hospital (HCM). The study population consisted of two strata: healthcare professionals (physicians, nurses, and midwives) from the obstetrics department directly involved in providing care to pregnant women; and pregnant or postpartum women who were currently receiving, or had previously received, obstetric care at the HCM. The non-random sample, selected using purposive and convenience sampling, was defined based on participants' availability and relevance to the study's objectives. Women aged 18 to 45 receiving prenatal or postpartum care, and professionals in the field of maternal health were included in the example. The study sample had 21 participants, specifically five⁵ healthcare professionals and sixteen¹⁶ pregnant women, with the sample size determined by data saturation of the respondents' answers; their contributions provided insights into the needs, limitations, and potential benefits associated with implementing the e-Gestante system at the HCM. The implemented project was submitted to and approved by the HCM's Ethics and Research Directorate.

This process enabled the identification of essential functionalities, such as clinical record-keeping, appointment scheduling, risk alerts, pre- and post-natal care, medical history tracking, and the reporting of obstetric violence. In addition to interviews and questionnaires, on-site observations were conducted in the HCM clinical environment to understand workflows, map operational challenges, and observe the interactions between healthcare professionals and patients. Based on the collected data, the requirements were organized and modeled into functional and non-functional tables (see appendices). Subsequently, UML diagrams were developed to represent use cases, describing the

interactions between actors and the system, as well as class diagrams, which defined the system's structure through entities such as pregnant women, healthcare professionals, appointments, and medical exams.

Based on this analysis and modeling process, the key functional components of the e-Gestante system were defined: user registration and management, prenatal care, childbirth and postpartum care, reporting of obstetric violence, and an educational information module. This procedure ensured clarity regarding the system's scope and components, guaranteeing alignment between user needs and project objectives.

The development of the e-Gestante system for the Maputo Central Hospital (HCM) was carried out by adopting an iterative and agile development approach, using Oracle APEX and Oracle Database as the primary technologies. The process was organized under the Kanban methodology, which enabled the visualization of progress, the prioritization of activities, and the promotion of continuous value delivery. The Trello tool was used for task tracking.

The e-Gestante system was designed as a Progressive Web App (PWA), a technology that combines the characteristics of mobile applications with the flexibility of web applications. PWAs are distinguished by their ability to be accessed across various devices (computers, tablets, or smartphones), function even under conditions of limited connectivity, and offer features typical of native applications, such as notifications and offline access¹². Following the system's development, a simulation was conducted to validate its operational functionality. The purpose of this simulation was to validate the system's functionality and usability within the context of obstetric care processes. The system was hosted in a test environment using Oracle APEX and Oracle Database, accessible via computers, tablets, and smartphones. Test data was employed to replicate typical usage scenarios. Specific scenarios were developed to cover the system's core functionalities. Pregnant women and HCM professionals interacted with the system by following these predefined scenarios. Following each session, questionnaires were administered to assess user satisfaction, identify strengths and weaknesses, and gather suggestions for improvement.

The same structured questionnaire previously developed for system requirements gathering was used to present the incidence rates of the types of obstetric violence faced by pregnant women at the HCM, adapted and administered to

pregnant women receiving care at the Maputo Central Hospital. Data collection was conducted via Google Forms on an anonymous and voluntary basis, ensuring informed consent, confidentiality, and anonymity for the participants. The sample, purposive and convenience-based in nature, consisted of 16 pregnant women. The collected data were exported to a spreadsheet and subjected to descriptive statistical analysis (calculation of absolute and relative percentage frequencies), which enabled the identification and characterization of the incidence rates of the different types of obstetric violence at the HCM.

RESULTS

Based on the simulations performed and the observed functionalities, a set of components was identified that structures the system into interconnected functional modules, fostering greater efficiency in the clinical and administrative management of pregnant patients. The module for the registration and management of pregnant women is prominent among these components, which enables the comprehensive registration of the patient, classification by risk level (low, medium, or high), and immediate access to her medical history. This module incorporates real-time indicators, search filters, and organization capabilities based on criteria such as age, contact details, neighborhood, and weeks of gestation, offering professionals a consolidated overview of the entire population of pregnant women under their care.

The system also encompasses modules for prenatal consultations, examinations, and diagnostics, childbirth and postpartum care, health education, and clinical reports and indicators, and obstetric care experienced by the respondents. This simulation allowed for testing the performance of the system modules across various scenarios, evaluating navigation fluidity, the ease of data entry and editing, as well as the clarity of the presentation of clinical indicators.

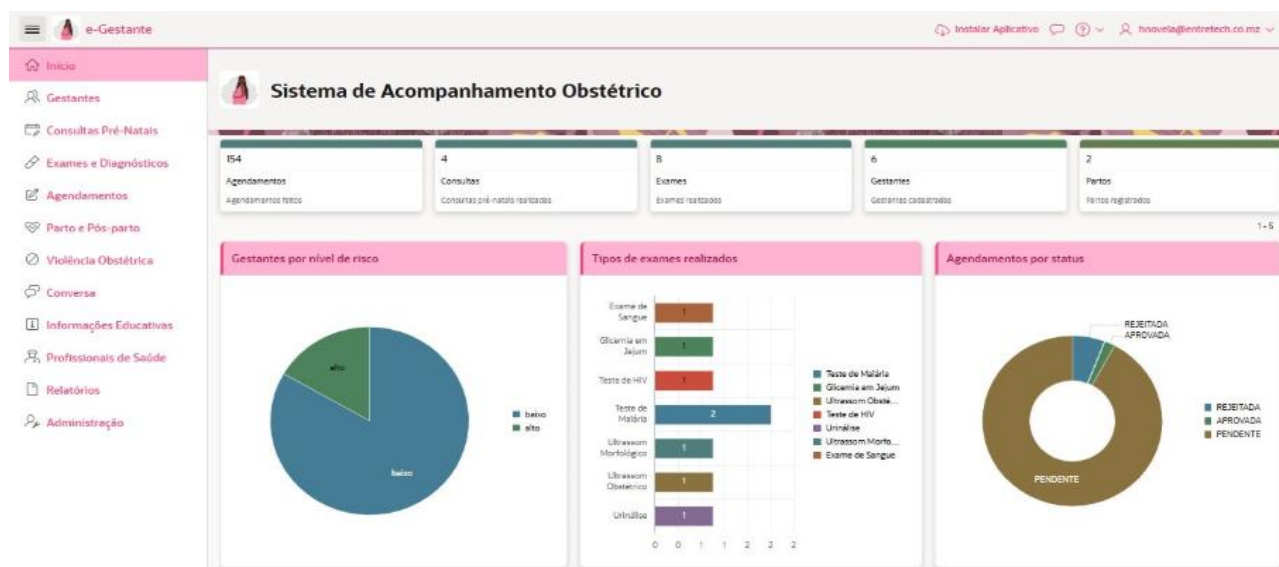
During the simulation, fictitious pregnant patients with varying clinical profiles and risk classifications were registered, enabling the verification of the system's capacity to generate visual alerts, automatically update appointments, record requested exams, and present follow-up reports. The clinical records enabled the digital reconstruction of each patient's journey, reducing the need for physical forms and centralizing information in a secure electronic format.

a component for automated notifications and reminders, a feature of particular importance for promoting adherence to scheduled appointments and examinations. Each of these modules fulfills a distinct yet interconnected functional role, ensuring a seamless flow of care from the initial contact through the postpartum period. A user-friendly interface, patient categorization, mandatory data fields, and a chronological record of clinical events constitute key elements of this technological solution, which directly addresses the challenges identified by healthcare professionals in the administered questionnaire. The system was designed with a focus on efficiency, speed, visual clarity, and integration among healthcare professionals, with the ultimate goal of enhancing the quality of obstetric care.

The pilot study sample consisted of 21 participants: five (5) healthcare professionals and sixteen (16) pregnant women. The e-Gestante system was developed with a focus on scalability and operational simplicity. Its development took into account common limitations found in peripheral health centers, such as a lack of continuous connectivity, a scarcity of computing equipment, and the need for professional training. During the development process, database structures were modeled, interfaces for data entry and visualization were created, a permission control system based on user type was structured, and the capability to generate customized reports was integrated. The technical construction was accompanied by the design of navigation flows that simulate a pregnant woman's journey through the healthcare service, from initial registration to obstetric outcome. Functional simulation of the e-Gestante system, conducted through practical exercises, replicated real-world scenarios of

The tests demonstrated that the system is functional, efficient, and offers considerable gains in information access time, continuity of obstetric care, and the generation of data relevant to hospital management. This stage proved crucial for validating the technical feasibility of the system and substantiating future recommendations for its implementation in a real-world setting.

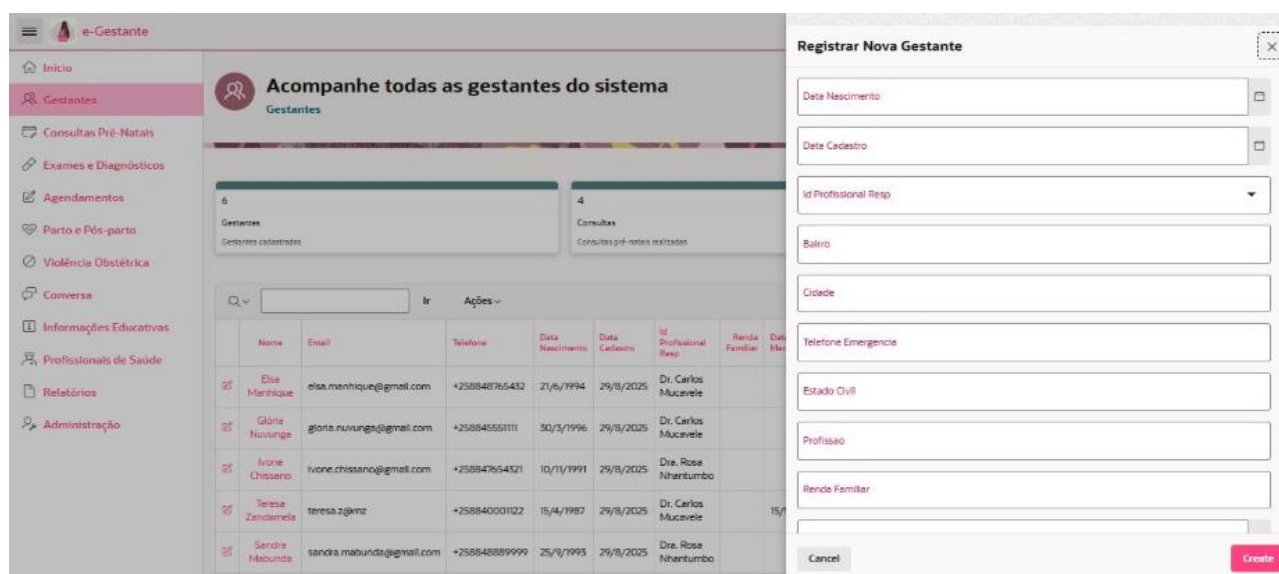
Figure 1 represents the main screen, or dashboard, which serves as a central control panel, offering an aggregated overview of the system's most important information. Its objective is to provide healthcare professionals and administrators with quick access to vital statistics and trends.

Figure 1 – System Home Screen (Dashboard)

Source: created by the author.

Figure 2 shows the e-Gestante system module designed for the detailed viewing of the list of pregnant women already registered in the database. This section is dedicated to the

comprehensive management of patients. The main screen lists all pregnant women registered in the system, while a modal form allows for the addition of new patients.

Figure 2 – Registered Pregnant Women Screen

Source: created by the author.

One of the critical aspects addressed by the study was the identification and quantification of the types of obstetric violence experienced by pregnant women receiving care at the Maputo Central Hospital, as reflected in the questionnaire responses. The data indicated that 72.2% of the pregnant women reported limited support during childbirth, and 63.6% stated that they were not treated with courtesy by the nursing staff. Additionally, 68.8% of the pregnant women stated that they had heard of obstetric violence, and 25% declared having witnessed or experienced concrete situations at the HCM.

The negligence, verbal abuse, non-consensual procedures, and lack of respect identified by the participants correspond to the classic forms of obstetric mistreatment described by Bowser & Hill (2010) and reinforced by Freedman (2014).

Although the figures may reflect a limited scope, they confirm the presence of practices that must be eliminated from the care delivery process, a situation that raises ethical and clinical concerns regarding the quality of care provided. The absence of digital records for these episodes hinders the institutional handling of the problem.

The integration of a system such as e-Gestante could allow for the inclusion of fields for reporting complaints or evaluating care from the user's perspective, thereby fostering a culture of accountability and continuous improvement. This point underscores the importance of the system not merely as a clinical tool, but also as a mechanism for protecting the rights of pregnant women.

DISCUSSION

The e-Gestante system was designed with a set of components aimed at comprehensively addressing the clinical and operational gaps at the HCM. The digital clinical record, automated appointment scheduling, clinical risk alerts, an integrated medical history, and, innovatively, a confidential channel for reporting obstetric violence are highlighted among its components. This proposal aligns with international initiatives such as SmartCare (Zambia) and MomConnect (South Africa), which have also prioritized the integration of clinical, educational, and communication functionalities^{3,4}. However, unlike those systems, e-Gestante introduces an explicit mechanism to bring visibility to cases of obstetric violence, filling a gap often overlooked in digital maternal health solutions.

Regarding the confidentiality of reports of obstetric violence, the module was designed with layers of two-factor authentication and end-to-end encryption. Data entered by users is immediately encrypted and stored in an isolated table, accessible only to a limited number of system administrators upon formal justification and audit logging. Before being made public in aggregated reports, the data undergo an anonymization process that removes any direct identifiers (name, phone number, address) and indirect identifiers (date of birth, occupation), ensuring that no individual report can be traced back to its author.

The choice of a modular architecture developed in Oracle APEX also warrants examination. Authors such as Kimaro and Nhampossa⁸ warn that overly rigid and complex systems are among the primary causes of digital transformation failure in Africa. The selection of a low-code platform proves to be a coherent choice, as it enables rapid prototyping, low costs, and greater operational simplicity. The modeling of the database and interfaces was directly inspired by the clinical protocols and administrative workflows of the HCM system, ranging from the registration of pregnant women to the recording of births and postpartum care.

It is crucial to explore the potential of e-Gestante to enhance the care to pregnant women, even though the study reinforces the technical aspects of the software's development in several respects. The system can improve care by enabling the standardized recording of clinical information, ensuring that no stage of prenatal care is overlooked; by generating automated risk alerts, assisting professionals in prioritizing critical cases; by delivering educational information directly to pregnant women, empowering them to recognize warning signs and demand respectful care; and by providing aggregated data for hospital management, facilitating the identification of patterns of obstetric violence and the implementation of corrective policies.

The simulation of the e-Gestante system at Maputo Central Hospital constituted a key moment for assessing its practical applicability. The results showed that 75% of the participants considered the system relevant for improving obstetric care, which confirms the importance attributed to the perception of utility. During the simulation, a significant reduction was observed in the time dedicated to manual record-keeping and searching for clinical information, allowing for greater availability for direct care activities, corroborating the findings of Fraser et al.⁹.

The analysis of data regarding obstetric violence revealed alarming results: 72.2% of pregnant women reported limited support during childbirth, and 25% stated that they had experienced or witnessed instances of obstetric violence at the HCM. The negligence, verbal abuse, non-consensual procedures, and lack of respect cited by the participants correspond to the classic forms of obstetric mistreatment described by Bowser & Hill⁶ and reinforced by Freedman⁷. These figures expose a structural problem that transcends the technical dimension, constituting a systematic violation of human rights.

When addressing pregnant women's interest in using the system, little mention was made throughout the study regarding their actual use of the software. Also, the need for access to smartphones and mobile data plans, prerequisites for using the software, was mentioned only when discussing the system's limitations. This identifies a critical constraint: a digital inclusion bias stemming from the premise of universal access to smartphones and mobile data plans, whereas the Mozambican reality is characterized by profound technological inequalities¹⁰. To address this challenge, it is necessary to move beyond a strictly digital perspective and adopt a multichannel architecture, such as the future integration of a complementary module via USSD (Unstructured Supplementary Service Data), a technology that enables access to essential information on any type of mobile phone, including the most basic models.

The simulation also showed challenges that temper the positive results. The need for continuous training, ongoing technical support, and resistance to change were identified as potential barriers. Here, the study aligns with the cautionary note from Nutley & Reynolds¹¹, who emphasize that technology, in and of itself, does not resolve structural problems; its effectiveness depends on an ecosystem of institutional support that includes committed leadership, investment in infrastructure, and digital capacity building.

CONCLUSION

The e-Gestante system was developed as a modular system comprising a digital clinical record, automated scheduling, risk alerts, medical history, and a channel for reporting obstetric violence. The simulation at HCM confirmed its technical feasibility and demonstrated a high level of acceptance, with participants acknowledging its utility as a system for improving healthcare

delivery. The data collected also revealed the occurrence of cases of obstetric violence, with 25% of participants stating that they had experienced or witnessed such situations, a finding that validates the relevance of the reporting module. The system demonstrated the capacity to identify cases of obstetric violence; however, while the tool offers a secure channel for reporting, the eradication of this phenomenon requires cultural and institutional changes that extend beyond technology.

REFERENCES

1. Ferrinho P, Sidat M, David H. *Saúde materna em Moçambique: desafios e perspectivas*. Maputo: Editora Universitária; 2017.
2. Ministério da Saúde de Moçambique (MISAU). *Relatório anual do sistema nacional de saúde 2019*. Maputo: MISAU; 2020.
3. World Health Organization (WHO). *Digital health in the African region: a review of promising practices*. Geneva: WHO; 2022.
4. Kabiru CW, Agwanda AT. *Maternal health in Sub-Saharan Africa: a review of challenges and digital interventions*. Nairobi: African Population and Health Research Center; 2020.
5. Instituto Nacional de Saúde (INS). *Mortalidade e causas de morte em Moçambique: Relatório 2020*. Maputo: INS; 2020.
6. Bowser D, Hill K. *Exploring evidence for disrespect and abuse in facility-based childbirth: report of a landscape analysis*. USAID; 2010.
7. Freedman LP. Disrespect and abuse of women in childbirth: time to look inwardly. *Lancet Glob Health*. 2014;2(5):e251-2.
8. Kimaro HC, Nhampossa JL. Analyzing the problem of unsustainable health information systems in less-developed economies: Case studies from Tanzania and Mozambique. *Information Technology for Development*. 2005;11(3):273-298.
9. Fraser HSF, Blaya J, Choi SS, Bonifacio M, Jazayeri D. Implementing electronic medical record systems in developing countries. *Informatics in Primary Care*. 2005;13(2):83-95.

10. Instituto Nacional de Estatística (INE). Relatório anual de estatísticas de telecomunicações e acesso digital em Moçambique. Maputo: INE; 2023.

11. Nutley T, Reynolds HW. Improving the use of health data for health system strengthening. Global Health Action. 2013;6(1):20001

Statement of responsibility: We declare that all authors participated in the construction, development, and preparation of the work.

Funding: There was no funding or source of financial support for this research.

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: Novela H, Miguel LLAJ. E-Gestante Obstetric Monitoring System Implemented at the Maputo Central Hospital (HCM), Mozambique. Latin Am J Telehealth. Belo Horizonte, 2025;12(2): 152-159.

Sistema de acompañamiento obstétrico e-gestante implementado en el hospital central de maputo (HCM), mozambique

Lucas Lavo Antonio Jimo Miguel

Titular de doctorado y posdoctorado por la Universidade Joaquim Chissano. Profesor Asistente. Correo electrónico: lucasmiguel@ujc.ac.mz.

Hidelgio Novela

Autor de correspondencia: Graduado de licenciatura por la Universidade Joaquim Chissano. Graduado. ORCID no creado. Correo electrónico: hidelgionovela@gmail.com.

Fecha de recepción: 12 de octubre de 2025 | Fecha de aprobación: 22 de mayo de 2026

Resumen

Introducción: Una atención obstétrica adecuada es fundamental para promover la salud de la mujer durante el embarazo. En Mozambique, la calidad de la atención obstétrica está comprometida por el predominio de procesos manuales, la deficiente comunicación entre los profesionales, la ausencia de sistemas digitales integrados, la sobrecarga administrativa y las deficiencias en la atención. **Objetivo:** En este contexto, el objetivo fue desarrollar un sistema digital de atención obstétrica en el Hospital Central de Maputo (HCM) en Mozambique. **Metodología:** La metodología del estudio es de carácter aplicado y se estructura en cuatro etapas principales: recopilación de requisitos, desarrollo ágil del sistema, simulación en el contexto del HCM y análisis estadístico de datos empíricos. El sistema integra funcionalidades como registros clínicos digitales, programación automatizada de citas, alertas de riesgo y un módulo de informes confidenciales. **Resultados:** Los resultados demostraron la aceptación del sistema, ya que el 75 % de las participantes lo consideraron importante para mejorar la atención. Se identificó que el 72,2 % de las mujeres embarazadas reportaron una atención limitada durante el parto, lo que confirma la urgencia de soluciones tecnológicas que promuevan la transparencia. **Conclusión:** Se concluye que el sistema e-Gestante se presenta como una solución tecnológica viable y prometedora para fortalecer la calidad de la atención obstétrica, reducir los riesgos clínicos y promover una atención más eficiente y respetuosa de la salud de la mujer.

Palabras clave: Sistema de información; salud materna; violencia obstétrica; digitalización en salud.

Abstract

E-gestante obstetric monitoring system implemented at the maputo central hospital (HCM), mozambique

Introduction: Adequate obstetric care is an essential factor in promoting women's health during pregnancy. In Mozambique, the quality of obstetric care is compromised by the predominance of manual processes, poor communication among professionals, lack of integrated digital systems, administrative overload, and deficiencies in care delivery. **Objective:** In this context, the present study aimed to develop a digital system for obstetric follow-up in the context of the Central Hospital of Maputo (HCM). **Methodology:** The methodology is applied in nature, structured in four main stages: requirements gathering, agile system development, simulation in the HCM context, and statistical analysis of empirical data. The system integrates functionalities such as digital clinical records, automated appointment scheduling, risk alerts, and a confidential reporting module for obstetric violence. **Results:** The results demonstrated strong acceptance, with 75% of participants considering the system important for improving care. It was also identified that 72.2% of pregnant women reported limited follow-up during childbirth, confirming the urgency of technological solutions that promote transparency. **Conclusion:** It is concluded that the e-Gestante system is a viable and promising technological solution to strengthen the quality of obstetric care, reduce clinical risks, and foster more efficient and respectful care for women's health.

Key-words: Information system, maternal health, health digitization, obstetric violence.

Resumo

Sistema de acompanhamento obstétrico e-gestante implementado no hospital central de maputo (HCM), moçambique

Introdução: O acompanhamento obstétrico adequado constitui um fator essencial para a promoção da saúde da mulher durante a gestação. Em Moçambique, a qualidade do acompanhamento obstétrico é comprometida pela predominância de processos manuais, comunicação deficiente entre profissionais, a ausência de sistemas digitais integrados, sobrecarga administrativa e falhas no cuidado. **Objetivo:** Perante este contexto, objetivou-se desenvolver um sistema digital de acompanhamento obstétrico no contexto do Hospital Central de Maputo (HCM) em Moçambique. **Metodologia:** A metodologia do estudo é de natureza aplicada, estruturada em quatro etapas principais: levantamento de requisitos, desenvolvimento ágil do sistema, simulação no contexto do HCM e análise estatística dos dados empíricos. O sistema integra funcionalidades como registo clínico digital, agendamento automatizado de consultas, alertas de risco e um módulo confidencial para denúncias. **Resultados:** Os resultados demonstraram aceitação do sistema, com 75% dos participantes a considerarem-no importante para a melhoria dos cuidados. Identificou-se que 72,2% das gestantes reportaram acompanhamento limitado durante o parto, confirmando a urgência de soluções tecnológicas que promovam a transparência. **Conclusão:** Conclui-se que o sistema e-Gestante apresenta-se como uma solução tecnológica viável e promissora para fortalecer a qualidade do cuidado obstétrico, reduzir riscos clínicos e promover um atendimento mais eficiente e respeitoso à saúde da mulher.

Palavras-chave: Sistema de informação; saúde materna; violência obstétrica; digitalização em saúde

INTRODUCTION

La salud materna sigue siendo una importante preocupación de salud pública en los países en desarrollo, especialmente en el contexto africano, donde factores como el acceso limitado a la atención obstétrica, la escasez de profesionales cualificados y las deficiencias en la infraestructura sanitaria agravan los riesgos que enfrentan las mujeres embarazadas¹. Varios estudios (p. ej., Ngwenya y Nhancale, 2019; Kabiru y Agwanda, 2020) refuerzan la necesidad de soluciones tecnológicas adaptadas al contexto local para mejorar la trazabilidad de la atención, la programación de citas, el seguimiento de los indicadores de salud y la comunicación entre las mujeres embarazadas y los profesionales sanitarios. El uso de sistemas de información sanitaria, además de facilitar la gestión de los datos clínicos, puede ofrecer recursos adicionales como recordatorios automáticos, asistencia virtual para aclarar dudas y orientación educativa personalizada.

En Mozambique, si bien se han logrado avances en los últimos años, las tasas de mortalidad materna permanecen elevadas. Según el Ministerio de Salud de Mozambique², una de las principales dificultades que enfrenta el sistema nacional de salud radica en su capacidad para brindar un seguimiento continuo y eficaz a las mujeres embarazadas, especialmente durante los periodos prenatal, de parto y posparto. La ausencia de sistemas informatizados para registrar y monitorear consultas, exámenes y señales de alerta constituye una brecha que compromete la calidad de la atención brindada. En la región de la SADC, países como Zambia (SmartCare), Sudáfrica (MomConnect) y otros que utilizan DHIS2 demuestran el potencial de los sistemas digitales para la salud materno-infantil^{3,4}. En Mozambique, el principal sistema utilizado es SIS-MA, que, si bien es eficiente para recopilar datos agregados, no proporciona un seguimiento individualizado y continuo de las mujeres embarazadas⁵. Además, la violencia obstétrica, a menudo silenciosa e institucionalizada, sigue siendo un desafío en el país, afectando negativamente la calidad de la atención obstétrica y los derechos de las mujeres¹. La falta de canales de denuncia seguros perpetúa la impunidad y desalienta a las víctimas^{6,7}. La gran dependencia de los registros manuales en papel, que están sujetos a pérdidas y errores, dificulta la continuidad de la atención y la toma de decisiones clínicas.

El desarrollo del sistema e-Gestante es relevante porque cubre una necesidad al ofrecer un monitoreo continuo e individualizado, mejora la gestión clínica mediante la digitalización y organización de los registros, fortalece la humanización de la atención al crear un espacio

para la comunicación directa y la denuncia de prácticas abusivas, y contribuye a las políticas públicas al alinearse con los esfuerzos regionales para digitalizar la salud materna. Por lo tanto, este trabajo desarrolla un sistema e-Gestante como una solución tecnológica adaptada al contexto del Hospital Central de Maputo, el hospital más grande de Mozambique. Por otro lado, este trabajo constituye una herramienta importante porque, a pesar de los avances mundiales en la reducción de la mortalidad materna, Mozambique sigue enfrentando serios desafíos para brindar atención obstétrica de calidad⁵.

El Hospital Central de Maputo, como unidad de referencia nacional, refleja estas dificultades, que incluyen limitaciones estructurales, escasez de personal cualificado e ineficiencias en la organización de los servicios. Estas condiciones comprometen directamente el bienestar de las mujeres embarazadas y los recién nacidos. Entre los problemas más críticos se encuentra la baja calidad de la atención obstétrica, que se manifiesta en retrasos en la atención, falta de seguimiento adecuado de las consultas y deficiencias en la identificación temprana de riesgos clínicos⁵. A esto se suma la falta de canales de denuncia seguros, lo que perpetúa la impunidad y disuade a las víctimas de denunciar abusos^{6,7}. Otro desafío relevante es la fuerte dependencia de los registros manuales en papel, que son propensos a la pérdida, retrasos en la transmisión de información y errores de archivo. Estas limitaciones dificultan la continuidad de la atención y comprometen la toma de decisiones clínicas.

La falta de integración entre los servicios también debilita el seguimiento de las mujeres embarazadas a lo largo del ciclo embarazo-puerperio, especialmente cuando se trasladan entre diferentes centros de salud. Asimismo, la ausencia de sistemas de alerta y monitorización reduce la capacidad de detección precoz de complicaciones, incrementando el riesgo de mortalidad materna y neonatal.

Por lo tanto, la falta de soluciones digitales diseñadas específicamente para la atención obstétrica individualizada constituye una brecha tecnológica que limita la eficiencia administrativa, debilita la humanización de la atención y compromete la protección de los derechos de las mujeres embarazadas. Ante este panorama, resulta urgente repensar el modelo de atención obstétrica, incorporando herramientas digitales que respondan de manera integral a las necesidades clínicas y sociales de las mujeres embarazadas.

En este contexto, el estudio plantea las siguientes preguntas: ¿cómo puede un sistema de monitorización obstétrica contribuir a mejorar la calidad de la atención sanitaria y garantizar una atención más eficaz y humana para las mujeres

embarazadas en Mozambique, una región subsahariana de África?

PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS

La descripción de los principales componentes funcionales del sistema e-Gestante se realizó a partir de un análisis de requisitos que incluyó diferentes etapas de recolección y procesamiento de datos. La recolección de requisitos comenzó con cuestionarios y entrevistas aplicadas (debidamente autorizadas por el HCM y la Universidad Joaquim Chissano) a profesionales de la salud y mujeres embarazadas en el Hospital Central de Maputo (HCM). La población de estudio consistió en dos estratos: profesionales médicos, enfermeras y parteras del sector de obstetricia directamente involucradas en la atención de mujeres embarazadas, y mujeres embarazadas o puerperas que estaban recibiendo o habían recibido atención obstétrica en el HCM. La muestra no aleatoria, seleccionada intencionalmente y por conveniencia, se definió en función de la disponibilidad y relevancia de las participantes para los objetivos del estudio. Se incluyeron mujeres de entre 18 y 45 años, que recibían atención prenatal o posparto, así como profesionales en el campo de la salud materna.

Así, la muestra del ensayo incluyó a 21 participantes, definidas por la saturación de las respuestas: cinco⁵ profesionales de la salud y dieciséis¹⁶ mujeres embarazadas, cuya contribución nos permitió comprender las necesidades, limitaciones y potencialidades asociadas a la implementación del sistema e-Gestante en HCM. Además, el proyecto implementado fue presentado y aprobado por el Comité de Ética e Investigación de HCM.

Este proceso permitió identificar funcionalidades esenciales, como registros clínicos, programación de citas, alertas de riesgo, atención prenatal y posnatal, historial médico y notificación de violencia obstétrica. Además de entrevistas y cuestionarios, se realizaron observaciones in situ en el entorno clínico de HCM para comprender los flujos de trabajo, identificar los desafíos operativos y observar la interacción entre profesionales y usuarios. Con base en los datos recopilados, los requisitos se organizaron y modelaron en tablas funcionales y no funcionales (véanse los apéndices). Posteriormente, se crearon diagramas UML que representan casos de uso que describen las interacciones entre los actores y el sistema, así como diagramas de clases que definen la estructura con entidades como mujer embarazada, profesional de la salud, consulta y examen.

A partir de este análisis y proceso de modelado, se definieron los principales

componentes funcionales del sistema e-Gestante: registro y gestión de usuarios, atención prenatal, atención al parto y posparto, denuncia de violencia obstétrica y un módulo de información educativa. Este procedimiento garantizó la claridad en cuanto al alcance y los componentes del sistema, asegurando la alineación entre las necesidades de las usuarias y los objetivos del proyecto.

El desarrollo del sistema e-Gestante aplicado al Hospital Central de Maputo (HCM) se llevó a cabo adaptando un enfoque iterativo y ágil de desarrollo, utilizando principalmente las tecnologías Oracle APEX y Oracle Database. El proceso se organizó con la metodología Kanban, que permitió visualizar el progreso, priorizar las actividades y promover la entrega continua de valor. Se utilizó la herramienta Trello para el seguimiento de las tareas.

El sistema e-Gestante se diseñó como una aplicación web progresiva (PWA), una tecnología que combina las características de las aplicaciones móviles con la flexibilidad de las aplicaciones web. Las PWA se distinguen por permitir el acceso desde diferentes dispositivos (ordenadores, tabletas o smartphones), funcionar incluso en condiciones de conectividad limitada y ofrecer características típicas de las aplicaciones nativas, como notificaciones y acceso sin conexión¹². Tras el desarrollo del sistema, se realizó una simulación para validar su operatividad. La simulación tuvo como objetivo validar la funcionalidad y la usabilidad del sistema para los procesos de monitorización obstétrica. El sistema se alojó en un entorno de prueba con Oracle APEX y Oracle Database, accesible desde ordenadores, tabletas y smartphones. Se probaron algunos datos para reproducir escenarios de uso típicos. Se desarrollaron escenarios que cubrían las principales funcionalidades del sistema. Mujeres embarazadas y profesionales de HCM interactuaron con el sistema siguiendo los escenarios predefinidos. Tras cada sesión, se aplicaron cuestionarios para evaluar la satisfacción, identificar fortalezas y debilidades y recopilar sugerencias de mejora.

Para presentar las tasas de incidencia de los tipos de violencia obstétrica que sufren las mujeres embarazadas en el Hospital Central de Maputo (HCM), se utilizó el mismo cuestionario estructurado desarrollado previamente para el análisis de requisitos del sistema, adaptado para mujeres embarazadas atendidas en el hospital. La recopilación de datos se realizó de forma anónima y voluntaria mediante Formularios de Google, garantizando el consentimiento informado, la confidencialidad y el anonimato de las participantes. La muestra, intencionada y por conveniencia, estuvo compuesta por 16 mujeres embarazadas. Los datos recopilados se exportaron a una hoja de cálculo y se sometieron

a un análisis estadístico descriptivo (cálculo de frecuencias porcentuales absolutas y relativas), lo que permitió identificar y caracterizar las tasas de incidencia de los diferentes tipos de violencia obstétrica en el HCM.

RESULTADOS

Con base en las simulaciones realizadas y las funcionalidades observadas, se identificó un conjunto de componentes que estructuran el sistema en módulos funcionales integrados entre sí, los cuales promueven una mayor eficiencia en la gestión clínica y administrativa de pacientes embarazadas. Entre los componentes principales, se destaca el módulo de registro y gestión de pacientes embarazadas, que permite el registro completo de la paciente, su clasificación por nivel de riesgo (bajo, medio o alto) y el acceso inmediato a su historial médico. Este módulo también integra indicadores en tiempo real, filtros de búsqueda y organización por criterios como edad, información de contacto, barrio y semanas de gestación, ofreciendo a los profesionales una visión consolidada del conjunto de mujeres embarazadas atendidas.

El sistema también incluye módulos para consultas prenatales, exámenes y diagnósticos, parto y atención posparto, educación para la salud, informes e indicadores clínicos, así como un componente para notificaciones y recordatorios automáticos, una función especialmente importante para fomentar el cumplimiento de las consultas y exámenes programados. Cada uno de estos módulos cumple una función específica pero interconectada, lo que permite una monitorización fluida desde el primer contacto hasta el periodo posparto. La interfaz intuitiva, la categorización de pacientes, los campos obligatorios y el registro cronológico de eventos clínicos forman parte de la propuesta tecnológica que aborda directamente las dificultades planteadas por los profesionales en el cuestionario aplicado. El sistema se diseñó con enfoque en la eficiencia, la rapidez, la claridad visual y la integración entre los diferentes actores de la atención obstétrica.

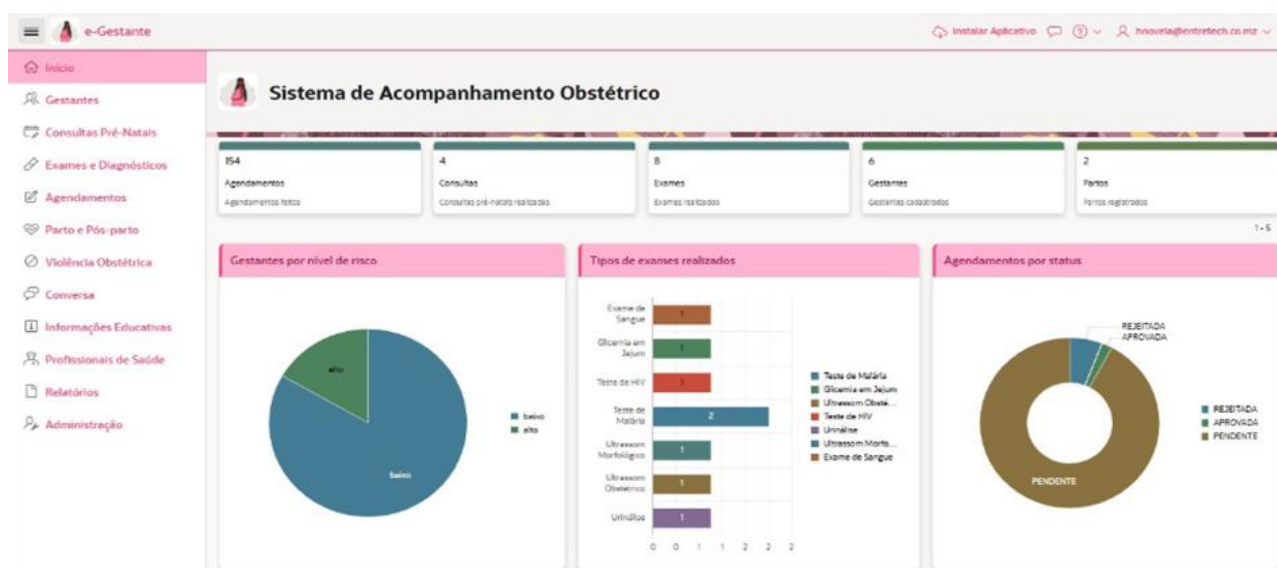
La muestra del estudio piloto estuvo compuesta por 21 participantes: cinco⁵ profesionales de la salud y dieciséis¹⁶ mujeres embarazadas. El sistema e-Gestante se desarrolló teniendo en cuenta la escalabilidad y la simplicidad operativa. Su desarrollo consideró las limitaciones comunes en los centros de salud periféricos, como la falta de conectividad permanente, la escasez de equipos informáticos y la necesidad de capacitación profesional.

En el proceso de desarrollo, se modelaron las estructuras de la base de datos, se crearon interfaces para la entrada y visualización de datos, se estructuró el control de permisos por tipo de usuario y se integró la posibilidad de generar informes personalizados. La construcción técnica se complementó con el diseño de flujos de navegación que simulan el recorrido de la mujer embarazada a través del sistema de salud, desde el primer registro hasta el resultado obstétrico. La simulación funcional del sistema e-Gestante mediante la práctica reprodujo situaciones reales de seguimiento obstétrico de las participantes. La simulación permitió probar el desempeño de los módulos en diversos escenarios, evaluando la fluidez de la navegación, la facilidad de registro y edición de datos, así como la claridad en la presentación de los indicadores clínicos.

Durante la simulación, se registraron mujeres embarazadas ficticias con diferentes perfiles clínicos y clasificaciones de riesgo, lo que permitió verificar la capacidad del sistema para generar alertas visuales, actualizar automáticamente las citas, registrar las pruebas solicitadas y presentar informes de seguimiento. Los registros clínicos permitieron reconstruir de forma digital el recorrido de cada paciente, reduciendo la necesidad de formularios físicos y centralizando la información en un formato electrónico seguro.

Las pruebas han demostrado que el sistema es funcional, eficiente y ofrece mejoras considerables en el tiempo de acceso a la información, la continuidad de la atención obstétrica y la generación de datos relevantes para la gestión hospitalaria. Esta etapa resultó crucial para validar la viabilidad técnica del sistema y fundamentar futuras recomendaciones para su implementación en un entorno real.

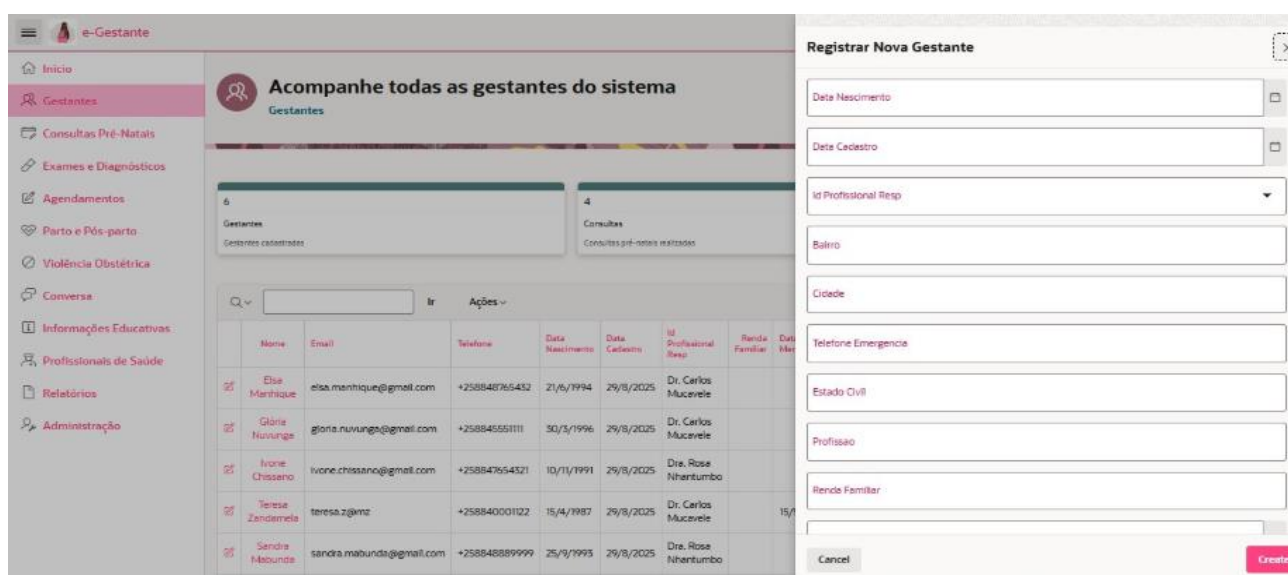
La Figura 1 representa la pantalla principal, o dashboard, que funciona como un panel de control central y ofrece una visión general y consolidada de la información más importante del sistema. Su objetivo es brindar a los profesionales de la salud y administradores el acceso rápido a estadísticas y tendencias clave.

Figura 1 – Pantalla de inicio del sistema (Dashboard)

Fuente: elaborada por el autor.

La Figura 2 se refiere al módulo del sistema e-Gestante, diseñado para la visualización detallada de la lista de mujeres embarazadas ya registradas en la base de datos. Esta sección está dedicada a la gestión integral de las pacientes. La

pantalla principal muestra a todas las mujeres embarazadas registradas en el sistema, mientras que un formulario modal permite añadir nuevas pacientes.

Figura 2 – Pantalla de Gestantes Registradas

Fuente: elaborada por el autor.

Uno de los aspectos cruciales abordados en el estudio fue la identificación y cuantificación de los tipos de violencia obstétrica sufrida por mujeres embarazadas atendidas en el Hospital Central de Maputo, según las respuestas al cuestionario. Los datos indicaron que el 72,2 % de las mujeres embarazadas reportaron apoyo limitado durante el parto, y el 63,6 % afirmó no haber recibido un trato cortés por parte del personal de enfermería. Además, el 68,8 % de las mujeres embarazadas declaró haber oído hablar de violencia obstétrica, y el 25 % afirmó haber presenciado o experimentado situaciones específicas en el Hospital Central de Maputo.

La negligencia, el abuso verbal, los procedimientos no consensuales y la falta de respeto reportados por las participantes corresponden a las formas clásicas de maltrato obstétrico descritas por Bowser y Hill (2010) y reforzadas por Freedman (2014).

Si bien las cifras pueden reflejar un universo limitado, confirman la existencia de prácticas que deberían eliminarse en el proceso asistencial, lo que suscita inquietudes éticas y clínicas sobre la calidad de la atención prestada. La falta de registros digitales de estos episodios dificulta el tratamiento institucional del problema.

La integración de un sistema como e-Gestante permitiría incluir campos para quejas o evaluaciones de la atención por parte de la usuaria, fomentando una cultura de responsabilidad y mejora continua. Este punto refuerza la importancia del sistema no apenas como herramienta clínica, sino también como mecanismo para proteger los derechos de las mujeres embarazadas.

DISCUSIÓN

El sistema e-Gestante se diseñó con un conjunto de componentes que buscan responder de manera integrada a las deficiencias clínicas y operativas de HCM. Entre sus componentes, se destacan: la historia clínica digital, la programación automatizada de citas, las alertas de riesgo clínico, el historial médico integrado y, de forma innovadora, un canal confidencial para denunciar la violencia obstétrica. Esta propuesta es similar a iniciativas internacionales como SmartCare (Zambia) y MomConnect (Sudáfrica), que también se centraron en integrar funcionalidades clínicas, educativas y de comunicación^{3,4}. Sin embargo, a diferencia de estos sistemas, e-Gestante introduce un mecanismo explícito para visibilizar los casos de violencia obstétrica, cubriendo así una carencia que suele pasarse por alto en las soluciones digitales de salud materna.

En cuanto a la confidencialidad de los informes de violencia obstétrica, el módulo se construyó con múltiples niveles de autenticación

de dos factores y cifrado de punta a punta. Los datos introducidos por los usuarios se cifran inmediatamente y se almacenan en una tabla aislada, accesible únicamente por un número limitado de administradores del sistema, con justificación formal y registro de auditoría. Antes de hacerse públicos en informes agregados, los datos se someten a un proceso de anonimización que elimina cualquier identificador directo (nombre, número de teléfono, dirección) e indirecto (fecha de nacimiento, profesión), garantizando que ningún informe individual pueda rastrearse hasta su autor.

La opción por la arquitectura modular desarrollada en Oracle APEX también merece análisis. Autores como Kimaro y Nhampossa⁸ advierten que los sistemas excesivamente rígidos y complejos son una de las principales causas de fracaso en la transformación digital en África. En este sentido, la elección de una plataforma de low-code resulta coherente, ya que permitió la creación rápida de prototipos, un bajo costo y una mayor simplicidad operativa. El modelado de la base de datos y las interfaces se inspiró directamente en los protocolos clínicos y los flujos administrativos del HCM, desde el registro de la mujer embarazada hasta el registro del parto y el posparto.

Si bien el estudio reforzó varios puntos sobre los aspectos técnicos del desarrollo de software, es fundamental explorar el potencial de e-Gestante para mejorar la atención brindada a las gestantes. El sistema puede mejorar la atención al permitir el registro estandarizado de información clínica, asegurando que no se olvide ninguna etapa de la atención prenatal; al generar alertas automáticas de riesgo, ayudando a los profesionales a priorizar los casos graves; al ofrecer información educativa directamente a las mujeres embarazadas, capacitándolas para reconocer señales de peligro y exigir una atención respetuosa; y al proporcionar datos agregados para la administración hospitalaria, permitiendo la identificación de patrones de violencia obstétrica y la implementación de políticas correctivas.

La simulación del sistema e-Gestante en el Hospital Central de Maputo fue un momento clave para evaluar su aplicabilidad práctica. Los resultados mostraron que el 75 % de los participantes consideró que el sistema era relevante para mejorar la atención obstétrica, lo que confirma la importancia atribuida a la percepción de utilidad. Durante la simulación, se observó una reducción significativa en el tiempo dedicado a los registros manuales y a la búsqueda de información clínica, lo que permitió una mayor disponibilidad para las actividades de atención directa, corroborando los hallazgos de Fraser et al.⁹.

El análisis de los datos relativos a la violencia obstétrica reveló resultados alarmantes: el 72,2 % de las mujeres embarazadas reportaron apoyo limitado durante el parto y el 25 % afirmaron haber experimentado o presenciado situaciones de violencia obstétrica en HCM. La negligencia, el abuso verbal, los procedimientos no consensuales y la falta de respeto reportados por las participantes corresponden a las formas clásicas de maltrato obstétrico descritas por Bowser y Hill⁶ y reforzadas por Freedman⁷. Estos números muestran un problema estructural que trasciende la dimensión técnica, constituyendo una violación sistemática de los derechos humanos.

Al abordar el interés de las mujeres embarazadas en utilizar el sistema, se observa que se hizo poca mención del uso del software por parte de ellas a lo largo del estudio. También fue relevante el hecho de que solo al discutir las limitaciones se mencionó la necesidad de acceso a teléfonos inteligentes y planes de datos móviles para utilizar el software. Esta es una limitación crítica identificada: el sesgo de inclusión digital, que partió de la premisa del acceso a teléfonos inteligentes y planes de datos móviles, pero la realidad mozambiqueña se caracteriza por profundas desigualdades tecnológicas¹⁰. Para afrontar este desafío, es necesario ir más allá de la visión estrictamente digital y adoptar una arquitectura multicanal, como la futura integración de un módulo complementario a través de USSD (Unstructured Supplementary Service Data), una tecnología que permite el acceso a información esencial en cualquier tipo de teléfono móvil, incluidos los modelos más básicos.

La simulación también puso de manifiesto desafíos que contextualizaron los resultados positivos. Se identificaron como posibles obstáculos la necesidad de formación continua, el apoyo técnico constante y la resistencia al cambio. En este sentido, el estudio coincide con la advertencia de Nutley y Reynolds¹¹, quienes destacan que la tecnología, por sí sola, no resuelve los problemas estructurales; su eficacia depende de un ecosistema de apoyo institucional, que incluye un liderazgo comprometido, inversión en infraestructura y desarrollo de capacidades digitales.

CONCLUSIÓN

El sistema e-Gestante se desarrolló como un sistema modular compuesto por un registro clínico digital, programación automatizada, alertas de riesgo, historial médico y un canal para denunciar la violencia obstétrica. La simulación en el HCM confirmó su viabilidad técnica y demostró un alto nivel de aceptación, siendo reconocida por las participantes como una herramienta útil para mejorar la atención sanitaria. Los datos

recopilados también revelaron los casos de violencia obstétrica, con un 25 % de las participantes que afirmaron haber experimentado o presenciado tales situaciones, lo que legitima la relevancia del módulo de denuncia. El sistema demostró su capacidad para identificar casos de violencia obstétrica y, si bien la herramienta ofrece un canal de denuncia seguro, erradicar este fenómeno requiere cambios culturales e institucionales que van más allá de la tecnología.

REFERENCIAS

1. Ferrinho P, Sidat M, David H. Saúde materna em Moçambique: desafios e perspectivas. Maputo: Editora Universitária; 2017.
2. Ministério da Saúde de Moçambique (MISAU). Relatório anual do sistema nacional de saúde 2019. Maputo: MISAU; 2020.
3. World Health Organization (WHO). Digital health in the African region: a review of promising practices. Geneva: WHO; 2022.
4. Kabiru CW, Agwanda AT. Maternal health in Sub-Saharan Africa: a review of challenges and digital interventions. Nairobi: African Population and Health Research Center; 2020.
5. Instituto Nacional de Saúde (INS). Mortalidade e causas de morte em Moçambique: Relatório 2020. Maputo: INS; 2020.
6. Bowser D, Hill K. Exploring evidence for disrespect and abuse in facility-based childbirth: report of a landscape analysis. USAID; 2010.
7. Freedman LP. Disrespect and abuse of women in childbirth: time to look inwardly. Lancet Glob Health. 2014;2(5):e251-2.
8. Kimaro HC, Nhampossa JL. Analyzing the problem of unsustainable health information systems in less-developed economies: Case studies from Tanzania and Mozambique. Information Technology for Development. 2005;11(3):273-298.
9. Fraser HSF, Blaya J, Choi SS, Bonifacio M, Jazayeri D. Implementing electronic medical record systems in developing countries. Informatics in Primary Care. 2005;13(2):83-95.
10. Instituto Nacional de Estatística (INE). Relatório anual de estatísticas de telecomunicações e acesso digital em Moçambique. Maputo: INE; 2023.

11. Nutley T, Reynolds HW. Improving the use of health data for health system strengthening. Global Health Action. 2013;6(1):20001.

Declaración de responsabilidad: Declaramos que todos los autores participaron en la construcción, desarrollo y elaboración del trabajo.

Financiación: No hubo financiamiento ni fuente de apoyo financiero para esta investigación.

Conflicto de interés: Los autores declaran que no existe conflicto de interés en relación con la investigación, la autoría o la publicación de este artículo.

Cómo citar este artículo:

Novela H, Miguel LLAJ. Sistema de acompañamiento obstétrico e-gestante implementado en el hospital central de maputo (HCM), mozambique. Latin Am J Telehealth. Belo Horizonte, 2025;12(2):160-167.

Telehealth in Espírito Santo: An experience of technological innovation and integration in the state's public health system

Rodrigo Varejão Andreão	PhD. Professor at the Federal Institute of Espírito Santo – Vitória Campus, Brazil (IFES). Email: rvandrea@gmail.com.
Marcelo Queiroz Schmidt	PhD. Professor at the Federal Institute of Espírito Santo – Vitória Campus, Brazil (IFES). Email: marcelos@ifes.edu.br.
Jordano Ribeiro Celestrini	PhD. Information and Communication Technology Analyst at the Federal Institute of Espírito Santo – Vitória Campus, Brazil (IFES). Email: jordanorc@gmail.com.
Gabriel Tozatto Zago	PhD. Professor at the Federal Institute of Espírito Santo – Serra Campus, Brazil (IFES). Email: gtzago@gmail.com.
Ana Carolina Simões Ramos	PhD. Manager of Education, Research and Innovation at the State Foundation for Health Innovation, Brazil. Email: anaramos@inovacapixaba.es.gov.br.
Mariana Rampinelli	Corresponding author: PhD. Professor at the Federal Institute of Espírito Santo – Vitória Campus, Brazil (IFES). https://orcid.org/0000-0001-8483-5838 . Email: mariana.rampinelli@ifes.edu.br.

Date of Receipt: November 4, 2025 | Approval Date: June 9, 2026

Abstract

Introduction: The Telehealth Espírito Santo program emerged as an extension initiative stemming from a collaboration between the Ministry of Health (MS) and the Federal Institute of Espírito Santo (IFES), along with local partners such as the State Department of Health (SESA), the Federal University of Espírito Santo (UFES), and various municipal health departments. The initial agreement between MS and IFES was established in 2011. **Objective:** enhancing the quality of primary care services and reducing healthcare costs. This was to be achieved through professional training, minimizing unnecessary patient travel, and increasing disease prevention efforts. **Conclusion:** The results have been noteworthy, highlighting the project's significant influence on Espírito Santo in terms of scientific knowledge production, technology development and transfer, as well as the training and support of health professionals via tele-education, teleconsultation, and telecardiology services.

Key-words: Telehealth; Telemedicine; Primary Health Care; Health Information Systems

Telesalud en Espírito Santo: Una experiencia de innovación e integración tecnológica en la salud pública de Espírito Santo

Introducción: El programa de Telesalud de Espírito Santo se convirtió en un proyecto de extensión a partir de un convenio entre el Ministerio de Salud (MS) y el Instituto Federal de Espírito Santo (IFES), junto con la Secretaría de Salud del Estado (SESA), la Universidad Federal de Espírito Santo (UFES) y las Secretarías de Salud Municipales como socios locales. El primer convenio entre el MS y el IFES se firmó en 2011. **Objetivo:** con el objetivo de mejorar la calidad de los servicios de atención primaria, disminuir los costos de salud mediante la cualificación profesional, reducir el número de traslados innecesarios de pacientes e incrementar las actividades de prevención de enfermedades. **Conclusión:** Los resultados fueron significativos y demuestran el impacto del proyecto en el estado de Espírito Santo en términos de producción de conocimiento científico, desarrollo y transferencia de tecnología, y capacitación y apoyo a profesionales de la salud por medio de la prestación de servicios de teleeducación, teleconsulta y telecardiología.

Palabras clave: Telesalud;Telemedicina;Atención Primaria de Salud;Sistemas de Información en Salud

Telessaúde no Espírito Santo: Uma experiência de inovação tecnológica e integração na saúde pública capixaba

Introdução: O programa Telessaúde Espírito Santo tornou-se um projeto de extensão resultante de um convênio entre o Ministério da Saúde (MS) e o Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), tendo como parceiros locais a Secretaria de Estado da Saúde (SESA), a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e as Secretarias Municipais de Saúde. O primeiro convênio entre MS e o IFES foi celebrado em 2011. **Objetivo:** com objetivo de melhorar a qualidade dos serviços prestados em atenção primária, diminuindo o custo de saúde através da qualificação profissional, redução da quantidade de deslocamentos desnecessários de pacientes e por meio do aumento de atividades de prevenção de doenças. **Conclusão:** Os resultados foram expressivos e demonstram o impacto do projeto no Estado do Espírito Santo em termos da produção do conhecimento científico, do desenvolvimento e da transferência de tecnologia, e da capacitação e do apoio aos profissionais de saúde por meio da oferta de serviços de tele-educação, teleconsultoria e telecardiologia.

Palavras-chave: Telessaúde;Telemedicina;Atenção Primária à Saúde;Sistemas de Informação em Saúde

INTRODUCTION

Telemedicine is a model of therapeutic follow-up in which healthcare professionals provide clinical assistance to their patients, whether via video call, telephone call, or text message, using Information and Communication Technology (ICT) tools. These technological tools enable the expansion of healthcare access and service coverage while prioritizing the quality of care provided (SILVA, 2017; CELES et al., 2018; BRASIL, 2020). Meanwhile, the telehealth strategy known as mHealth (or mobile health) is defined by the World Health Organization (WHO) as the provision of health services supported by mobile devices, involving the establishment of connections between patients and professionals (World Health Organization, 2022).

The introduction of ICTs, through the creation of the Telehealth Brazil Program (Programa Telessaúde Brasil), allowed the insertion of Telehealth to support the Family Health Strategy in the SUS. Its expansion gave rise to the National Telehealth Brazil Networks Program (PNTBR - Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes), established in January 2007, through Ordinance number 35. Then, there was a redefinition and expansion of the program through Ordinance number 2,546 of October 27, 2011, which offered conditions for interaction between users of the Unified Health System and professionals (BRASIL, 2007; 2011).

Key modalities and services highlighted are: Teleconsultation (a remote consultation between doctor and patient); Teleconsultancy (a consultation between healthcare professionals, such as a primary care physician consulting a specialist); Telediagnosis (issuing reports remotely by transmitting test results via the internet); Telemonitoring (remote symptom tracking); Triage (remote symptom assessment to guide patient care); and Tele-education (the provision of remote educational activities such as web conferences, classes, and courses) (World Health Organization, 2022).

The use of ICTs in healthcare is growing, and researchers argue that these tools can offer users options for self-managing their health conditions, such as in oncology (Grossi, 2014); diabetes, nutritional guidance, and hypertension (Gasch, 2016; Shannon et al., 2019); physical activity (Fiedler, 2020); and cardiovascular diseases (Akinosun, 2021). Telehealth is also viewed as a tool for the continuing education of healthcare professionals, providing support, work-integrated training, and the sharing of experiences (WHO, 1997; Araújo, dos Santos, Alencar, 2023).

In this context, the development of systems designed to manage health through the monitoring of user behavior and vital signs is anticipated. The processes of data collection, analysis, and interpretation, combined with scheduled notifications and feedback delivery, facilitate the planning of actions and care plans, as well as

promote effective communication and support for users (CHEN, 2017; LEE, 2018).

In Brazil, the use of modern information and communication technologies for remote health-related activities across various levels of care began in 2007 with the Telehealth Brazil Pilot Project. Initially, the project included the states of Amazonas, Ceará, Goiás, Minas Gerais, Pernambuco, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina, and Rio Grande do Sul.

This experience report aims to summarize the development and implementation of the Telehealth Center in the state of Espírito Santo from 2008 to 2019. It will also discuss the challenges encountered and the prospects, given the increasing use of strategies and the expansion of telehealth services.

METHODOLOGY

This is a descriptive, retrospective study of the conception, implementation, consolidation, and structuring of the Espírito Santo Telehealth Center (Telessaúde-ES). The analysis covers the period from 2009, the year the telecardiology pilot project began, to 2019, providing a longitudinal view of the network's strategic and operational evolution within the state.

The investigation focused on analyzing the implementation of health technologies within the Unified Health System (SUS). It regarded Telehealth as an organizational and technological strategy designed to enhance Primary Health Care (PHC), improve the quality of health services, and foster the integration of care networks.

Setting and Object of Study

The setting for this initiative is the Telehealth Center of Espírito Santo (Núcleo de Telessaúde-ES), based at the Federal Institute of Espírito Santo (IFES) in partnership with the State Department of Health (SESA), the Federal University of Espírito Santo (UFES), and the Ministry of Health. The analysis focuses on the conception, implementation, consolidation, and structuring of the Telehealth Program in Espírito Santo as a support tool for Primary Health Care (PHC), to enhance professional qualifications and improve the problem-solving capacity of the Unified Health System (SUS) within the state.

The process analyzed includes different implementation phases: (i) initial inter-institutional coordination and pilot project (2008–2009); (ii)

formal establishment of the unit with federal funding (starting in 2010); (iii) consolidation, maintenance, and expansion of services (2012–2019); and quantitative results.

Data sources and collection procedures

The data were compiled from multiple institutional secondary sources, enabling information triangulation and greater analytical consistency. The following were used:

- administrative records of agreements established with the Ministry of Health (Decentralized Execution Agreements – TED-Termos de Execução Descentralizada);
- technical and operational reports from the ES Telehealth Unit (Núcleo de Telessaúde ES);
- data extracted from the Salus digital platform, including records of teleconsultations, tele-education, and telediagnosis;
- service output and coverage indicators (number of teleconsultations, professionals served, web-lectures, and online/offline access);
- results of system user satisfaction surveys;
- institutional documents regarding program governance (minutes, resolutions, and the Steering Committee structure);
- technical-scientific output linked to the project (articles, dissertations, software registrations, and academic reports).

Ethical aspects

As this study was based on aggregated secondary data and institutional information, without the individual identification of users or healthcare professionals, submission to the Research Ethics Committee was not required under current regulations. Nevertheless, the ethical principles of health research were upheld, particularly regarding information confidentiality and the responsible use of data.

RESULTS

An analysis of the implementation of the Espírito Santo Telehealth Center (Telessaúde-ES) between 2008 and 2019 reveals a progressive process of institutionalization, operational expansion, and diversification of strategies to support Primary Health Care (PHC), with measurable impacts on coverage, service utilization, and the quality of health work.

Initial inter-institutional coordination and pilot project (2008–2009)

Discussions regarding telehealth in Espírito Santo originated from research projects coordinated by researchers from the state (Dr. Luiz Ary Messina, Dr. José Gonçalves Pereira Filho, Dr. Saulo Bortolon, and Dr. Rodrigo Varejão Andreão). In 2008, during the 2nd International Telehealth Workshop [1], coordinated by Professor Rodrigo Varejão Andreão and held in Vitória, researchers from IFES and UFES established contact with the State Department of Health, initiating discussions on a telehealth project for Espírito Santo.

In 2009, Espírito Santo carried out an initial telecardiology pilot project through a partnership between IFES and the Telehealth Center at the UFMG University Hospital. This experience was fundamental to the dissemination of this new service and laid the foundation for the project that would eventually become the Espírito Santo Telehealth Program.

The Espírito Santo Telehealth program became an outreach project resulting from an agreement between the Ministry of Health (MS) and the Federal Institute of Espírito Santo (IFES), with the State Department of Health (SESA), the Federal University of Espírito Santo (Ufes), and municipal health departments as local partners. As an outreach project, Espírito Santo Telehealth serves as a tool for achieving comprehensive care within the health system. This initiative aligned with public policies developed by the Espírito Santo State Department of Health, particularly those focused on strengthening primary care and the Effective Health Networks Project.

Formal establishment of the center with federal funding (starting in 2010)

Strengthening primary care has been a key priority for the government of Espírito Santo, involving significant investments in professional training through the state's Continuing Health Education Policy. This initiative includes the construction of basic health units and the provision of equipment to enhance care organization and improve service delivery. As a result, Espírito Santo has become an ideal environment for the implementation of telehealth.

The State Coordination Committee for Telehealth Brazil in Espírito Santo (Comitê Estadual de Coordenação do Telessaúde Brasil no Espírito Santo) was subsequently established by CIB Resolution 1005/2010, serving as a key forum for coordination among various health,

educational, and public administration institutions. The committee was responsible for conducting the workshops that led to the development of the implementation plan for telehealth services in Espírito Santo. At that stage, IFES was designated as the implementing institution, in collaboration with UFES and SESA, and Professor Rodrigo Varejão Andreão was appointed as the project coordinator.

The State Coordination Committee for Telehealth Brazil in Espírito Santo was composed of five representatives from the Espírito Santo State Department of Health (SESA), specifically from the Planning Management, Primary Care Coordination, CIES, Human Resources Development Unit, and Information Technology Management divisions, and one representative each from the Espírito Santo Research and Innovation Support Foundation (FAPES), the Council of Municipal Health Secretaries of Espírito Santo (COSEMS/ES), the Telehealth Unit of the Federal University of Espírito Santo, the Federal Institute of Espírito Santo, the State Health Council, the Bipartite Inter-managerial Commission, the Capixaba Society of Family Medicine and Health, the Regional Council of Medicine of Espírito Santo, and the Forum of Higher Education Institutions.

The committee strengthened the governance of the Telehealth ES program, ensuring that the actions undertaken were aligned with the needs of the state's health regions. The diverse representation of sectors will ensure decisions that are participatory, integrated, and focused on enhancing the quality of Primary Care.

IFES was tasked with submitting the work plan to the Ministry of Health for evaluation and approval, and subsequently coordinating the transfer of funds from the Telehealth Brazil Program to IFES. The initial agreement between the Ministry of Health and IFES was formalized through a Decentralized Execution Agreement (TED), specifically TC16/2011, entitled "Implementation of the Telehealth Network in the State of Espírito Santo." This agreement initiated telehealth initiatives in Espírito Santo, connecting municipal family health teams with the reference university center, Cassiano Antônio Moraes University Hospital (HUCAM/Ufes). The project's objectives included enhancing the quality of primary care services, reducing healthcare costs through professional training, minimizing unnecessary patient travel, and increasing activities aimed at disease prevention.

Consolidation, maintenance, and expansion of services (2013–2019)

The ES Telehealth Center began its activities in 2012^{2,3} and carried out teleconsultation, telediagnosis, and tele-education initiatives to support health professionals and administrators, health professionals, and educational institutions, fostering information sharing, clarifying questions, and encouraging participation in the program.

Collaborative efforts between the Telehealth-ES Steering Committee and local teams enabled municipalities to understand the benefits and functions of teleconsultation, formative second opinions, and the continuing education activities offered by the program.

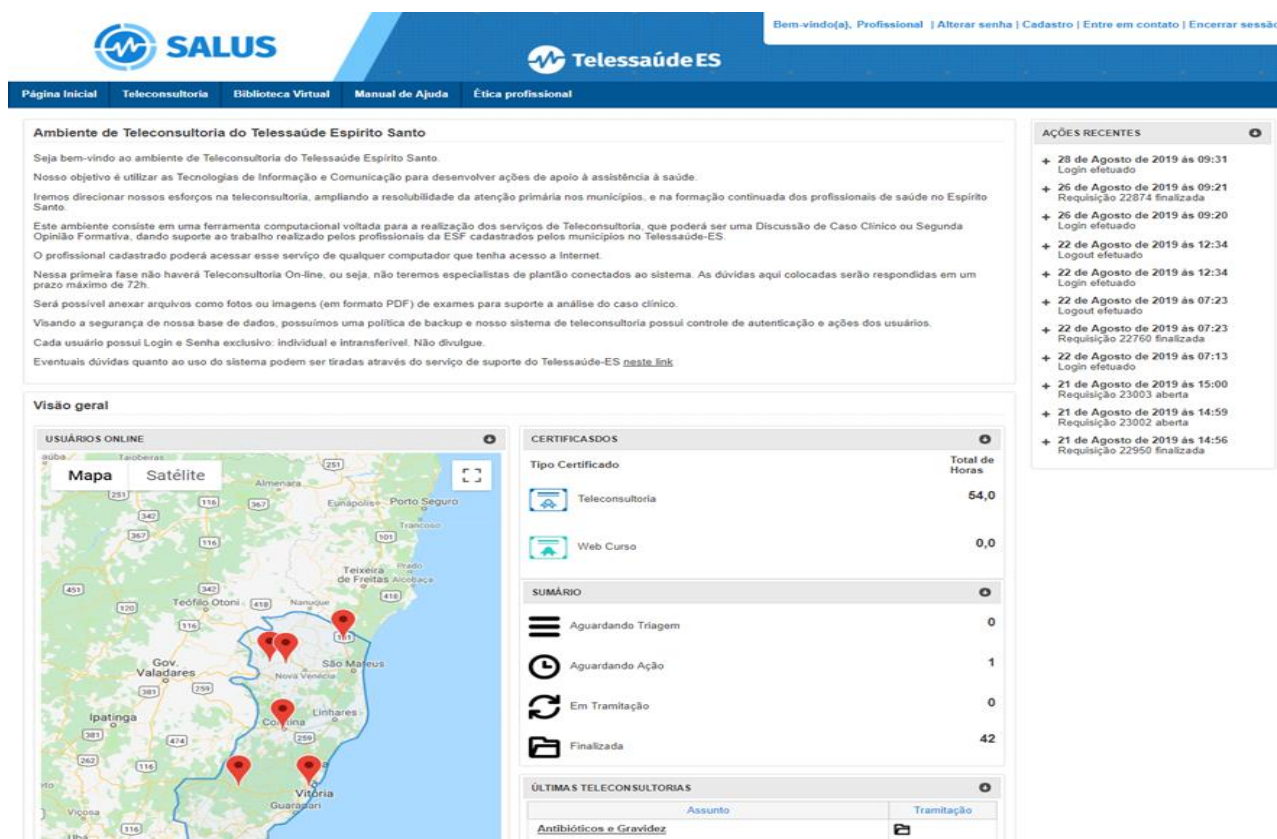
The Telehealth-ES coordination team, led by the Federal Institute of Espírito Santo (IFES), has reinforced the role of education and technological innovation in strengthening the Unified Health System (SUS). The involvement of IFES and Ufes ensured a high-quality pedagogical approach to initiatives supporting clinical practice and the training of health professionals. Thus, the Steering Committee and regional seminars

expand access to specialized services, particularly within primary care, involving more than 60 municipalities in ES.

Regional seminars were held during 2013 and 2014 to expand the reach and understanding of the role of Telehealth-ES in primary care. These events served as forums for dialogue among complement each other as key strategies to consolidate Telehealth-ES as an efficient tool for supporting primary care, particularly in regions with limited access to specialists and continuing education.

To support the activities of the ES Telehealth Center, the Salus platform was developed, offering dedicated modules for teleconsultation, telediagnosis, and tele-education. The development of this platform began in October 2011, and it remained operational throughout the project's execution. In addition to modules supporting telemedicine practices, Salus incorporates a Virtual Health Library (VHL), a knowledge base built from information derived from teleconsultations to provide insights for similar clinical cases. Figure 1 shows the home page of the Salus graphical interface.

Figure 01 – Landing page of the Salus platform, developed to support Telehealth ES activities.



Source: <https://telessaude.ifes.edu.br/>

In 2013, IFES entered into the TED TC366/2013 agreement, titled “Expansion of the Telehealth Network in the State of Espírito Santo,” to serve all municipalities and their respective health units participating in the Mais Médicos (More Doctors) and PROVAB (Primary Care Professional Valorization Program) initiatives. Web-based telemedicine services, such as tele-education, teleconsultation, and teleradiology, were expanded to improve the quality of primary healthcare services, enhance the quality of specialist referrals, and reduce unnecessary patient travel.

Four years later, IFES entered into a third agreement, designated TED 22/2017 and titled “Maintenance of the Telehealth Program in Espírito Santo”, which concluded on December 31, 2019. This agreement between IFES and the Ministry of Health aimed to integrate the Telessaúde Brasil Redes (National Telehealth Program) by maintaining the state-level Telehealth Center and 140 municipal telehealth points, improving the quality of primary care within the Unified Health System (SUS).

QUANTITATIVE RESULTS AND TECHNICAL-SCIENTIFIC OUTPUT

The results of the Telehealth Program in Espírito Santo are significant and demonstrate the project's impact on scientific knowledge production, technology development and transfer, and the training and support of health professionals through the provision of tele-education, teleconsultation, and telecardiology services. Regarding Telehealth coverage, by 2018, all municipalities had at least one unit registered on the Salus Telehealth platform. Due to the service expansion achieved in 2018 and 2019, Telehealth ES handled a teleconsultation volume averaging over 150 requests per month, surpassing the target set for the period, and involved more than 900

health professionals. The user satisfaction survey for the teleconsultation system indicated that:

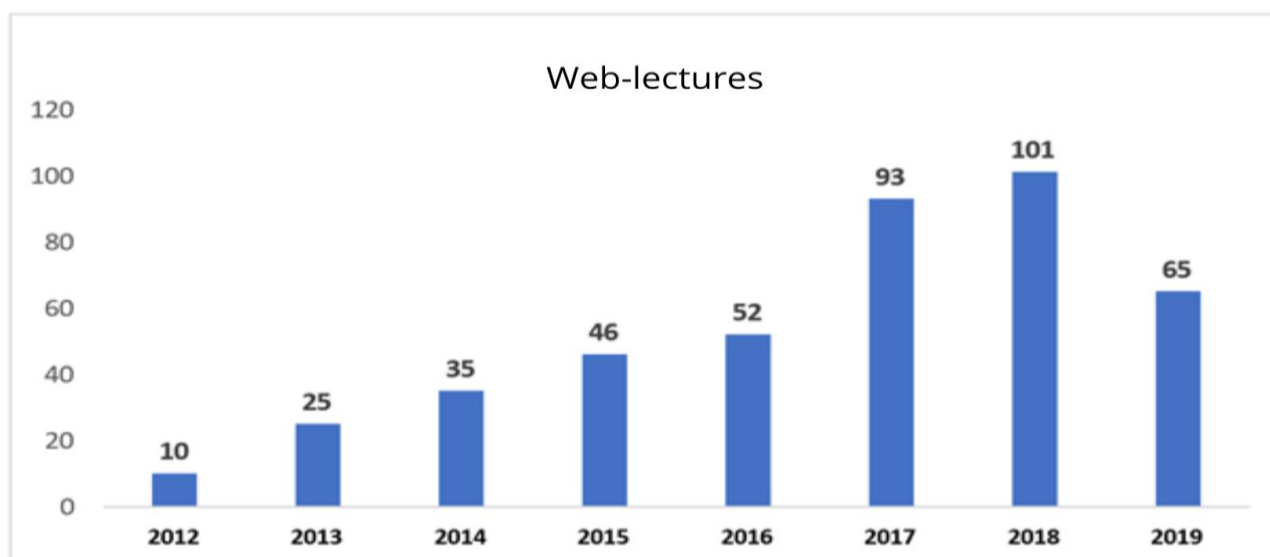
- the response provided by the teleconsultation service met or fully met needs in 99% of cases;
- using the Telehealth ES platform was considered easy or very easy by 96% of users;
- the response provided by the teleconsultation service contributed or contributed significantly in 91% of cases;
- in 81% of cases, patient referral was avoided.

The following figures are a summary of the final years during which Telehealth was active, given that the last agreement with the Ministry of Health ended in December 2019:

- Tele-education and web-lectures

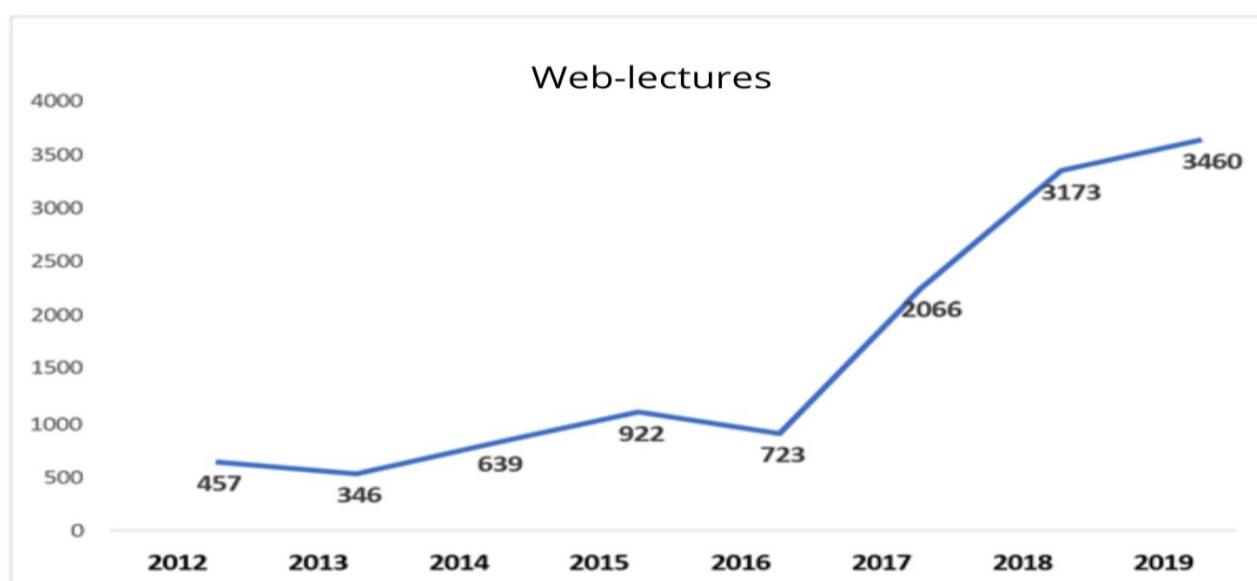
The tele-education service provided by the ES Telehealth Center (Núcleo de Telessaúde ES) offered an average of six web-lectures per month in 2019, reaching 3,460 online participants that year and generating over 400,000 offline views across 23 Brazilian states, as shown in the graphs in Figures 02 through 04. As observed in Figure 03, the number of online participants rose from 457 in 2012 to 3,173 in 2018, a more than sixfold increase (657%). The ES Telehealth Center's role in knowledge dissemination was so well-established that, even with a reduction in the number of web-lectures in 2019 compared to 2018, there was still a 9% increase in the total number of online participants. Offline views also saw significant growth, rising from 2,732 in 2014 to 353,534 in 2018, an increase of more than 128-fold over the period, as shown in Figure 04. Despite the decrease in web-lectures from 2018 to 2019, there was an increase of over 50,000 views, representing a growth of 14%.

Figure 02 – Comparison of web-lectures offered from 2012 to 2019 (2019 data calculated up to November 2019).

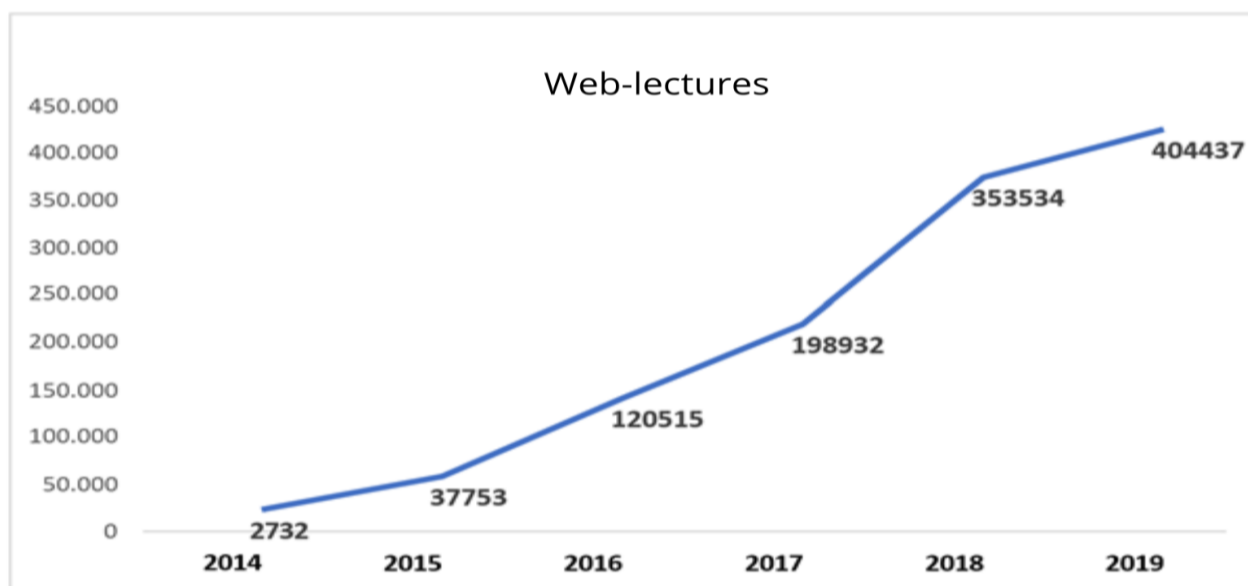


Source: <https://telessaude.ifes.edu.br/>.

Figure 03 – Comparison of online participation in web-lectures from 2012 to 2019.



Source: <https://telessaude.ifes.edu.br/>.

Figure 04 - Comparison of offline accesses from 2014 to 2019 (no data before 2014).

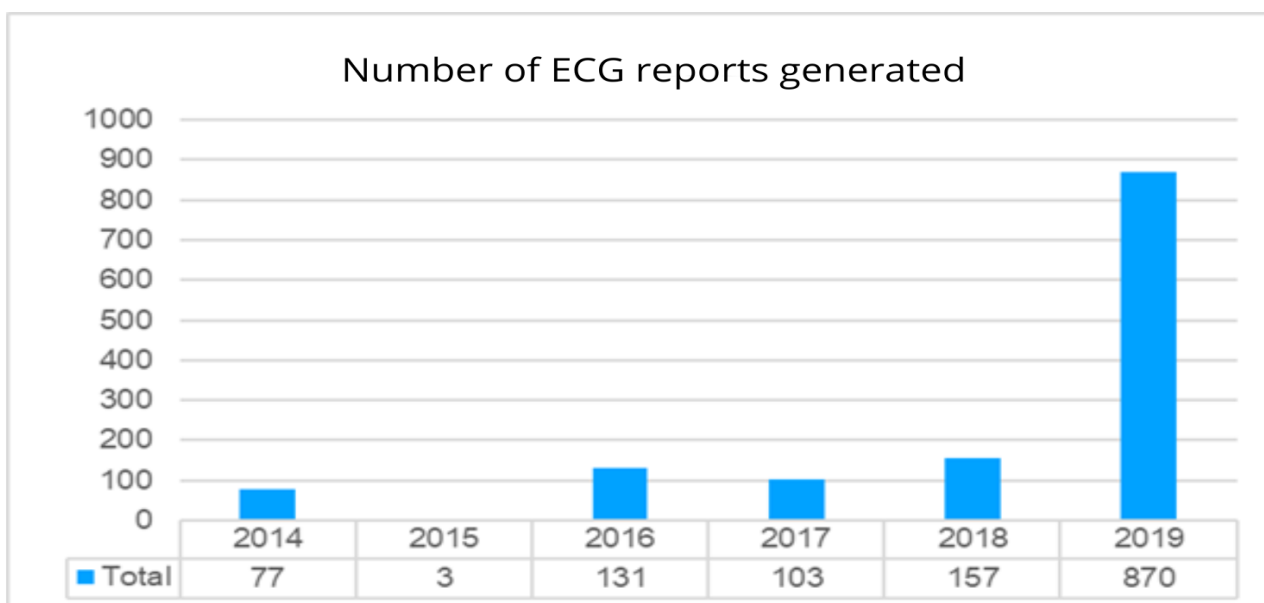
Source: <https://telessaude.ifes.edu.br/>.

Distance learning courses such as “Oral Health Promotion” and “Prenatal Care” recorded pass rates exceeding 45% and satisfaction levels above 95%.

- Telecardiology

Although the telecardiology service was not originally included as a target for the Espírito

Santo Center, it was implemented using funds secured by the responsible team from other projects. However, its impact was limited due to a lack of electrocardiogram equipment in the municipalities. This situation began to be resolved in 2019, when 23 municipalities were served, resulting in a sharp increase in the number of reports generated, as shown in Figure 5.

Figure 05 - Evolution of reports issued by the telecardiology service from 2014 to 2019.

Source: <https://telessaude.ifes.edu.br/>.

- **Formative Second Opinion (SOF- Segunda Opinião Formativa)**

A meticulous technical-scientific initiative undertaken by the Telehealth Center involved the production and registration of “formative second opinions” with the Virtual Health Library (VHL). This work entailed selecting the most relevant teleconsultations and transforming them into training and professional development materials for healthcare professionals across Brazil.

Eighty-eight SOFs from the Espírito Center were registered between 2016 and 2019, addressing topics such as oral health and pregnancy (including care for pregnant women), among others, with the greatest engagement coming from dentistry teams.

- **Integration with Teaching and Research**

The ES Telehealth Center demonstrated strong integration with teaching and research activities, established as a center for professional training and scientific production.

In terms of education, the project engaged interns from technical, undergraduate, and graduate programs, who actively participated in audiovisual material production and technological development activities. Statements from students in fields such as electrical engineering and design highlight the experience's importance in shaping their academic and professional paths, even influencing their choice of topics for final course projects. The distance learning courses and web-based lectures offered by the program are tools for continuing health education, enhancing the skills of SUS professionals at various levels, with satisfaction rates exceeding 90%.

During the research, the Telehealth Center was the subject of scientific articles, undergraduate capstone projects, and dissertations, in addition to generating software registrations related to the practices and technologies developed within the program. Academic materials, such as manuals, videos, technical articles, and presentations, were produced, many of which were available in the Virtual Library – Formative Second Opinion (SOF).

In the technological area, the Telehealth project became a significant achievement for IFES. In addition to the software developed during the project (the Salus Platform, the Salus App, and teleconsultation and telecardiology services), on March 10, 2020, the institution received a Certificate of Registration for a Technology Transfer Agreement from the National Institute of

Industrial Property (INPI-Instituição recebeu do Instituto Nacional da Propriedade Industrial). This certificate formally recognized the licensing of the Salus platform to the Professor Fernando Figueira Institute of Integral Medicine (IMIP-Instituto de Medicina Integral Professor Fernando Figueira) in Recife. This licensing marked the first technology transfer carried out by IFES, demonstrating the institution's ability to transform academic and outreach initiatives into technological solutions with the potential for adoption by other public health institutions.

Technical-Scientific Output

In terms of scientific output, the Telehealth Center ES has produced various references, which are listed below by topic:

a) Salus Platform

Salus Teleconsulting Platform. 2018. Patent: Computer Program. Registration number: 512018051581-9, registration date: September 5, 2018, title: "Salus Teleconsulting Platform", Registration institution: INPI – National Institute of Industrial Property.

Celestrini, J.; SILVA, W. P.; ANDREÃO, R. V.; Komati, K; Corradi, S. M. L.; SYLVAN, A. C. L.; FERNANDES, F. X.; Schimidt, M. Q.; Sarti, T. The Salus Platform: a Tele-health solution to support teleconsulting for the Brazilian Primary Health Care Network (4 pages, n. 193). In: IEEE-EMBS International Conferences on Biomedical and Health Informatics, 2014, Valencia. Proceedings of the IEEE-EMBS International Conferences on Biomedical and Health Informatics, 2014.

Celestrini, J.; ANDREÃO, R. V.; Sarti, T.; Schimidt, M. Q.; SYLVAN, A. C. L. Asynchronous Teleconsultation Platform Based on Django Technology (6 pages). In: XIII Brazilian Congress on Health Informatics, 2012, Curitiba. Proceedings of the XIII Brazilian Congress on Health Informatics, 2012.

b) VoIP Call Center for Telehealth Services

RODRIGUES, C. L.; ANDREÃO, R. V.; SILVA, D. C. A.; Zago, G. T. Impact of adaptive noise cancellation and speech quality assessment during a VoIP call in a telehealth environment. In: 8th Brazilian Congress of Telemedicine and Telehealth - CBTms 2017, 2017, Gramado. Proceedings of the 8th Brazilian Congress of Telemedicine and Telehealth - CBTms 2017, 2017.

RODRIGUES, C. L.; ANDREÃO, R. V.; CABELINO, R. B.; Zago, G. T.; Schmidt, M. Q.; CELESTRINI, J. R. Implementation of synchronous teleconsultation in the ES Telehealth service via a call center based on an open-source VoIP platform. In: 8th Brazilian Congress of Telemedicine and Telehealth (CBTms 2017), 2017, Gramado. Proceedings of the 8th Brazilian Congress of Telemedicine and Telehealth – CBTms 2017, 2017.

c) AI for Automated Medical Exam Triage

ANDREÃO, R. V.; Sarti, T.; Celestrini, J.; Schmidt, M. Q. Automatic Triage of Electrocardiograms. In: Med-e-Tel, 2013, Luxembourg. Global Telemedicine and eHealth Updates: Knowledge Resources, 2013. v. 6. p. 143-147.

PEREIRA, R.; ANDREÃO, R. V.; Zago, G. T.; CELESTRINI, J. R. Proposal for an Automatic Retinal Image Screening System for Teleophthalmology Services (No. 102629, 14 pages). In: Brazilian Congress on Health Informatics, 2018, Búzios. Proceedings of the XVI Brazilian Congress on Health Informatics, 2018. Vol. 1, pp. 1-14.

d) Virtual Reality to Aid the Training of Health Professionals

COSER, A. A.; MESTRIA, M.; Varejão, Rodrigo Andreão. Virtual Urgency and Emergency Room for the Development of Virtual Reality Training Applications (6 pages). In: XXVII Brazilian Congress of Biomedical Engineering (CBEB 2020), 2020, Vitória. Proceedings of the XXVII CBEB, 2020. Vol. 1, p. 1.

Evaluation of Telehealth Services

Cibelle Barroso de Sousa. Analysis of the Implementation of Information Technologies Developed by the Espírito Santo Telehealth Program in the Municipality of Vitória, ES. 2018. Dissertation (Professional Master's Program in Sustainable Technologies) – Federal Institute of Education, Science and Technology of Espírito Santo. Advisor: Rodrigo Varejão Andreão.

SOUSA, C. B.; Sarti, T.; ANDREÃO, RODRIGO V.; Schmidt, M. Q.; CELESTRINI, J. R. Dalla, M. D. B.; RIOS, M. Z.; NIELSEN, C. B. Quantitative Analysis of Factors Influencing the Teleconsultation Service. In: XV Brazilian Congress on Health Informatics, 2016, Goiânia. Proceedings of the XV Brazilian Congress on Health Informatics, 2016.

ANDREÃO, R. V.; Schmidt, M. Q.; Sarti, T.; Corradi, S. M. L. Implementation of a Teleconsultation Service in the Primary Health Care in Brazil (Id=617). In: 15th World Congress on Health and Biomedical Informatics, 2015, São Paulo. Proceedings of the 15th World Congress on Health and Biomedical Informatics. Amsterdam: IOS Press, 2015. v. 216.

DISCUSSION

The creation and implementation of digital health centers in Brazil dates back to 2007 with the establishment of the Telehealth Brazil Pilot Project, which aimed to integrate information technology into the Family Health Strategy (ESF-Estratégia de Saúde da Família). Unlike the model observed in Espírito Santo, where management is tripartite, involving the Federal Institute of Espírito Santo (IFES), the Federal University of Espírito Santo (UFES), and the State Department of Health (SESA), most of the country's pioneering centers emerged with strict ties to university medical centers [18, 18–21] and the military, as seen in the Indigenous Health Subsystem and among border populations in the state of Amazonas²².

Institutional support and partnerships with technological education institutions, such as IFES, give Espírito Santo a unique profile regarding technological development. While most telehealth services in Brazil and worldwide rely on commercial software, the Capixaba model focuses on the in-house development of solutions, drawing parallels with Canadian and Australian experiences^{24, 23}. In those countries, the involvement of applied technology centers is crucial for creating point-of-care devices and remote patient monitoring systems, ensuring that innovation is shaped by specific national needs^{2, 24}.

The expansion of the National Telehealth Brazil Networks Program (PNTBR) showcases its extensive reach, encompassing participation from all 26 Brazilian states and the Federal District. Data from the Ministry of Health and monitoring studies reveal that between 2024 and 2025, telehealth services within the Unified Health System (SUS) enabled over 5.7 million consultations across 2,929 municipalities in Brazil. This highlights the significant expansion and impact of the strategy throughout the country, indicating that the Brazilian Telehealth Network is integrated into a comprehensive state-level initiative rather than functioning as an isolated project.

The distribution of these centers is uneven, predominantly concentrated in the Northeast and Southeast regions²⁵. In this context, the state of Espírito Santo stands out for its impressive teleconsultation resolution rate, which exceeds 80%. This figure not only surpasses national averages but also positions the state as a reference center for digital health².

The importance of telehealth for the primary care professionals' training is also highlighted, as it serves as a tool for continuing health education. The "Formative Second Opinion" interface enables primary care professionals to learn while addressing specific clinical cases, reducing the need for referrals. In Espírito Santo, the more than 400,000 views of offline educational content underscore how the digital center integrates technology-mediated continuing education into the workforce^{26,27}.

Despite advancements, there are barriers to sustaining Information and Communication Technologies (ICTs) in healthcare. The primary criticism centers on the lack of dedicated funds and specific financing. Historically, funding allocations for telehealth in Brazil have relied on episodic projects and temporary calls for proposals, such as Decentralized Execution Agreements (TEDs), which create administrative instability and hinder widespread adoption. The absence of a permanent budget line prevents managers from investing in hardware upgrades, data security, and stable staffing. Without structural funding, mobile health (mHealth) and teleconsultation solutions risk becoming obsolete or being discontinued due to a lack of basic technical support²⁴⁻²⁷.

CONCLUSION

The Espírito Santo Telehealth Program showed significant growth in reach and engagement between 2018 and 2020, established as a strategic tool for continuing education and support for Primary Health Care (PHC). The substantial increase in offline access highlights the importance of asynchronous content in overcoming geographical and scheduling barriers. Despite limitations in telecardiology due to infrastructure constraints, other areas met or exceeded targets, achieving high satisfaction rates. Integration with education and research reinforces the program's role as a catalyst for innovation and professional development within the Unified Health System (SUS).

IFES has recently entered into its fourth TED 38/2024 with the Ministry of Health. The general

objective is to restructure the Capixaba Telehealth Network through the implementation, standardization, and management of tele-education, teleconsultation, and tediagnosis services, focusing on cardiovascular diseases and stroke.

The restructuring of the Telehealth system in Espírito Santo, in addition to previously offered services, will facilitate specialized care for patients residing in remote areas, thereby enhancing the speed and effectiveness of the process. The proposed telemedicine services aim to establish connections between specialist teams at a central hub and those in outlying regions. As a result, patients experiencing acute ischemic stroke will benefit from rapid care within the crucial treatment window of up to 4.5 hours. Utilizing telemedicine for neurological assessment is a strategic approach that enables consultations with experienced neurologists, even in remote emergencies. This method has been implemented for approximately two decades, and its cost-effectiveness has been assessed in various countries. There is substantial evidence indicating that remote evaluations by neurologists lead to improved triage, an increase in reperfusion treatments, reduced time to thrombolytic administration, a higher number of endovascular treatments, optimized referrals to advanced hospitals, and better prognoses when compared to standard care administered by emergency physicians.

REFERENCES

1. Silva EA da. A Telessaúde e Seus Impactos na Formação Continuada dos Profissionais de Saúde em Rede. *EmRede* 2017;4:116–29. <https://doi.org/10.53628/emrede.v4i1.151>.
2. Celes RS, Rossi TRA, Barros SGD, Santos CML, Cardoso C. A telessaúde como estratégia de resposta do Estado: revisão sistemática. *Rev Panam Salud Publica* 2018;42. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2018.84>.
3. Brasil. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministério. Portaria no 2546/GM, de 27 de outubro de 2011: Redefine e amplia o Programa Telessaúde Brasil, que passa a ser denominado Programa Nacional, Telessaúde Brasil Redes 2011.
4. World Health Organization. WHO Global Observatory for eHealth. mHealth: new horizons for health through mobile technologies: second

- global survey on eHealth. World Health Organization. 2011.
5. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria no 35, de 4 de janeiro de 2007. Institui, no âmbito do Ministério da Saúde, o Programa Nacional de Telessaúde. Diário Oficial da União 2007.
6. Grossi LM, Pisa IT, Marin H de F. Oncoaudit: desenvolvimento e avaliação de aplicativo para enfermeiros auditores. *Acta Paulista de Enfermagem* 2014;27:179–85. <https://doi.org/10.1590/1982-0194201400031>.
7. Gasch M, Dunleavy GJ, Kyaw BM, Lean ME, Nikolaou CK. Personalized health, eLearning, and mHealth interventions to improve nutritional status. *Current Nutrition Reports* 2016;5:295–306.
8. Shannon HH, Joseph R, Puro N, Darrell E. Use of Technology in the Management of Obesity: A Literature Review. *Perspect Health Inf Manag* 2019;16:1c.
9. Fiedler J, Eckert T, Wunsch K, Woll A. Key facets to build up eHealth and mHealth interventions to enhance physical activity, sedentary behavior and nutrition in healthy subjects – an umbrella review. *BMC Public Health* 2020;20:1605. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09700-7>.
10. Akinosun AS, Polson R, Diaz - Skeete Y, De Kock JH, Carragher L, Leslie S, et al. Digital Technology Interventions for Risk Factor Modification in Patients With Cardiovascular Disease: Systematic Review and Meta-analysis. *JMIR Mhealth Uhealth* 2021;9:e21061. <https://doi.org/10.2196/21061>.
11. World Health Organization. A health telematics policy in support of WHO's Health-for-all strategy for global health development: report of the WHO Group Consultation on Health Telematics. 1997.
12. Araújo HPA, Santos LC dos, Alencar RA. Telemedicine: the experience of health professionals in the supplementary sector. *Revista Da Escola de Enfermagem Da USP* 2023;57:e20220374. <https://doi.org/10.1590/1980-220X-REEUSP-2022-0374en>.
13. Lee M, Lee H, Kim Y, Kim J, Cho M, Jang J, et al. Mobile App-Based Health Promotion Programs: A Systematic Review of the Literature. *IJERPH* 2018;15:2838. <https://doi.org/10.3390/ijerph15122838>.
14. Chen J, Lieffers J, Bauman A, Hanning R, Allman-Farinelli M. Designing Health Apps to Support Dietetic Professional Practice and Their Patients: Qualitative Results From an International Survey. *JMIR Mhealth Uhealth* 2017;5:e40. <https://doi.org/10.2196/mhealth.6945>.
15. Instituto Federal do Espírito Santo. Ifes, Ufes e Sesa assinam termo de cooperação para implantação do Programa Telessaúde-ES. 2012. <https://ifes.edu.br/noticias/13450-ifes-ufes-e-sesa-assinam-termo-de-cooperacao-para-implantacao-do-programa-telessaude-es> (accessed April 9, 2026).
16. Secretaria de Estado da Saúde. Espírito Santo. Região Central Recebe Seminário Sobre Telessaúde 2014. <https://saude.es.gov.br/regiao-central-recebe-seminario-sobre-telessa> (accessed April 13, 2026).
17. Pessoa L. “Secretaria de Estado da Saúde do Espírito Santo. Espírito Santo será sede do II Workshop Internacional em Telessaúde”. 23 de setembro de 2015. <https://saude.es.gov.br/espírito-santo-sera-sede-do-ii-workshop-inter>. 2015. <https://saude.es.gov.br/espírito-santo-sera-sede-do-ii-workshop-inter> (accessed April 13, 2026).
18. da Costa Oliveira T, da Hora Sales ML, Mota FRL, Martins CMA, da Silva Neto EA. A Implantação do Programa Telessaúde na Atenção Básica da Segunda Macrorregião de Alagoas. *Ciência Da Informação Em Revista* 2016;3:43–53.
19. da Silva K de CL, Lyra TM, de Araújo MN. Análise do processo de implementação do Programa Telessaúde Brasil Redes em Pernambuco. *RECIIS* 2014;8.
20. Villa MCE, Fontes CJF, Lira OFC, Venites V. Implantação do Telessaúde Mato Grosso: da superação das dificuldades iniciais às necessidades de educação permanente dos profissionais da Atenção Primária à Saúde. *Latin American Journal of Telehealth* 2016;3.
21. Harzheim E, Detoni Filho A, Katz N, Siqueira AC da S, Correa APB, Melo LN. Panorama das

teleconsultorias respondidas após implantação da plataforma de telessaúde do Ministério da Saúde no Estado do Rio Grande do Sul. *Jornal Brasileiro de Telessaúde* Rio de Janeiro 2013.

22. Castelo-Branco S, dos Santos RP, Tavares VB, de França Faro N, Torres MGM, de Castro AO, et al. Experiência e benefícios da implantação da telessaúde na Amazônia. *Latin American Journal of Telehealth* 2023;10.

23. Marcolino MS, Ribeiro AM, Assis TGP, Ribeiro ALP, Cardoso CS, Antunes AP, et al. A telessaúde como ferramenta de apoio à Atenção Primária em Saúde: a experiência da Rede de Teleassistência de Minas Gerais. *Rev Médica Minas Gerais* 2017;27:13–9.

24. World Health Organization. Global strategy on digital health 2020–2025 2025.

[25] Brasil, Ministério da Saúde. Sistema de Informação da Atenção Primária à Saúde (SIAPS). Ação Estratégica SUS Digital – Telessaúde 2026.
<https://novasage.saude.gov.br/politicas-programas-projetos-estrategias-e-aco-es/telessaude?tab=678a42e0ec09060001d8af0d> (accessed April 26, 2026).

26. Demaerschalk BM, Miley ML, Kiernan T-EJ, Bobrow BJ, Corday DA, Wellik KE, et al. Stroke Telemedicine. *Mayo Clinic Proceedings* 2009;84:53–64. <https://doi.org/10.4065/84.1.53>.

27. Massaud RM, Accorsi TAD, Massant CG, Silva GS, De Carvalho Leite AV, Franken M, et al. In-hospital stroke protocol outcomes before and after the implementation of neurological assessments by telemedicine: an observational case–control study. *Front Neurol* 2024;15:1303995.
<https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1303995>.

Statement of responsibility: All authors participated in the development of this article. Dr. Rodrigo Varejão was responsible for the history of Telehealth and the publications produced during the project. Dr. Marcelo Schimidt described the technological results and historical development. Dr. Jordano Celestrini and Dr. Gabriel Zago were responsible for describing the Salus platform and part of the results. Dr. Ana Carolina Ramos was responsible for writing the current Telehealth project and reviewing the manuscript. Dr. Mariana Rampinelli Fernandes was responsible for structuring the article, writing the introduction, and conducting the final review of the manuscript.

Funding: The Telessaúde Espírito Santo project is funded by the Ministry of Health.

Conflict of interest: The authors declare that there are no conflicts of interest regarding this research, authorship, or publication of this article.

How to cite this article: Rampinelli M, Andreão RV, Schimidt MQ, Celestrini JR, Zago GT, Ramos ACS. Telehealth in Espírito Santo: An experience of technological innovation and integration in the state's public health system. *Latin Am J telehealth, Belo Horizonte*, 2025; 12(2): 168-180 ISSN: 2175-2990.

Telesalud en Espírito Santo: Una experiencia de innovación e integración tecnológica en la salud pública de Espírito Santo

Rodrigo Varejão Andreão	Doctor. Profesor del Instituto Federal de Espírito Santo – Campus Vitória, Brasil (IFES). Correo electrónico: rvandrea@gmail.com.
Marcelo Queiroz Schmidt	Doctor. Profesor del Instituto Federal de Espírito Santo – Campus Vitória, Brasil (IFES). Correo electrónico: marcelos@ifes.edu.br.
Jordano Ribeiro Celestrini	Doctor. Analista de Tecnologías de la Información y la Comunicación en el Instituto Federal de Espírito Santo – Campus Vitória, Brasil (IFES). Correo electrónico: jordanorc@gmail.com.
Gabriel Tozatto Zago	Doctor. Profesor del Instituto Federal de Espírito Santo – Campus Serra, Brasil (IFES). Correo electrónico: gtzago@gmail.com.
Ana Carolina Simões Ramos	Doctora. Gerente de Educación, Investigación e Innovación de la Fundación Estatal de Innovación en Salud, Brasil. Correo electrónico: anaramos@inovacapixaba.es.gov.br.
Mariana Rampinelli	<u>Autora de correspondencia:</u> Doctora. Profesora del Instituto Federal de Espírito Santo – Campus Vitória, Brasil (IFES). https://orcid.org/0000-0001-8483-5838 . Correo electrónico: mariana.rampinelli@ifes.edu.br.

Fecha de recepción: 4 de noviembre de 2025 | Fecha de aprobación: 9 de junio de 2026

Resumen

Telesalud en Espírito Santo: Una experiencia de innovación e integración tecnológica en la salud pública de Espírito Santo

Introducción: El programa de Telesalud de Espírito Santo se convirtió en un proyecto de extensión a partir de un convenio entre el Ministerio de Salud (MS) y el Instituto Federal de Espírito Santo (IFES), junto con la Secretaría de Salud del Estado (SESA), la Universidad Federal de Espírito Santo (UFES) y las Secretarías de Salud Municipales como socios locales. El primer convenio entre el MS y el IFES se firmó en 2011. **Objetivo:** con el objetivo de mejorar la calidad de los servicios de atención primaria, disminuir los costos de salud mediante la cualificación profesional, reducir el número de traslados innecesarios de pacientes e incrementar las actividades de prevención de enfermedades. **Conclusión:** Los resultados fueron significativos y demuestran el impacto del proyecto en el estado de Espírito Santo en términos de producción de conocimiento científico, desarrollo y transferencia de tecnología, y capacitación y apoyo a profesionales de la salud por medio de la prestación de servicios de teleeducación, teleconsulta y telecardiología.

Palabras clave: Telesalud;Telemedicina;Atención Primaria de Salud;Sistemas de Información en Salud

Abstract

Telehealth in Espírito Santo: An experience of technological innovation and integration in the state's public health system

Introduction:The Telehealth Espírito Santo program emerged as an extension initiative stemming from a collaboration between the Ministry of Health (MS) and the Federal Institute of Espírito Santo (IFES), along with local partners such as the State Department of Health (SESA), the Federal University of Espírito Santo (UFES), and various municipal health departments. The initial agreement between MS and IFES was established in 2011. **Objective:** enhancing the quality of primary care services and reducing healthcare costs. This was to be achieved through professional training, minimizing unnecessary patient travel, and increasing disease prevention efforts. **Conclusion:** The results have been noteworthy, highlighting the project's significant influence on Espírito Santo in terms of scientific knowledge production, technology development and transfer, as well as the training and support of health professionals via tele-education, teleconsultation, and telecardiology services.

Key-words: Telehealth;Telemedicine;Primary Health Care;Health Information Systems

Telessaúde no Espírito Santo: Uma experiência de inovação tecnológica e integração na saúde pública capixaba

Introdução: O programa Telessaúde Espírito Santo tornou-se um projeto de extensão resultante de um convênio entre o Ministério da Saúde (MS) e o Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), tendo como parceiros locais a Secretaria de Estado da Saúde (SESA), a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e as Secretarias Municipais de Saúde. O primeiro convênio entre MS e o IFES foi celebrado em 2011. **Objetivo:** com objetivo de melhorar a qualidade dos serviços prestados em atenção primária, diminuindo o custo de saúde através da qualificação profissional, redução da quantidade de deslocamentos desnecessários de pacientes e por meio do aumento de atividades de prevenção de doenças. **Conclusão:** Os resultados foram expressivos e demonstram o impacto do projeto no Estado do Espírito Santo em termos da produção do conhecimento científico, do desenvolvimento e da transferência de tecnologia, e da capacitação e do apoio aos profissionais de saúde por meio da oferta de serviços de tele-educação, teleconsultoria e telecardiologia.

Palabras-chave: Telessaúde; Telemedicina; Atenção Primária à Saúde; Sistemas de Informação em Saúde

INTRODUCCIÓN

La telemedicina es un modelo de acompañamiento terapéutico en el que los profesionales de la salud prestan servicio clínico a sus pacientes, tanto por llamada de vídeo, llamada telefónica y mensaje de texto, o sea, usando herramientas de la Tecnología de la Información y la Comunicación - TIC. A partir de esas herramientas tecnológicas, es posible la ampliación de la atención y de la cobertura de los servicios de salud, buscando siempre la calidad de la atención (SILVA, 2017; CELES et al., 2018; BRASIL, 2020). Por su parte, la estrategia de telesalud, denominada mHealth (o mobile health), es definida por la World Health Organization (WHO) como la oferta de acciones de salud apoyadas por dispositivos móviles y envuelve ofrecer la conexión entre pacientes y profesionales (World Health Organization, 2022).

La introducción de la TIC, por medio de la creación del Programa Telesalud Brasil, permitió insertar la Telesalud para apoyo a la Estrategia de Salud de la Familia en el SUS. Su ampliación originó el Programa Nacional Telesalud Brasil Redes (PNTBR), instituido en enero de 2007, a través de la Ordenanza n° 35. En seguida, hubo una redefinición y ampliación del programa a través de la Ordenanza n° 2.546 de 27 de octubre de 2011, que ofertó condiciones para la interacción entre usuarios del Sistema Único de Salud y profesionales (BRASIL, 2007; 2011).

Las principales modalidades y servicios que se destacan son: Teleconsulta, consulta no presencial entre médico y paciente; Teleconsultoría, consulta entre profesionales de salud (ex: médico de la UBS sacando dudas con especialista); Telediagnóstico, emisión de laudos a distancia, enviando exámenes por internet; Telemonitoreo, acompañamiento remoto de síntomas; Teletriage, evaluación de síntomas a distancia para dirigir el paciente; Teleducación, que es responsable por la oferta de actividades

educacionales a distancia como web-conferencias, aulas y curso (World Health Organization, 2022).

El uso de las TIC crece en el área de la salud e investigadores defienden que tales herramientas son capaces de ofrecer a los usuarios opciones de autogestión de sus condiciones de salud, como en el caso de: oncología (Grossi, 2014); diabetes, orientación nutricional e hipertensión (Gasch, 2016; Shannon et al., 2019); actividad física (Fiedler, 2020) y enfermedades cardiovasculares (Akinosun, 2021). La telesalud es entendida también como una herramienta de educación continuada a los profesionales de la salud que proporciona soporte, formación relacionada al trabajo y comparto de experiencias (WHO, 1997; Araújo, dos Santos, Alencar, 2023).

Em este contexto, se observa la construcción de sistemas capaces de controlar la salud por medio del monitoreo del comportamiento y señales de sus usuarios; recolección, análisis e interpretación de datos, notificación de horarios y presentación de feedback permiten el plan de acciones y cuidados, comunicación eficaz y acogimiento de los usuarios (CHEN, 2017; LEE, 2018).

En Brasil, en 2007, el uso de modernas tecnologías de la información y la comunicación para actividades a distancia, relacionadas con la salud en sus diversos niveles, fue iniciado por el Proyecto Piloto de Telesalud Brasil. Inicialmente, en este proyecto se incluyeron los estados de Amazonas, Ceará, Goiás, Minas Gerais, Pernambuco, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina y Rio Grande do Sul.

Frente al crecimiento del uso de las estrategias y ampliación de la telesalud, este presente relato de experiencia tiene como objetivo sintetizar el proceso de implementación y desarrollo del Núcleo de Telesalud en el estado de Espírito Santo entre 2008 y 2019, así como los desafíos y perspectivas futuras.

METODOLOGÍA

El presente estudio se caracteriza como un relato de experiencia de naturaleza descriptiva y retrospectiva sobre la idealización, implementación, consolidación y estructuración del Núcleo de Telesalud de Espírito Santo (Telesalud-ES). El análisis engloba el período comprendido entre 2009, año de inicio del proyecto piloto de Telecardiología, y 2019, permitiendo una visión longitudinal de la evolución estratégica y operacional de la red en el estado.

La investigación se condujo a partir de la perspectiva de análisis de implementación de tecnologías en salud en el ámbito del Sistema Único de Salud (SUS), considerando la Telesalud como una estrategia organizacional y tecnológica dirigida al fortalecimiento de la Atención Primaria a la Salud (APS), a la cualificación del trabajo en salud y a la integración de las redes de atención.

Escenario y Objeto de Estudio

El escenario de la experiencia es el Núcleo de Telesalud-ES, con sede en el Instituto Federal de Espírito Santo (IFES) en conjunto con la Secretaría de Estado de la Salud (SESA), la Universidad Federal de Espírito Santo (UFES) y el Ministerio de la Salud. El objeto de análisis se enfoca en la idealización, implementación, consolidación y estructuración del Programa Telesalud en Espírito Santo como herramienta de soporte a la Atención Primaria a la Salud (APS), visando la cualificación profesional y la solubilidad del Sistema Único de Salud (SUS) en el territorio capixaba.

El proceso analizado incluye diferentes fases de la implementación: (i) articulación interinstitucional inicial y proyecto piloto (2008–2009); (ii) implantación formal del núcleo con financiamiento federal (a partir de 2010); (iii) consolidación, mantenimiento y expansión de los servicios (2012–2019) y Resultados en Números.

Fuentes de datos y procedimientos de recolección

La construcción de los datos se realizó a partir de múltiples fuentes secundarias institucionales, permitiendo triangulación de informaciones y mayor consistencia analítica. Se utilizaron:

- registros administrativos de los convenios establecidos con el Ministerio de la Salud (Términos de Ejecución Descentralizada – TED);
- reportes técnicos y operacionales del Núcleo de Telesalud ES;
- datos extraídos de la plataforma digital Salus, incluyendo registros de teleconsultorías, teleducación y telediagnóstico;

- indicadores de producción y cobertura de los servicios (número de teleconsultorías, profesionales atendidos, conferencias web, accesos on-line y off-line);
- resultados de investigaciones de satisfacción de usuarios del sistema;
- documentos institucionales relativos a la gobernanza del programa (actas, resoluciones y estructura del Comité Gestor);
- producción técnico-científica vinculada al proyecto (artículos, disertaciones, registros de software y informes académicos).

Aspectos éticos

Por ser un estudio basado en datos secundarios agregados e información institucional, sin identificación individual de usuarios o profesionales de salud, no hubo necesidad de enviarlo al Comité de Ética en Investigación, conforme a las normativas vigentes. Aun así, se respetaron los principios éticos de la investigación en salud, especialmente en lo que se refiere a la confidencialidad de las informaciones y al uso responsable de los datos.

RESULTADOS

El análisis de la implementación del Centro de Telesalud de Espírito Santo (Telessaúde-ES), desde 2008 hasta 2019, revela un proceso progresivo de institucionalización, expansión operativa y diversificación de estrategias para apoyar la Atención Primaria de Salud (APS), con impactos medibles en la cobertura, la utilización de los servicios y la calidad del trabajo de atención médica.

Articulación interinstitucional inicial y proyecto piloto (2008–2009)

Las discusiones en torno a la Telesalud en Espírito Santo salieron de proyectos de investigación coordinados por investigadores de ES (Dr. Luiz Ary Messina, Dr. José Gonçalves Pereira Filho, Dr. Saulo Bortolon y Dr. Rodrigo Varejão Andreão). En 2008, durante la realización del II Workshop Internacional de Telesalud [1], coordinado por el Prof. Rodrigo Varejão Andreão y realizado en Vitória, hubo una aproximación entre los investigadores de IFES y de la UFES con la Secretaría de Estado de Salud, dando inicio a las discusiones de un proyecto de Telesalud para Espírito Santo.

En 2009, Espírito Santo realizó un primer proyecto piloto de Telecardiología en conjunto con el IFES y el Núcleo de Telesalud del Hospital de Clínicas de UFMG. Esa experiencia fue fundamental para la difusión de ese nuevo servicio

y sirvió de base para la construcción del proyecto que se transformaría en el Programa Telesalud Espírito Santo.

El programa Telesalud Espírito Santo se tornó en un proyecto de extensión resultante de un convenio entre el Ministerio de Salud (MS) y el Instituto Federal de Espírito Santo (IFES), teniendo como socios locales a la Secretaría de Estado de la Salud (SESA), la Universidad Federal de Espírito Santo (Ufes) y las Secretarías Municipales de Salud. Al mismo tiempo, un proyecto de extensión llamado Telesalud Espírito Santo es una herramienta para el alcance de la integralidad en el Sistema de Salud. Esta iniciativa se alineaba con las políticas públicas desarrolladas por la Secretaría de Salud del Estado de Espírito Santo, con un enfoque principal en el fortalecimiento de la atención primaria, así como con el Proyecto de Redes Resolutivas de Salud.

Implementación formal del centro con financiación federal (a partir de 2010)

El fortalecimiento de la atención primaria ha sido una prioridad para los gobiernos del estado de Espírito Santo, mediante la inversión en la cualificación de profesionales a través de la Política Permanente de Educación en Salud del Estado, la construcción de unidades básicas de salud y la donación de equipamiento para organizar la atención y brindar condiciones favorables para la mejora del servicio. Este escenario ha convertido a Espírito Santo en un terreno fértil para la implementación de la telesalud.

El Comité Estatal de Coordinación para la Telesalud en Espírito Santo, creado mediante la Resolución n° 1005/2010 del CIB, representó un importante espacio de articulación entre diversas instituciones de salud, educación y administración pública. El comité fue responsable de realizar los talleres que dieron origen al plan de trabajo para la implementación de la telesalud en Espírito Santo. En ese momento, el IFES fue designado como la institución ejecutora, con la colaboración de la UFES y la SESA, y el profesor Rodrigo Varejão Andreão como coordinador del proyecto.

El Comité Estatal de Coordinación de Telesalud de Brasil en Espírito Santo estuvo integrado por 5 representantes de la Secretaría de Salud del Estado de Espírito Santo (SESA), Gestión de Planificación, Coordinación de Atención Primaria, CIES, Centro de Desarrollo de Recursos Humanos, Gestión de Tecnologías de la Información) y un representante de la Fundación de Apoyo a la Investigación e Innovación de Espírito Santo (FAPEs), el Colegio de Secretarios Municipales de Salud de Espírito Santo (COSEMS/ES), el Centro de Telesalud de la Universidad Federal de Espírito Santo y el Instituto

Federal de Espírito Santo, el Consejo Estatal de Salud, la Comisión Interadministrativa Bipartita, la Sociedad de Medicina y Salud Familiar de Capixaba, el Consejo Regional de Medicina de Espírito Santo y el Foro de Instituciones de Educación Superior.

El comité reforzó la gobernanza del programa Telesalud-ES, asegurando que las acciones desarrolladas se ajusten a las necesidades de las regiones sanitarias del estado. La diversidad de sectores garantizará decisiones participativas e integradas, enfocadas en mejorar la calidad de la atención en Atención Primaria.

IFES fue responsable de presentar el plan de trabajo para su evaluación y aprobación por el Ministerio de Salud, con el fin de firmar posteriormente el acuerdo para la transferencia de recursos del Programa de Telesalud Brasil a IFES. El primer acuerdo entre el Ministerio de Salud e IFES se firmó con el Término de Ejecución Descentralizada (TED) - TC16/2011, titulado "Implementación de la red de telesalud en el estado de Espírito Santo". Este acuerdo dio inicio a las acciones de telesalud en Espírito Santo, integrando los equipos de salud familiar de los municipios de Espírito Santo con el centro de referencia universitario (Hospital Universitario Cassiano Antônio Moraes - HUCAM/Ufes). El objetivo del proyecto era mejorar la calidad de los servicios prestados en atención primaria, reduciendo los costos de salud mediante la cualificación profesional, disminuyendo el número de traslados innecesarios de pacientes e incrementando las actividades de prevención de enfermedades.

Consolidación, mantenimiento y ampliación y consolidación de servicios (2012-2019)

El Núcleo de Telesalud ES inició sus actividades en 2012 [2,3], ejecutó acciones de teleconsultoría, teleradiológico y teleeducación para apoyar a profesionales de la salud y ampliar el acceso a servicios especializados, especialmente en la Atención Primaria, involucrando más de 60 municipios de ES.

La realización de seminarios regionales fue durante los años 2013 y 2014 con el objetivo de ampliar el alcance y la comprensión sobre el papel de la Telesalud-ES en la Atención Primaria. Tales eventos funcionaron como espacios de diálogo entre gestores, profesionales de la salud e instituciones de enseñanza, promoviendo el intercambio de información, aclarando dudas y estimulando la adherencia al programa.

La actuación conjunta entre el Comité Gestor de Telesalud-ES y los equipos locales permitió a los municipios comprender los beneficios y función de la teleconsultoría, de la segunda opinión formativa

y de las acciones de educación permanente ofrecidas por el programa.

La coordinación de Telesalud-ES, la responsabilidad del Instituto Federal de Espírito Santo (IFES), reforzó el papel de la educación y de la innovación tecnológica en el fortalecimiento del SUS. La participación de IFES y de la Ufes fundamentales para consolidar la Telesalud-ES como una herramienta eficiente de apoyo a la atención básica, especialmente en regiones con menor acceso a especialistas y formación continuada.

Para apoyar las actividades del Núcleo de Telesalud ES, se desarrolló la plataforma Salus, que ofrece módulos dirigidos a la teleconsulta, telediagnóstico y teleeducación. Su desarrollo se inició en octubre de 2011 y se mantuvo operacional durante toda la ejecución del proyecto. Además de

garantizó un enfoque pedagógico cualificado en las acciones de apoyo a la práctica clínica y en la formación de los profesionales de la salud. De esa forma, el Comité Gestor y los seminarios regionales se complementan como estrategias

los módulos dirigidos al soporte de las prácticas de telemedicina, Salus incorpora una Biblioteca Virtual en Salud (BVS) — una base de conocimiento construida a partir de las informaciones originadas de las teleconsultorias, con potencial de proveer subsidios esclarecedores para casos clínicos semejantes. La Figura 01 muestra la página inicial de la interfaz gráfica de Salus.

Figura 01 - Página de presentación de la plataforma Salus, desarrollada para apoyo de las actividades de Telesalud ES.

Salus

Bem-vindo(a), Profissional | Alterar senha | Cadastro | Entre em contato | Encerrar sessão

Telessaúde ES

Página Inicial | Teleconsultoria | Biblioteca Virtual | Manual de Ajuda | Ética profissional

Ambiente de Teleconsultoria do Telessaúde Espírito Santo

Seja bem-vindo ao ambiente de Teleconsultoria do Telessaúde Espírito Santo.

Nosso objetivo é utilizar as Tecnologias de Informação e Comunicação para desenvolver ações de apoio à assistência à saúde.

Iremos direcionar nossos esforços na teleconsultoria, ampliando a resolubilidade da atenção primária nos municípios, e na formação continuada dos profissionais de saúde no Espírito Santo.

Este ambiente consiste em uma ferramenta computacional voltada para a realização dos serviços de Teleconsultoria, que poderá ser uma Discussão de Caso Clínico ou Segunda Opinião Formativa, dando suporte ao trabalho realizado pelos profissionais da ESF cadastrados pelos municípios no Telessaúde-ES.

O profissional cadastrado poderá acessar esse serviço de qualquer computador que tenha acesso à Internet.

Nessa primeira fase não haverá Teleconsultoria On-line, ou seja, não teremos especialistas de plantão conectados ao sistema. As dúvidas aqui colocadas serão respondidas em um prazo máximo de 72h.

Será possível anexar arquivos como fotos ou imagens (em formato PDF) de exames para suporte a análise do caso clínico.

Visando a segurança de nossa base de dados, possuímos uma política de backup e nosso sistema de teleconsultoria possui controle de autenticação e ações dos usuários.

Cada usuário possui Login e Senha exclusivo: individual e intransferível. Não divulgue.

Eventuais dúvidas quanto ao uso do sistema podem ser tiradas através do serviço de suporte do Telessaúde-ES [neste link](#).

Visão geral

USUÁRIOS ONLINE

Mapa | Satélite

CERTIFICADOS

Tipo Certificado	Total de Horas
Teleconsultoria	54,0
Web Curso	0,0

SUMÁRIO

Aguardando Triagem	0
Aguardando Ação	1
Em Tramitação	0
Finalizada	42

ÚLTIMAS TELECONSULTÓRIAS

Assunto	Tramitação
Antibióticos e Gravidez	

AÇÕES RECENTES

- + 28 de Agosto de 2019 às 09:31 Login efetuado
- + 26 de Agosto de 2019 às 09:21 Requisição 22874 finalizada
- + 26 de Agosto de 2019 às 09:20 Login efetuado
- + 22 de Agosto de 2019 às 12:34 Logout efetuado
- + 22 de Agosto de 2019 às 12:34 Login efetuado
- + 22 de Agosto de 2019 às 07:23 Logout efetuado
- + 22 de Agosto de 2019 às 07:23 Requisição 22760 finalizada
- + 22 de Agosto de 2019 às 07:13 Login efetuado
- + 21 de Agosto de 2019 às 15:00 Requisição 23003 aberta
- + 21 de Agosto de 2019 às 14:59 Requisição 23002 aberta
- + 21 de Agosto de 2019 às 14:56 Requisição 22950 finalizada

Source: <https://telessaude.ifes.edu.br/>

In 2013, IFES entered into the TED TC366/2013 agreement, titled “Expansion of the

Telehealth Network in the State of Espírito Santo,” to serve all municipalities and their respective health units participating in the Mais Médicos (More

Doctors) and PROVAB (Primary Care Professional Valorization Program) initiatives. Web-based telemedicine services, such as tele-education, teleconsultation, and telediagnosis, were expanded to improve the quality of primary healthcare services, enhance the quality of specialist referrals, and reduce unnecessary patient travel.

Redes (National Telehealth Program) by maintaining the state-level Telehealth Center and 140 municipal telehealth points, improving the quality of primary care within the Unified Health System (SUS).

Quantitative results and technical-scientific output

The results of the Telehealth Program in Espírito Santo are significant and demonstrate the project's impact on scientific knowledge production, technology development and transfer, and the training and support of health professionals through the provision of tele-education, teleconsultation, and telecardiology services. Regarding Telehealth coverage, by 2018, all municipalities had at least one unit registered on the Salus Telehealth platform. Due to the service expansion achieved in 2018 and 2019, Telehealth ES handled a teleconsultation volume averaging over 150 requests per month, surpassing the target set for the period, and involved more than 900 health professionals. The user satisfaction survey for the teleconsultation system indicated that:

- the response provided by the teleconsultation service met or fully met needs in 99% of cases;
- using the Telehealth ES platform was considered easy or very easy by 96% of users;
- the response provided by the teleconsultation service contributed or contributed significantly in 91% of cases;

Four years later, IFES entered into a third agreement, designated TED 22/2017 and titled "Maintenance of the Telehealth Program in Espírito Santo", which concluded on December 31, 2019. This agreement between IFES and the Ministry of Health aimed to integrate the Telessaúde Brasil

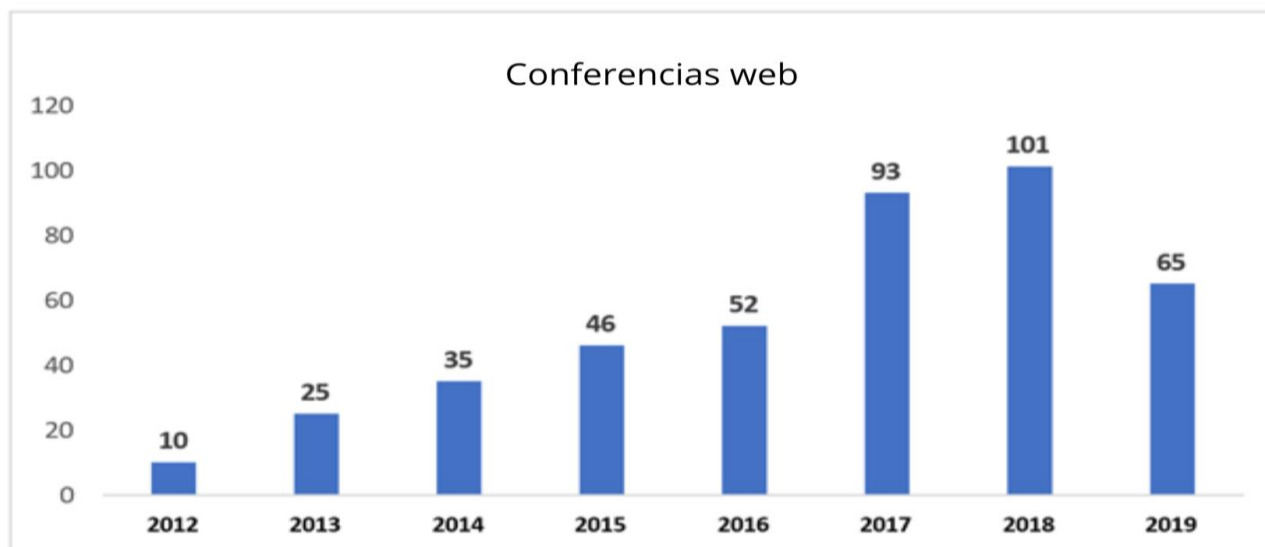
- in 81% of cases, patient referral was avoided.

The following figures are a summary of the final years during which Telehealth was active, given that the last agreement with the Ministry of Health ended in December 2019:

- Tele-education and web-lectures

The tele-education service provided by the ES Telehealth Center (Núcleo de Telessaúde ES) offered an average of six web-lectures per month in 2019, reaching 3,460 online participants that year and generating over 400,000 offline views across 23 Brazilian states, as shown in the graphs in Figures 02 through 04. As observed in Figure 03, the number of online participants rose from 457 in 2012 to 3,173 in 2018, a more than sixfold increase (657%). The ES Telehealth Center's role in knowledge dissemination was so well-established that, even with a reduction in the number of web-lectures in 2019 compared to 2018, there was still a 9% increase in the total number of online participants. Offline views also saw significant growth, rising from 2,732 in 2014 to 353,534 in 2018, an increase of more than 128-fold over the period, as shown in Figure 04. Despite the decrease in web-lectures from 2018 to 2019, there was an increase of over 50,000 views, representing a growth of 14%.

Figura 02 - Comparativo de conferencias web ofrecidas de 2012 a 2019 (datos de 2019 computados hasta nov/2019).



Fuente: <https://telessaude.ifes.edu.br/>.

Figura 03 - Comparativo de participaciones online en conferencias web de 2012 a 2019.



Fuente: <https://telessaude.ifes.edu.br/>.

Figura 04 - Comparativo de accesos offline de 2014 a 2019 (sin datos anteriores a 2014).

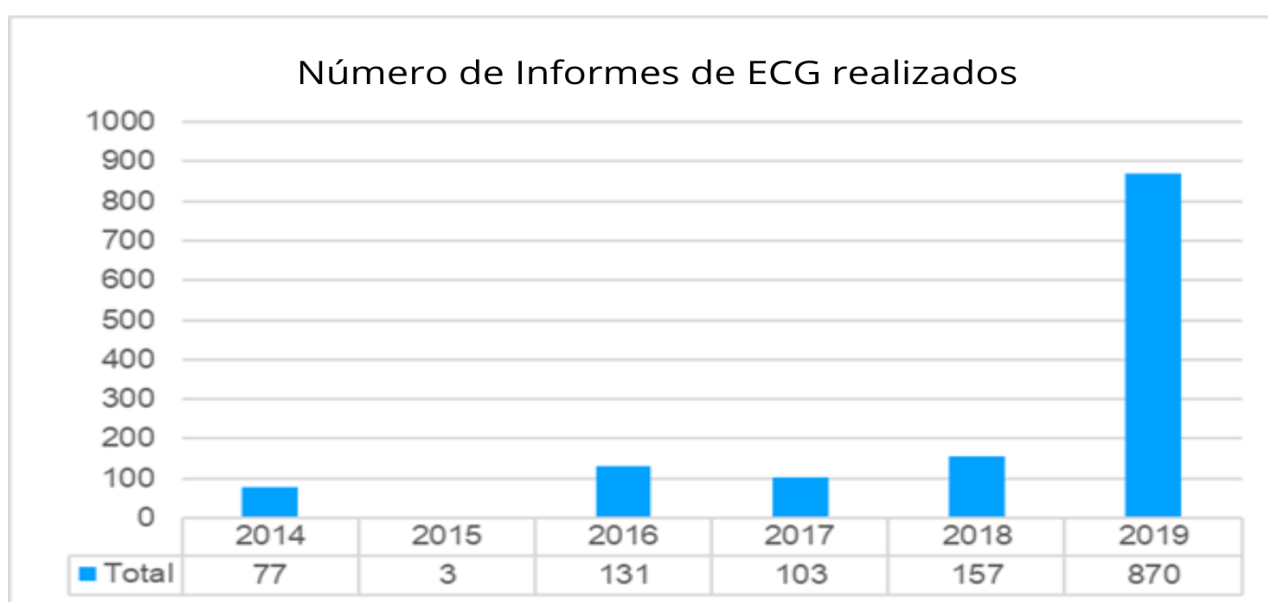
Fuente: <https://telessaude.ifes.edu.br/>.

Los cursos EaD, como “Promoción de Salud Bucal” y “Cuidados Prenatales”, registraron tasas de aprobación superiores al 45% y de satisfacción de más del 95%.

- Telecardiología

A pesar de que el servicio de telecardiología no estaba previsto como una meta del Núcleo de Espírito Santo, el mismo fue

implantado con recursos de otros proyectos captados por el equipo responsable, pero con baja expresividad debido a la carencia de equipamientos de electrocardiograma en los municipios. Esa situación comenzó a ser solucionada en 2019, cuando 23 municipios fueron atendidos, generando un aumento en el número de informes realizados, según se muestra en la Figura 5.

Figura 05 - Evolución de los informes realizados por el servicio de Telecardiología en los años de 2014 a 2019.

Fuente: <https://telessaude.ifes.edu.br/>.

- Segunda Opinión Formativa (SOF)

Un trabajo técnico-científico hecho con mucho cuidado por el Núcleo de Telesalud fue la producción y registro de segunda opinión formativa junto a la Biblioteca Virtual de Salud (BVS). Ese trabajo consistió en seleccionar las teleconsultas más relevantes para transformarlas en material de capacitación y actualización para los profesionales de la salud de Brasil.

Fueron registrados 88 SOFs del Núcleo de Espírito durante el período de 2016 a 2019, enfocando temas como salud bucal, embarazo y gestantes, entre otros, con mayor participación de equipos de odontología.

- Integración con Enseñanza e Investigación

El Núcleo de Telesalud de ES presentó una fuerte articulación con actividades de enseñanza e investigación, consolidándose como un espacio de formación profesional y de producción científica.

En la enseñanza, el proyecto integró pasantes de cursos técnicos, de graduación y de estudios de posgrado, que participaron activamente de las actividades de producción de material audiovisual y desarrollo tecnológico. Relatos de estudiantes de áreas como ingeniería eléctrica y diseño muestran que la experiencia fue importante para la definición de trayectorias académicas y profesionales, llegando a subsidiar la elección de temas de Trabajos de Conclusión de Curso (TCC). Además, los cursos EaD y las conferencias web ofrecidas por el programa se configuraron como instrumentos de educación permanente en salud, cualificando profesionales del SUS en diversos niveles, con tasas de satisfacción superiores a 90%.

En la investigación, el Centro de Telesalud fue objeto de estudio en artículos científicos, tesis de pregrado y disertaciones, y también se generaron registros de software relacionados con las prácticas y tecnologías desarrolladas dentro del programa. Se produjeron materiales académicos (manuales, videos, artículos técnicos y presentaciones), muchos de los cuales están disponibles en la Biblioteca Virtual – Segunda Opinión Formativa (SOF).

En el ámbito tecnológico, el proyecto de Telesalud se ha convertido en un logro importante para IFES. Además del software desarrollado durante el proyecto (Plataforma Salus, Aplicación Salus y paquete de servicios de Teleconsulta y Telecardiología), el 10 de marzo de 2020, la Institución recibió del Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI) el Certificado de Registro del Contrato de Transferencia de

Tecnología, que reconoce formalmente la concesión de licencias de la plataforma Salus al Instituto de Medicina Integral Professor Fernando Figueira (IMIP), en Recife. Esta concesión de licencias representó la primera transferencia de tecnología realizada por IFES, demostrando la capacidad de la institución para transformar iniciativas académicas y de extensión en soluciones tecnológicas con potencial para ser adoptadas por otras instituciones de salud pública.

Producción Técnico-Científica

En cuanto a la producción científica, el Centro de Telesalud de Espírito Santo ha generado varias referencias, que se enumeran a continuación por tema:

a) Plataforma Salus

Plataforma de Teleconsultoría Salus. 2018. Patente: Programa de Computador. Número del registro: 512018051581-9, fecha de registro: 05/09/2018, título: "Plataforma de Teleconsultoría Salus", Institución de registro: INPI - Instituto Nacional da Propiedad Industrial.

Celestrini, J.; SILVA, W. P.; ANDREÃO, R. V.; Komati, K; Corradi, S. M. L.; SYLVAN, A. C. L.; FERNANDES, F. X.; Schmidt, M. Q.; Sarti, T. The Salus Platform: a Tele-health solution to support teleconsulting for the Brazilian Primary Health Care Network (4 páginas, n. 193). In: IEEE-EMBS International Conferences on Biomedical and Health Informatics, 2014, Valencia. Proceedings of the IEEE-EMBS International Conferences on Biomedical and Health Informatics, 2014.

Celestrini, J.; ANDREÃO, R. V.; Sarti, T.; Schmidt, M. Q.; SYLVAN, A. C. L. Plataforma de Teleconsultoría Asíncrona basada en Tecnología DJANGO (6 páginas). In: XIII Congreso Brasileiro de Informática en Salud, 2012, Curitiba. Actas del XIII Congreso Brasileño de Informática Sanitaria, 2012.

b) Call Center VoIP para Serviços de Telessaúde

RODRIGUES, C. L.; ANDREÃO, R. V.; SILVA, D. C. A.; Zago, G T. Impacto de la cancelación adaptativa de ruido y evaluación de la calidad del habla durante una llamada VoIP en un entorno de telesalud. En: VIII Congreso Brasileño de Telemedicina y Telesalud - CBTms 2017, 2017, Gramado. Actas del VIII Congreso Brasileño de Telemedicina y Telesalud - CBTms 2017, 2017.

RODRIGUES, C. L.; ANDREÃO, R. V.; CABELINO, R. B.; Zago, G T; Schmidt, M. Q.; CELESTRINI, J. R. Implementación de teleconsulta síncrona en el programa de telesalud

de Espírito Santo a través de un centro de llamadas basado en una plataforma VoIP de código abierto. En: 8.º Congreso Brasileño de Telemedicina y Telesalud - CBTms 2017, 2017, Gramado. Actas del 8.º Congreso Brasileño de Telemedicina y Telesalud - CBTms 2017, 2017.

c) Inteligencia artificial para la detección automatizada de casos en exámenes médicos

ANDREÃO, R. V.; Sarti, T.; Celestrini, J.; Schimdt, M. Q. Clasificación automática de electrocardiogramas. En: Med-e-Tel, 2013, Luxemburgo. Actualizaciones globales sobre telemedicina y salud electrónica: Recursos de conocimiento, 2013. vol. 6, págs. 143-147.

PEREIRA, R.; ANDREÃO, R. V.; Zago, G. T.; CELESTRINI, J. R. Propuesta de un sistema automático de clasificación de imágenes retinianas para servicios de teleoftalmología (n.º 102629, 14 páginas). En: Congreso Brasileño de Informática de la Salud, 2018, Búzios. Actas del XVI Congreso Brasileño de Informática de la Salud, 2018. vol. 1, págs. 1-14.

d) Realidad virtual como apoyo a la formación de profesionales sanitarios

COSER, A. A.; MESTRIA, M.; Varejão, Rodrigo Andreão. Sala de emergencias virtual para el desarrollo de aplicaciones de entrenamiento en realidad virtual (6 páginas). En: XXVII Congreso

Brasileño de Ingeniería Biomédica (CBEB 2020), 2020, Vitória. Actas del XXVII CBEB, 2020. v. 1. p. 1.

Evaluación de los servicios de telesalud

Cibelle Barroso de Sousa. Análisis de la Implementación de Tecnologías de la Información desarrolladas por el Programa de Telesalud de Espírito Santo en el municipio de Vitória - ES. 2018. Disertación (Maestría en Maestría Profesional en Tecnologías Sostenibles) - Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Espírito Santo. Asesor: Rodrigo Varejão Andreão.

SOUSA, C. B.; Sarti, T.; ANDREÃO, RODRIGO V.; Schimdt, M. Q.; CELESTRINI, J. R. Dalla, M. D. B.; RIOS, M. Z.; NIELSEN, C. B. Análisis cuantitativo de los factores que influyen en el servicio de teleconsulta. En: XV Congreso Brasileño de Informática de la Salud, 2016, Goiânia. Actas del XV Congreso Brasileño de Informática de la Salud, 2016.

ANDREÃO, R. V.; Schimdt, M. Q.; Sarti, T.; Corradi, S. M. L. Implementation of a Teleconsultation Service in the Primary Health Care in Brazil (Id=617). In: 15th World Congress on Health and Biomedical Informatics, 2015, São Paulo. Proceedings of the 15th World Congress on Health and Biomedical Informatics. Amsterdam: IOS Press, 2015. v. 216.

estos países, la participación de centros de tecnología aplicada es fundamental para la creación de dispositivos de diagnóstico en el punto de atención y sistemas de monitorización remota de pacientes, lo que garantiza que la innovación se adapte a las necesidades nacionales específicas^{2,24}.

La expansión del Programa Nacional de Redes de Telesalud de Brasil (PNTBR) demuestra un alcance significativo, con participación en los 26 estados brasileños y el Distrito Federal [25]. Datos del Ministerio de Salud y encuestas de seguimiento indican que entre 2024 y 2025, la telesalud en el SUS alcanzó más de 5,7 millones de consultas en 2929 municipios brasileños, lo que resalta la expansión y el alcance de la estrategia en el país. Esto indica que la Red Brasileña de Telesalud forma parte de una estrategia estatal y no es solo un proyecto aislado²⁵.

Sin embargo, la distribución de los polos es desigual, concentrándose en las regiones noreste y sudeste²⁵. En este escenario, el estado de Espírito Santo se destaca por la alta resolución de las teleconsultorías, que llegan a índices superiores a 80%, superando promedios nacionales y consolidando el estado como un polo de referencia en salud digital².

DISCUSIÓN

La creación e implementación de los núcleos de salud digital en Brasil remonta al año 2007, con la institución del Proyecto Piloto Telesalud Brasil, cuyo objetivo era integrar las tecnologías de la información en la Estrategia de Salud Familiar (ESF). Diferentemente del modelo observado en Espírito Santo, en que la gestión es tripartita envolviendo el Instituto Federal de Espírito Santo (IFES), la Universidad Federal de Espírito Santo (UFES) y la Secretaría de Estado de la Salud (SESA), la mayoría de los núcleos pioneros en el país surgió estrictamente vinculada a centros universitarios de medicina^{18,18-21} y ejército, como es el caso del Subsistema de Salud Indígena y de las poblaciones de frontera en el Estado de Amazonas²².

El apoyo institucional y las alianzas con instituciones de educación tecnológica, como IFES, otorgan a Espírito Santo una característica única en cuanto al desarrollo tecnológico. Si bien la mayoría de los servicios de telesalud en Brasil y en todo el mundo utilizan software comercial, el modelo de Espírito Santo se basa en el desarrollo interno de soluciones, acercándose a las experiencias canadienses y australianas^{24,23}. En

También se destaca la importancia de la telesalud para la capacitación de profesionales de atención primaria, configurándose como un instrumento de educación continua en salud. La interfaz de Segunda Opinión Formativa permite al profesional de atención primaria estudiar mientras resuelve un caso clínico específico, reduciendo la necesidad de derivaciones. En Espírito Santo, las más de 400,000 visualizaciones de contenido de capacitación presencial refuerzan que el núcleo digital integra el proceso de educación continua mediada por tecnología en la fuerza laboral^{26,27}.

A pesar de los avances, aún persisten barreras para el mantenimiento de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la salud. A principal crítica recai sobre la falta de verba e financiamiento específico. Históricamente, los repases para telesalud en Brasil están basados en proyectos episódicos y anuncios temporarios, como los Termos de Ejecución Descentralizada (TED), que generan inestabilidad administrativa y desafíos para la difusión. La ausencia de una partida presupuestaria fija impide a los directivos invertir en actualizaciones de hardware, seguridad de datos y la contratación estable de empleados. Sin financiación estructural, las soluciones de salud móvil (mHealth) y telesalud corren el riesgo de quedar obsoletas o de sufrir interrupciones por falta de soporte técnico básico²⁴⁻²⁷.

CONCLUSIÓN

El Programa de Telesalud de Espírito Santo demostró un crecimiento significativo en alcance y participación entre 2018 y 2020, consolidándose como una herramienta estratégica para la formación continua y el apoyo a la Atención Primaria de Salud (APS). El notable aumento del acceso presencial resalta la importancia del contenido asíncrono para superar las barreras geográficas y de horario. A pesar de las limitaciones en telecardiología por falta de infraestructura, las demás áreas alcanzaron o superaron los objetivos, con altos índices de satisfacción. La integración con la docencia y la investigación refuerza el rol del programa como catalizador de la innovación y la cualificación profesional dentro del Sistema Único de Salud (SUS) de Brasil.

Actualmente, el IFES (Instituto Federal de Espírito Santo) ha firmado su cuarto Convenio de Cooperación Técnica (CCT) -38/2024- con el Ministerio de Salud, con el objetivo general de reestructurar la Red de Telesalud de Espírito Santo, mediante la implementación, estandarización y gestión de servicios de teleeducación, teleconsulta y telediagnóstico, con especial atención a las enfermedades cardiovasculares y el ictus.

Además de los servicios ofrecidos anteriormente, la reestructuración de Telehealth en Espírito Santo permitirá brindar atención especializada a pacientes que se encuentran lejos de la región metropolitana, haciendo que el proceso sea más ágil y efectivo. Los servicios de telemedicina propuestos conectarán equipos de especialistas del área central con equipos en el interior. De esta manera, los pacientes afectados por un accidente cerebrovascular agudo serán tratados rápidamente y dentro del tiempo de tratamiento (hasta 4h30). La evaluación por un neurólogo a través de la telemedicina es una estrategia que permite consultas neurológicas con profesionales experimentados, incluso en contextos de emergencia remotos⁴. Este enfoque se ha utilizado durante aproximadamente dos décadas y su costo-efectividad ya ha sido evaluado en diferentes países. Existe mucha evidencia que muestra que la evaluación remota por un neurólogo se asocia con una mejor clasificación, un mayor número de tratamientos de reperfusión, un menor tiempo para la administración de trombolíticos, un mayor número de tratamientos endovasculares, derivaciones optimizadas a hospitales de mayor nivel y un mejor pronóstico en comparación con la terapia habitual por médicos de urgencias⁵.

REFERENCIAS

1. Silva EA da. A Telessaúde e Seus Impactos na Formação Continuada dos Profissionais de Saúde em Rede. *EmRede* 2017;4:116–29. <https://doi.org/10.53628/emrede.v4i1.151>.
2. Celes RS, Rossi TRA, Barros SGD, Santos CML, Cardoso C. A telessaúde como estratégia de resposta do Estado: revisão sistemática. *Rev Panam Salud Publica* 2018;42. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2018.84>.
3. Brasil. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministério. Portaria no 2546/GM, de 27 de outubro de 2011: Redefine e amplia o Programa Telessaúde Brasil, que passa a ser denominado Programa Nacional, Telessaúde Brasil Redes 2011.
4. World Health Organization. WHO Global Observatory for eHealth. mHealth: new horizons for health through mobile technologies: second global survey on eHealth. World Health Organization. 2011.
5. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria no 35, de 4 de janeiro de 2007. Institui, no âmbito do Ministério da Saúde, o Programa Nacional de Telessaúde. *Diário Oficial da União* 2007.

6. Grossi LM, Pisa IT, Marin H de F. Oncoaudit: desenvolvimento e avaliação de aplicativo para enfermeiros auditores. *Acta Paulista de Enfermagem* 2014;27:179–85. <https://doi.org/10.1590/1982-0194201400031>.
7. Gasch M, Dunleavy GJ, Kyaw BM, Lean ME, Nikolaou CK. Personalized health, eLearning, and mHealth interventions to improve nutritional status. *Current Nutrition Reports* 2016;5:295–306.
8. Shannon HH, Joseph R, Puro N, Darrell E. Use of Technology in the Management of Obesity: A Literature Review. *Perspect Health Inf Manag* 2019;16:1c.
9. Fiedler J, Eckert T, Wunsch K, Woll A. Key facets to build up eHealth and mHealth interventions to enhance physical activity, sedentary behavior and nutrition in healthy subjects – an umbrella review. *BMC Public Health* 2020;20:1605. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09700-7>.
10. Akinosun AS, Polson R, Diaz - Skeete Y, De Kock JH, Carragher L, Leslie S, et al. Digital Technology Interventions for Risk Factor Modification in Patients With Cardiovascular Disease: Systematic Review and Meta-analysis. *JMIR Mhealth Uhealth* 2021;9:e21061. <https://doi.org/10.2196/21061>.
11. World Health Organization. A health telematics policy in support of WHO's Health-for-all strategy for global health development: report of the WHO Group Consultation on Health Telematics. 1997.
12. Araújo HPA, Santos LC dos, Alencar RA. Telemedicine: the experience of health professionals in the supplementary sector. *Revista Da Escola de Enfermagem Da USP* 2023;57:e20220374. <https://doi.org/10.1590/1980-220X-REEUSP-2022-0374en>.
13. Lee M, Lee H, Kim Y, Kim J, Cho M, Jang J, et al. Mobile App-Based Health Promotion Programs: A Systematic Review of the Literature. *IJERPH* 2018;15:2838. <https://doi.org/10.3390/ijerph15122838>.
14. Chen J, Lieffers J, Bauman A, Hanning R, Allman-Farinelli M. Designing Health Apps to Support Dietetic Professional Practice and Their Patients: Qualitative Results From an International Survey. *JMIR Mhealth Uhealth* 2017;5:e40. <https://doi.org/10.2196/mhealth.6945>.
15. Instituto Federal do Espírito Santo. Ifes, Ufes e Sesa assinam termo de cooperação para implantação do Programa Telessaúde-ES. 2012. [https://ifes.edu.br/noticias/13450-ifes-ufes-e-sesa-assinam-termo-de-cooperacao-para-implantacao-](https://ifes.edu.br/noticias/13450-ifes-ufes-e-sesa-assinam-termo-de-cooperacao-para-implantacao-do-programa-telessaude-es)
- do-programa-telessaude-es (accessed April 9, 2026).
16. Secretaria de Estado da Saúde. Espírito Santo. Região Central Recebe Seminário Sobre Telessaúde 2014. <https://saude.es.gov.br/regiao-central-recebe-seminario-sobre-telessa> (accessed April 13, 2026).
17. Pessoa L. “Secretaria de Estado da Saúde do Espírito Santo. Espírito Santo será sede do II Workshop Internacional em Telessaúde”. 23 de setembro de 2015. <https://saude.es.gov.br/espírito-santo-sera-sede-do-ii-workshop-inter>. 2015. <https://saude.es.gov.br/espírito-santo-sera-sede-do-ii-workshop-inter> (accessed April 13, 2026).
18. da Costa Oliveira T, da Hora Sales ML, Mota FRL, Martins CMA, da Silva Neto EA. A Implantação do Programa Telessaúde na Atenção Básica da Segunda Macrorregião de Alagoas. *Ciência Da Informação Em Revista* 2016;3:43–53.
19. da Silva K de CL, Lyra TM, de Araújo MN. Análise do processo de implementação do Programa Telessaúde Brasil Redes em Pernambuco. *RECIIS* 2014;8.
20. Villa MCE, Fontes CJF, Lira OFC, Venites V. Implantação do Telessaúde Mato Grosso: da superação das dificuldades iniciais às necessidades de educação permanente dos profissionais da Atenção Primária à Saúde. *Latin American Journal of Telehealth* 2016;3.
21. Harzheim E, Detoni Filho A, Katz N, Siqueira AC da S, Correa APB, Melo LN. Panorama das teleconsultorias respondidas após implantação da plataforma de telessaúde do Ministério da Saúde no Estado do Rio Grande do Sul. *Jornal Brasileiro de Telessaúde Rio de Janeiro* 2013.
22. Castelo-Branco S, dos Santos RP, Tavares VB, de França Faro N, Torres MGM, de Castro AO, et al. Experiência e benefícios da implantação da telessaúde na Amazônia. *Latin American Journal of Telehealth* 2023;10.
23. Marcolino MS, Ribeiro AM, Assis TGP, Ribeiro ALP, Cardoso CS, Antunes AP, et al. A telessaúde como ferramenta de apoio à Atenção Primária em Saúde: a experiência da Rede de Teleassistência de Minas Gerais. *Rev Médica Minas Gerais* 2017;27:13–9.
24. World Health Organization. Global strategy on digital health 2020–2025 2025. [25] Brasil, Ministério da Saúde. Sistema de Informação da Atenção Primária à Saúde (SIAPS).

Ação Estratégica SUS Digital – Telessaúde 2026. <https://novasage.saude.gov.br/politicas-programas-projetos-estrategias-e-acoões/telessaude?tab=678a42e0ec09060001d8af0d> (accessed April 26, 2026).

26. Demaerschalk BM, Miley ML, Kiernan T-EJ, Bobrow BJ, Corday DA, Wellik KE, et al. Stroke Telemedicine. *Mayo Clinic Proceedings* 2009;84:53–64. <https://doi.org/10.4065/84.1.53>.

27. Massaud RM, Accorsi TAD, Massant CG, Silva GS, De Carvalho Leite AV, Franken M, et al. In-hospital stroke protocol outcomes before and after the implementation of neurological assessments by telemedicine: an observational case–control study. *Front Neurol* 2024;15:1303995. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1303995>.

Declaración de responsabilidad: Todos los autores participaron en el desarrollo de este artículo. El Dr. Rodrigo Varejão fue responsable de la historia de la Telesalud y de las publicaciones producidas durante el proyecto. El Dr. Marcelo Schmidt describió los resultados tecnológicos y el desarrollo histórico. El Dr. Jordano Celestrini y el Dr. Gabriel Zago fueron responsables de la descripción de la plataforma Salus y de parte de los resultados. La Dra. Ana Carolina Ramos fue responsable de la redacción del proyecto actual de Telesalud y de la revisión del manuscrito. La Dra. Mariana Rampinelli Fernandes fue responsable de la estructuración del artículo, la redacción de la introducción y la revisión final del manuscrito.

Financiación: El proyecto Telessaúde Espírito Santo está financiado por el Ministerio de Salud.

Conflicto de interés: Los autores declaran que no existen conflictos de interés relacionados con esta investigación, la autoría o la publicación de este artículo.

Cómo citar este artículo: Rampinelli M, Andreão RV, Schmidt MQ, Celestrini JR, Zago GT, Ramos ACS.. Telesalud en Espírito Santo: Una experiencia de innovación e integración tecnológica en la salud pública de Espírito Santo. *Latin Am J telehealth, Belo Horizonte*, 2025; 12(2): 181-193 ISSN: 2175-2990.

Clinical scenario model for evaluating telemedicine competencies based on entrusted professional activities (EPAs)

María Isabel Rosales Cadena

Master's degree holder. Adjunct Professor and Coordinator of the Telemedicine Clinic at the Faculty of Higher Studies Iztacala, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Mexico. E-mail: marisa.rosales.med@iztacala.unam.mx.

Verónica Daniela Durán Pérez

Master's degree holder. Adjunct Professor at the Faculty of Medicine, National Autonomous University of Mexico (UNAM), and Evaluation Coordinator of the Digital Health Department at National Institute of Geriatrics, Ministry of Health, Mexico. E-mail: vduran@facmed.unam.mx.

Jorge Martínez López

Medical specialist. Adjunct Professor and Research Coordinator of the Digital Health Department at the Faculty of Medicine, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Mexico. E-mail: jml@facmed.unam.mx.

Samantha Flores Paez

Bachelor's degree in Medicine. Professor and Coordinator of the Telemedicine Clinic at the Faculty of Medicine, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Mexico. E-mail: flores_samantha@facmed.unam.mx.

Alejandro Alayola Sanscores

Master's degree holder. Adjunct Professor and Head of the Digital Health Department at the Faculty of Medicine, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Mexico. E-mail: ale.alayola@unam.mx.

Esther Mahuina Campos Castolo

Corresponding author: Master's degree holder. Full-time Professor at the Faculty of Medicine, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Mexico. <https://orcid.org/0000-0001-8937-9544>. E-mail: info@biomedix@facmed.unam.mx.

Date of Receipt: January 20, 2026 | Approval Date: June 12, 2026

Abstract

Objective: To develop a comprehensive model for the design, implementation, and evaluation of clinical telemedicine scenarios using the Entrusted Professional Activities (EPAs) approach. **Methods:** A literature review was conducted to identify key components of telehealth competency frameworks (AAMC, PAHO) and clinical case construction models (PBL, SNAPPS, Harvard), to develop a structured educational model based on Entrusted Professional Activities (EPAs); this model was subsequently validated using a modified Delphi method involving 15 experts. Twenty-two simulation scenarios created within a university setting were analyzed to identify gaps between current practice and the proposed model. **Results:** The literature review highlighted the need for a standardized model that integrates pedagogical design, clinical content, implementation logistics, and trust-based evaluation. The proposed model is structured around 15 key components. The analysis of the scenarios revealed inconsistencies in their integration, with specific evaluation rubrics present in only 59% of cases and an underrepresentation of the follow-up EPA (14%), validating the need for the proposed model. **Conclusions:** The implementation of a standardized model, grounded in educational evidence, will facilitate quality and consistency in the assessment of telemedicine competencies. The proposed model offers an evidence-based and adaptable framework that can be used by educational institutions to develop learning scenarios useful for the training of health professionals.

Key-words: Telemedicine; Professional Competence; Clinical Competence

Modelo de escenarios clínicos para evaluar competencias en telemedicina basado en actividades profesionales a confiar (APCs)

Objetivo: Desarrollar un modelo integral para el diseño, implementación y evaluación de escenarios clínicos de telemedicina con el enfoque de Actividades Profesionales a Confiar (APCs). **Métodos:** Se realizó una revisión de la literatura para identificar los componentes clave de los marcos de competencias en telesalud (AAMC, OPS) y los modelos de construcción de casos clínicos (ABP, SNAPPS, Harvard), para desarrollar un modelo educativo estructurado de Actividades Profesionales a Confiar (APCs), que se validó con método Delphi modificado con 15 expertos. Se analizaron 22 escenarios de simulación creados en un contexto universitario para identificar brechas entre la práctica actual y el modelo propuesto. **Resultados:** La revisión de la literatura evidenció la necesidad de un modelo estandarizado que integre diseño pedagógico, contenido clínico, logística de implementación y evaluación basada en confiabilidad. El modelo propuesto se estructura en 15 componentes clave. El análisis de los escenarios reveló inconsistencias en su integración, con rúbricas de evaluación específicas presentes en 59% de los casos y una subrepresentación de la APC de seguimiento (14%), validando la necesidad del modelo. **Conclusiones:** La implementación de un modelo estandarizado, fundamentado en la evidencia educativa facilitará la calidad y consistencia en la evaluación de competencias en telemedicina. El modelo propuesto ofrece un marco fundamentado y adaptable que puede ser utilizado en instituciones educativas para el desarrollo de escenarios de aprendizaje útiles para la formación de profesionales de la salud.

Palabras clave: Telemedicina; Competencia Profesional; Competencia Clínica.

Modelo de cenário clínico para avaliação de competências em telemedicina baseado em Atividades Profissionais Confiáveis (EPAs)

Objetivo: Desenvolver um modelo abrangente para o desenho, implementação e avaliação de cenários clínicos de telemedicina utilizando a abordagem das Atividades Profissionais Confiáveis (Entrustable Professional Activities – EPAs). **Métodos:** Foi realizada uma revisão da literatura para identificar os principais componentes dos referenciais de competências em telessaúde (AAMC, OPAS) e dos modelos de construção de casos clínicos (PBL, SNAPPS, Harvard), com o objetivo de desenvolver um modelo educacional estruturado baseado em Atividades Profissionais Confiáveis (EPAs). Esse modelo foi posteriormente validado por meio de um método Delphi modificado envolvendo 15 especialistas. Vinte e dois cenários de simulação criados em um ambiente universitário foram analisados para identificar lacunas entre a prática atual e o modelo proposto. **Resultados:** A revisão da literatura destacou a necessidade de um modelo padronizado que integrasse desenho pedagógico, conteúdo clínico, logística de implementação e avaliação baseada na confiança. O modelo proposto foi estruturado em torno de 15 componentes-chave. A análise dos cenários revelou inconsistências em sua integração, com rubricas específicas de avaliação presentes em apenas 59% dos casos e sub-representação da EPA de acompanhamento (14%), validando a necessidade do modelo proposto. **Conclusões:** A implementação de um modelo padronizado, fundamentado em evidências educacionais, facilitará a qualidade e a consistência da avaliação das competências em telemedicina. O modelo proposto oferece uma estrutura baseada em evidências e adaptável, que pode ser utilizada por instituições educacionais para desenvolver cenários de aprendizagem úteis na formação de profissionais da saúde.

Palabras-chave: Telemedicina; Competência Profissional; Competência Clínica.

INTRODUCTION

The COVID-19 pandemic enabled patients, healthcare professionals, and health managers to experience the benefits of telemedicine for healthcare services^{1,2}. This situation facilitated the global adoption of telemedicine within health systems and exposed a gap in the training of healthcare professionals: the absence of specific competencies required for effective and safe technology-mediated clinical practice³. Medical education programs, traditionally centered on in-person interaction, faced the challenge of integrating a new set of skills, ranging from the mastery of digital platforms to the adaptation of communication and clinical semiology to the virtual environment⁴.

The framework of Entrusted Professional Activities (EPAs)—described by Ten Cate in 2005—translates abstract medical competencies into observable and measurable professional tasks, enabling educators to make informed decisions regarding the level of supervision a student requires, while fostering growing self-confidence in the student during the development of these

competencies^{5,6}. In this context, the EPA approach is particularly pertinent to telemedicine, where competencies such as assessing the appropriateness of a virtual consultation, communicating empathetically through a screen, or guiding a remote physical examination must be systematically developed and evaluated⁷.

However, despite the recognition of their importance, few standardized educational models exist for the design and evaluation of telemedicine simulation scenarios based on EPAs⁸. The literature on clinical case construction offers robust models, such as Barrows' Problem-Based Learning (PBL), the SNAPPS model for case presentation, or the Harvard framework^{9,10} yet their direct application to telemedicine has not been systematized. Although telehealth competency frameworks have been proposed by organizations such as the Association of American Medical Colleges (AAMC) and the Pan American Health Organization (PAHO)^{4,11}, a methodological bridge is lacking to connect these competencies with practical, standardized assessment scenarios. This lack of standardization leads to significant variability in the quality and effectiveness of

simulation experiences, compromising the reliability of assessments and the preparedness of future physicians. In 2024, the Digital Health Studies Group (GESaDi) at the UNAM School of Medicine developed and validated a competency framework for remote healthcare using a modified Delphi method involving 15 international experts in

digital health, medical education, and telemedicine. This framework is grounded in the Entrusted Professional Activities (EPAs) approach and integrates eight EPAs focused on the clinical method and the process of delivering remote healthcare. Table 1.

Table 1. Medical Competency Framework Based on Entrusted Professional Activities (EPAs) for Remote Medical Care. Campos Castolo et al., 2024. Based on the Entrusted Professional Activities (EPA) model by Ten Cate, 2005.

- EPA 1: Identify the feasibility of teleconsultation.
- EPA 2: Conduct the patient's medical history via teleconsultation.
- EPA 3: Direct physical examination (assisted or autonomous) in telemedicine.
- EPA 4: Integrate the clinical diagnosis.
- EPA 5: Prescribe the initial treatment.
- EPA 6: Conduct a teleconsultation.
- EPA 7: Recommend remote promotion and prevention actions, and
- EPA 8: Conduct remote monitoring.

Source: Prepared by the author, 2026.

EPAs represent two “clinical moments” that reflect the temporal flow of care in telemedicine: the first moment is the initial clinical encounter (EPA1 through EPA5, and EPA7), which typically involves synchronous interaction; and the second moment encompasses management actions and continuity of care (EPA6 and EPA8), which may involve synchronous, asynchronous, or deferred interactions.

Each EPA assesses specific competencies designed to observe and measure progress in competency acquisition within a real-world context¹². This article proposes a comprehensive model for the design, implementation, and evaluation of clinical telemedicine scenarios based on the framework of EPA competencies validated by UNAM. The model is developed through a synthesis of existing literature on medical education, competency frameworks, and

simulation models. Subsequently, its feasibility is contextualized and validated through an analysis of 22 simulation scenarios developed within a medical education program in Mexico, demonstrating how the proposed model can help standardize and enhance educational scenarios focused on the practical instruction of telemedicine.

METHODOLOGY

This study encompassed the development and validation process of the Entrusted Professional Activities (EPAs) model of the project PAPIME PE203232, the evaluation of its applicability across two main phases of the project PAPIME PE207224, and the creation of the “TeleEPAs” (TeleAPCs) Model. These projects were supported by the Program for Support of Projects for Innovation and Improvement of Teaching, administered by the General Directorate of Academic Personnel Affairs at UNAM.

Phase 1: Development of the Clinical Scenario Model for Evaluating EPA in Teleconsultation, Based on the Literature

This document proposes a prototype clinical scenario model for assessing Entrusted Professional Activities (EPAs) in teleconsultation. To ensure that the model is grounded in solid theoretical foundations and is practical and adaptable to various institutional contexts, a narrative literature review was conducted. The review focused on the PubMed, SciELO, and Google Scholar databases to identify relevant theoretical frameworks and models in three key areas: 1) telemedicine competency frameworks, 2) models for developing clinical cases and simulation scenarios, 3) the Remote Medical Care Model proposed by the General Directorate for the Modernization of the Health Sector (DGMoSS) of the Secretariat of Health in Mexico (formerly CENETEC), and 4) competency assessment frameworks that include the use of EPAs and rubrics.

The synthesis of this review was used to develop a didactic clinical scenario model for EPA-based teleconsultation. The components of the model were derived from integrating identified best practices, aiming to create a coherent structure spanning from pedagogical design to evaluation and feedback.

Phase 2: Case Study for Contextualization and Validation

To evaluate the relevance and applicability of the proposed model, a descriptive, cross-sectional case study was conducted, analyzing a convenience sample of 22 telemedicine simulation scenarios developed by instructors from the School

of Medicine and FES Iztacala (UNAM) during the 2023–2024 period.

An analysis matrix was created to systematically gather information from each scenario, focusing on structural components, assessed EPAs, and the inclusion of evaluation elements such as rubrics and debriefing protocols. A descriptive statistical analysis (frequencies and percentages) was conducted to characterize current practice. The findings were compared with the components of the theoretical model developed in Phase 1. This analysis enabled the identification of gaps between local practice and the proposed standards, confirming the need for and usefulness of the model.

The study used exclusively simulated educational material and did not involve data from real patients. Therefore, it did not require approval from an ethics committee.

Content validation was conducted using a modified Delphi method, incorporating a panel of experts in telemedicine and medical education. The process included several rounds of standardized online questionnaires, virtual focus group sessions, and follow-up and query resolution via instant messaging (Telegram).

RESULTS

Part 1: “TeleAPCs” (TeleEPAs): The Proposed Model of Clinical Scenarios for EPAs in Telemedicine

Based on a synthesis of the literature, a comprehensive model was developed for the clinical telemedicine scenarios. Each clinical scenario is grounded in a matrix of the 15 elements that constitute an Entrusted Professional Activity (EPA), which are detailed in Table 2.

Table 2. Elements Constituting an Entrusted Professional Activity (EPA). Modified from Ten Cate (2005).

Element Name	Description
Title	A brief and concise summary of the activity, descriptive enough to provide a general idea of the activity, but concise enough to be easily remembered and referenced.
Description	A clear and detailed explanation of the activity or task that the student or apprentice is expected to be able to perform at the end of a specific training period.
Time of Achievement	Estimated time of achievement in the educational intervention field.

Specifications	Specific actions required to perform the EPA. Details regarding the specific methods or techniques to be used, the quality standards to be met, or any additional details relevant to the achievement of the EPA.
Requirements	The theoretical knowledge students need to possess to carry out the activity, the practical skills they need to demonstrate, and the attitudes or behaviors expected of their performance. • <i>Knowledge</i> may include concepts, theories, or specific information that students need to understand. • <i>Skills</i> may include technical skills, communication skills, problem-solving skills, etc. • <i>Attitudes</i> may include professional and ethical behaviors, as well as respect toward patients and colleagues.
Limitations	Restrictions, barriers, or circumstances that would impede or limit the assessment of student performance, such as patient characteristics, resource availability, or institutional regulations.
Reliability Level	Parameters for evaluating student performance and identifying the degree of supervision required to carry out the EPA.
Points to Evaluate	Evidence demonstrating the level of performance, directly related to the knowledge, skills, and attitudes of the EPA.
Feedback	Elements that the evaluator will consider to provide feedback to students regarding their performance and to help them improve their work.
Situations Requiring Immediate Intervention	A circumstance or event requiring immediate action by the supervisor, including the suspension of the assessment. These may include medical emergencies, technical issues, or any other event that disrupts the normal conduct of the EPA.
Resources	Bibliography and a learning and study ecosystem that facilitates feedback and study.
Related Technologies*	The use of digital tools (e.g., chatbots, gadgets) during remote medical care.
Link to Plan 2010*	Relationship between EPAs and the Competencies of the Physician-Surgeon under the 2010 Curriculum of the UNAM School of Medicine (2026).

Source: Prepared by the author, 2026.

The Clinical Scenario Model for the Assessment of Telemedicine Competencies Based on Entrusted Professional Activities, which we have abbreviated as “TeleAPCs”, is organized into five sections

covering the complete cycle, from pedagogical design to feedback, ensuring that each scenario serves as a consistent learning and assessment tool; these sections are presented in Table 3.

Table 3. Clinical Scenario Model for the Assessment of Telemedicine Competencies Based on Entrustable Professional Activities— “TeleAPCs.” The model is organized into five sections that encompass the complete cycle of designing, implementing, and evaluating clinical scenarios in telemedicine

SECTION	Nº	COMPONENT	DESCRIPCIÓN
I. FOUNDATIONS AND PEDAGOGICAL	1	Needs Analysis: Link to the 2010 Plan	Identification of training gaps and priority competencies to be developed within the specific institutional context. Alignment with the graduation competencies of the UNAM 2010 Plan for Surgeon-Physicians.

DESIGN	2	Learning Objectives	Formulation of measurable educational goals aligned with the graduate profile and expected competencies.
	3	EPAs to be evaluated	Selection of the specific EPAs to be evaluated in the scenario.
II. CLINICAL CONTENT AND CONTEXT	4	Complete Medical History	Case construction, including background, present illness, review of systems, and relevant data.
	5	Patient Characterization	Definition of the demographic, psychosocial, and clinical profile of the standardized or simulated patient.
	6	Teleconsultation Context	Specification of the environment, modality (synchronous/asynchronous), technological platform, clinical processes (DGMoSS Remote Medical Care Model), and circumstances of the encounter.
III. IMPLEMENTATION AND LOGISTICS GUIDE	7	Description of the scene	Physical environment, equipment layout, participant roles, and initial conditions of the scenario.
	8	Material Resources	List of technological equipment, medical supplies, documents, and materials necessary for the simulation.
	9	Human Resources	Identification of facilitators, standardized patients, observers, and required support staff.
	10	Temporal Evolution	Sequence of events, estimated times per phase, and possible ramifications of the evaluated individual's decisions.
IV. EVALUATION FRAMEWORK	11	Key Points to Evaluate	Observable behaviors, critical decisions, and specific skills that determine performance.
	12	Reliability Levels	A supervision scale that determines the degree of autonomy that may be granted to the evaluated individual, based on their performance.
	13	Evaluation Rubric	An instrument with explicit criteria, competency dimensions, and performance descriptors by level.
V. FEEDBACK PROCESS	14	Debriefing Structure	A guide for post-activity reflection, including phases, generative questions, and facilitation techniques.
	15	Resources for Improvement	Supplementary materials, recommended readings, and opportunities for additional practice.

Source: Prepared by the author, 2026.

Section 1: Foundations and Pedagogical Design. This section begins with a needs analysis justifying the creation of the scenario, followed by the definition of 3 to 5 clear and measurable learning objectives. The clinical situations to be developed and their didactic components are identified; finally, the Entrusted Professional Activities (EPAs) that will serve as the focus of the assessment are specified. These EPAs are selected from the framework of eight telemedicine-

specific competencies proposed by the GESaDi group at the UNAM School of Medicine: teleconsultation feasibility, remote medical history taking, remote physical examination, remote diagnosis, remote initial treatment, tele-interconsultation, remote prevention and health promotion, and remote follow-up.

Section 2: Clinical Content and Context. The scenario narrative is detailed to ensure its realism. It includes a medical history, comprising background information and a digital literacy

profile, a description of the current condition and its semiology, and a script for the standardized patient that provides guidance for their performance in terms of verbal, non-verbal, and behavioral cues. Scenarios may be classified according to the clinical phases and the level of complexity intended for assessment:

- Moment 1, the Initial Clinical Encounter - It represents the competencies necessary to resolve a health problem in a single synchronous encounter, as defined in EPAs 1 through 5: teleconsultation feasibility, and once the interaction has been established, medical history taking, physical examination, diagnosis, and remote treatment.
- Moment 2, Management and Continuity of Care - It outlines the competencies for longitudinal management and care coordination. These activities may take place days or weeks later, often asynchronously (via messaging, review of diagnostic studies, or coordination with other professionals) and, depending on the nature of the presenting complaint, may not be strictly indispensable. These competencies correspond to EPAs 6 through 8: tele-interconsultation, remote health prevention and promotion, and remote follow-up.

This classification is useful for designing progressive simulation scenarios, assessing competencies across different temporal contexts, and structuring telemedicine curricula by complexity.

Section 3: Implementation and Logistics Guide – It covers the operational aspects of the educational activity. This section details the description of the scenario and environment (for both the student and the patient), the necessary resources and materials (human, technological, and documentary), and the progression of the scenario through different phases: initiation, development (incorporating planned challenges), conclusion, and feedback.

Section 4: Evaluation Framework - This section defines the key points to be evaluated (observable performance indicators) following the EPA methodology, utilizing a four-level entrustment scale to determine the degree of supervision required by the student. The expected level for medical students is Level 2, at which they can perform the activity under active supervision. The evaluation is formalized through a detailed analytical rubric. Table 4 shows an example of a rubric for EPA 3: Remote Physical Examination.

Table 4. Rubric for EPA 3, Sample Case: Guiding a patient through a physical examination or the use of devices. The various assessment dimensions and the levels of reliability that students can achieve are displayed.

Competency Dimension	Level 1: Requires Direct Supervision	Level 2: Requires Reactive Supervision	Level 3: Acts Independently	Level 4: Capable of Supervising Others
Communication and Guidance	Confusing or technical instructions. They do not verify understanding or correct execution.	Clear instructions, but they do not adapt them to the patient. They verify execution inconsistently.	They use simple and precise language. They ask the patient to demonstrate what they do to confirm correct execution.	They are exceptionally skilled at guiding even patients with low digital literacy. They can create support materials.
Selection of Maneuvers	They request maneuvers that are irrelevant or unsafe to perform remotely.	They select generally appropriate maneuvers, but may omit an important one or hesitate if it is inconclusive.	They select a set of pertinent and safe maneuvers based on the medical history and differential diagnosis.	They justify the selection of each maneuver based on its diagnostic value in the context of telemedicine. They know and teach alternative maneuvers.

Interpretation and Limitations	They interpret the findings as if they were from an in-person examination, without considering the limitations of the method.	They interpret the findings correctly, but do not explicitly verbalize the limitations or document this uncertainty.	They interpret the findings with caution, communicate the limitations of the remote examination to the patient, and document this uncertainty in the medical note.	They use their understanding of limitations to guide decision-making, such as deciding whether an in-person evaluation is necessary.
---------------------------------------	---	--	--	--

Source: Prepared by the author, 2026.

Section 5: Feedback Process (Debriefing) - The final section is dedicated to reflective learning. It proposes a feedback structure based on models such as "Feedback with Good Judgment," along with various resources for study and improvement tailored to the individual student. This feedback model was published in 2006 by Jenny Rudolph at the Center for Medical Simulation at Harvard. The instructor, in addition to evaluating performance, assists the student in understanding the "mental frame" that guided their actions, as feedback consists not merely of correcting the action, but of understanding and, if necessary, modifying the mental frame that produced it¹³.

Part 2: Analysis of Existing Scenarios (Case Study)

To contextualize the model and assess its relevance, 22 clinical simulation scenarios in telemedicine were analyzed using the Clinical Scenario Model for the Assessment of Telemedicine Competencies Based on Entrusted Professional Activities, which we propose in this work (Table 3). This analysis revealed significant heterogeneity among the previously developed scenarios, validating the need for a standardized framework.

Coverage of EPAs.

Uneven coverage of the eight fundamental EPAs was observed. EPA 1 (Identifying the feasibility of teleconsultation) was the most frequently evaluated, appearing in 82% of the scenarios (n=18); EPA 2 (Medical history taking via teleconsultation) was present in 73% (n=16); and EPA 3 (Remote physical examination) in 77% (n=17), reflecting a strong focus on skills related to teletriage, patient interviewing, and physical examination. EPA 4 (Clinical diagnosis) and EPA 5 (Initial treatment) were included in only 55% (n=12) and 64% (n=14) of the scenarios, respectively.

EPA 6 (Tele-interconsultation) was addressed in only 3 scenarios (14%). No scenario included or evaluated EPA 7 (Remote health promotion and prevention) or EPA 8 (Follow-up).

Evaluation Components.

The analysis of the structural components of the scenarios revealed a significant inconsistency in the evaluation elements. While the narrative components of the clinical case, including the patient identification sheet (95%) and medical history (90%), were well-developed, the elements necessary for a robust evaluation were lacking. Only 68% of the scenarios (n=15) included explicit evaluation criteria, and only 59% (n=13) featured rubrics specific to each Entrustable Professional Activity (EPA). Furthermore, only 45% (n=10) of the scenarios included a structured feedback protocol. This lack of standardization in evaluation directly undermines the reliability of entrustment decisions and the ability to provide effective feedback to students.

Modification of a Clinical Scenario Using the Proposed Model: Before and After

The selected scenario has a solid clinical foundation, encompassing actions related to EPAs 1, 2, 3, 4, and 5, and requires the use of remote physical examination equipment. However, its original assessment structure is narrative and incomplete, demonstrating the added value of the EPA-based Clinical Scenario Model.

Scenario 1: "Gabriel PS" (fictitious name), 24 years old, presenting with left-sided otalgia following a swimming session.

• Compliance with Technical Criteria:

- Representativeness: This is an unscheduled, synchronous teleconsultation, a key modality in digital primary care. It was selected because it represents a common pathology in primary care settings and because it presents a

critical decision point regarding remote physical examination.

- Presence of Milestones (EPA 3): The explicit objective is “to instruct the patient to perform a remote physical examination of the ear,” which constitutes the critical decision point for granting professional entrustment and allows for the differentiation of performance across levels of reliability: Level 1 (Requires direct supervision), Level 2 (Requires reactive supervision, the expected level of performance), or Level 3 (Acts independently).

- Sufficiency of Data: The document already provides the patient identification sheet and detailed semiology, but leaves the physical examination and assessment section without a clear definition.

- Analysis of the original scenario: It was limited to describing thematic objectives and general learning outcomes. It did not specify how the healthcare professional should guide the patient through assisted examination or self-examination. The assessment guide did not detail specific criteria for analysis.

- APPLICATION OF THE REMOTE CLINICAL SCENARIO MODEL (15 COMPONENTS).

I. Foundations and Pedagogical Design

- Needs Analysis: This module addresses otitis externa, a highly prevalent condition in primary care that presents a critical challenge in telemedicine: the need to guide a physical examination of a difficult-to-visualize area (the ear canal) without being physically present.

- Learning Objectives: To facilitate clinical reasoning and decision-making for diagnosing and treating diffuse otitis externa through the effective use of teleconsultation technologies.

- EPAs to be Evaluated: Primarily EPA 3 (Guiding assisted or autonomous physical examination) and, secondarily, EPA 1 (Assessing the feasibility of a teleconsultation).

II. Content and Clinical Context

Knowledge Requirements: Students must master the semiology and physical examination of the external and middle ear, remote examination techniques, the use of devices for this purpose, and how to correlate visual findings with the chief complaint (otalgia).

- Complete Medical History: Gabriel PS, 24 years old, Civil Engineer. Chief Complaint: Moderate left-sided otalgia (6/10) and pain upon chewing

following a swimming session. The evaluating instructor will place particular emphasis on the accuracy of the findings recorded in the Electronic Health Record (EHR), the appropriate interpretation of observations made via camera, and the selection of the strategy used to guide the patient in performing the auricular traction maneuver.

- Patient Profile: A young, cooperative patient with sufficient digital literacy (familiar with the functionality of video calls and electronic devices), thereby enabling a guided, autonomous physical examination.

- Teleconsultation Context: Unscheduled synchronous modality, conducted following a successful tele-triage process. Complies with the remote healthcare guidelines established by DCENETEC.

III. Implementation and Logistics Guide

- Scene Description: The physician is situated at a teleconsultation station with access to the Electronic Health Record (EHR); the patient is at home, in a well-lit environment, using a smartphone as a camera.

- Resources: A device equipped with a camera and microphone, a stable internet connection, a video-calling platform, and a specialized gadget (digital otoscope or high-resolution camera) for assessing the ear canal.

- Material Resources: A standardized patient (Gabriel PS), the student being evaluated, and a faculty facilitator/observer.

- Timeline: Total duration of 30 minutes: 5 minutes for consent and feasibility assessment, 10 minutes for history-taking, 10 minutes for a focused physical examination, and 5 minutes for diagnosis and closure.

IV. Evaluation Framework

- Key Points for Evaluation:

- Verification of the patient's digital literacy.

- Clear instructions for performing the auricular traction maneuver and visualizing erythema.

- Use of simple language and maintenance of empathy despite the physical distance.

- Immediate Intervention: If the student incorrectly explains the maneuver for examining the ear canal, since, in addition to the risk associated with inserting objects, this may cause pain to the patient, the procedure must be halted immediately if the instruction is inadequate.

- Reliability Levels:

- Level 1: Requires the instructor to verbally provide instructions to the patient.
- Level 2: The student acts autonomously but requires the instructor to intervene intermittently to react if the student makes an error or shows hesitation (reactive supervision).
- Level 3: The student guides the ear examination autonomously and receives feedback only at the end.

● **Evaluation Rubric:** An example of a multidimensional instrument for assessing student performance is included (Table 4).

V. Feedback Process

- **Feedback Structure:**
 - **Initial Phase:** Highlight successes in establishing the digital therapeutic alliance.
 - **Intermediate Phase:** Analyze areas for improvement in remote instruction techniques for clinical visualization.
 - **Final Phase:** Suggest strategies for the accurate recording of findings in the electronic health record.

● **Resources for Improvement:** Consult the Manual of Entrusted Professional Activities in Telemedicine (created for the PAPIME PE207224 project) and the Clinical Practice Guidelines on External Ear Pathologies (created by CENETEC, Secretariat of Health, Mexico).

● **Skill Requirements:** Ability to distinguish between normal and abnormal findings in a video image (detecting erythema or stenosis of the ear canal), guide the patient step-by-step through a self-examination, and identify alternatives if the initial view is inadequate.

Attitudinal Requirements: Demonstrate patience when providing instructions, respect for patient privacy, empathy regarding young Gabriel's pain, and acknowledgment of the technical limitations of the video call.

Study Resources: Based on the Telemedicine Manual developed for the project, as well as clinical practice guidelines regarding external ear pathologies.

Link to Plan 2010: This scenario specifically strengthens Competency 5 (Clinical skills in diagnosis, prognosis, treatment, and rehabilitation) within the digital health environment.

The fundamental shift achieved with the “TeleAPCs” Model is that the scenario transforms from being merely a “chat with a patient” into a measurable unit of professional practice, in which students' accuracy and communication skills in

guiding the patient through the use of technology are evaluated.

DISCUSSION

The findings from the case study reveal a significant gap between the best practices outlined in the literature, as reflected in the proposed model, and the actual implementation of simulation scenarios. The inconsistency in design and, more importantly, in evaluation highlights the urgent need to adopt a standardized model like the one proposed to ensure high-quality telemedicine training.

This study analyzes the lack of a standardized approach to the development and assessment of telemedicine competencies as a current educational need in medical education. The findings suggest that the pedagogical practices described in the literature have not been integrated into the actual implementation of simulation scenarios. The proposed comprehensive model, grounded in a synthesis of educational evidence, seeks to serve as a bridge to close this gap.

The results of the case study are revealing. While it is understandable that the predominant EPAs are those associated with the initial clinical encounter, the underrepresentation of EPAs related to the management and continuity of care, such as EPA 6 (tele-interconsultation), present in only 14% of scenarios, is concerning. Particularly troubling is the absence of elements from EPA 7 (health promotion and prevention) and EPA 8 (follow-up) in the analyzed cases, given that the management of chronic diseases is one of the most significant and rapidly growing applications of telemedicine^{3,9}. This suggests that current training may be inadequately preparing students for the realities of remote clinical practice^{13,14}. Similarly, the inconsistency in assessment components, with fewer than 60% of scenarios including specific rubrics, undermines the reliability of competency assessment and entrustment decision-making, a cornerstone of the EPA model.^{15,16}

This model of clinical scenarios for telemedicine offers a response to identified deficiencies, and the 15 proposed components are perceived as appropriate for assessing competencies in remote healthcare. By clearly distinguishing between the “base clinical case” and the “simulation scenario design,” the model provides educators with a logical structure to ensure that all critical elements, from learning objectives to debriefing, are present and aligned. The adoption of a standardized framework such as this carries various practical implications:

it facilitates faculty training, promotes consistency in assessment across different courses and rotations, and enables the creation of repositories of high-quality scenarios that can be shared and adapted among institutions¹⁷.

This study has several limitations that should be acknowledged. First, the literature review was narrative rather than a comprehensive systematic review, though it focused on widely accepted theoretical frameworks. Also, the case study was limited to scenarios within a specific institutional context, which may affect the generalizability of the quantitative findings, although the identified gaps are consistent with concerns expressed in the international literature. Finally, the proposed model is theoretical and requires prospective validation to assess its impact on learning outcomes and its feasibility in resource-constrained settings.

CONCLUSION

The effective integration of telemedicine into clinical practice requires a corresponding adaptation in medical education. Training in telemedicine must transcend the use of technology to focus on the development of competencies for a new modality of care. This study demonstrates that, while valuable local efforts exist to create telemedicine learning experiences, they often lack the standardization necessary to ensure homogeneous training and reliable assessment.

The clinical scenario model for telemedicine presented in this article offers a structured, evidence-based solution, validated through an analysis of current practice. By providing a clear and comprehensive framework, this model can guide medical education institutions in developing high-quality simulation scenarios. This approach promotes a more objective assessment of telemedicine competencies and prepares healthcare professionals to meet the challenges of healthcare in the digital age. The next step is to implement and prospectively validate this model across diverse educational settings.

REFERENCES

1.Wosik J, Fudim M, Cameron B, et al. Telehealth transformation: COVID-19 and the rise of virtual care. *J Am Med Inform Assoc.* 2020;27(6):957-962. DOI:10.1093/jamia/ocaa067. Disponible en: <https://academic.oup.com/jamia/article/27/6/957/5822868>

2.Reed ME, Huang J, Graetz I, et al. Patient characteristics associated with choosing a telemedicine visit vs office visit with the same primary care clinicians. *JAMA Netw Open.* 2020;3(6):e205873.

DOI:10.1001/jamanetworkopen.2020.5873.

Disponible en: <https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2767244>

3.Waseh S, Dicker AP. Telemedicine training in undergraduate medical education: mixed-methods review. *JMIR Med Educ.* 2019;5(1):e12515.

DOI:10.2196/12515. Disponible en:

<https://mededu.jmir.org/2019/1/e12515/>

4.Association of American Medical Colleges. Telehealth competencies across the learning continuum. Washington, DC: AAMC; 2021.

Disponible en: <https://store.aamc.org/telehealth-competencies-across-the-learning-continuum.html>

5.Ten Cate O. Entrustability of professional activities and competency-based training. *Med Educ.* 2005;39(12):1176-1177.

DOI:10.1111/j.1365-2929.2005.02341.x

Disponible en:

<https://asmepublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2929.2005.02341.x>

6.Ten Cate O, Hart D, Ankel F, et al. Entrustment decision making in clinical training. *Acad Med.* 2016;91(2):191-198.

doi:10.1097/ACM.0000000000001044. Disponible en:

https://journals.lww.com/academicmedicine/abstract/2016/02000/entrustment_decision_making_in_clinical_training.19.aspx

7.Hart A, Romney D, Sarin R, et al. Developing telemedicine curriculum competencies for graduate medical education: outcomes of a modified Delphi process. *Acad Med.* 2022;97(4):534-541.

Disponible en:

https://journals.lww.com/academicmedicine/fulltext/2016/02000/entrustment_decision_making_in_clinical_training.19.aspx

8.Hilty DM, Maheu MM, Drude KP, Hertlein KM. The need to implement and evaluate telehealth competency frameworks to ensure quality care across behavioral health professions. *Acad Psychiatry.* 2018;42(6):818-824.

doi: 10.1007/s40596-018-0992-5. Disponible en:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s40596-018-0992-5>

9. Thistlethwaite JE, Davies D, Ekeocha S, et al. The effectiveness of case-based learning in health professional education. A BEME systematic review: BEME Guide No. 23. *Med Teach*. 2012;34(6):e421-444. doi: 10.3109/0142159X.2012.680939. Disponible en: https://www.tandfonline.com/doi/10.3109/0142159X.2012.680939?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%200pubmed

10. Wolpaw T, Wolpaw D, Papp K. SNAPPS: a learner-centered model for outpatient education. *Acad Med*. 2003;78(9):893-8. DOI:10.1097/00001888-200309000-00010. Disponible en: https://journals.lww.com/academicmedicine/abstract/2003/09000/snapps__a_learner_centered_model_for_outpatient.10.aspx

11. Organización Panamericana de la Salud. Marco de competencias en telesalud para equipos de atención primaria. Washington, D.C.: OPS; 2023. Disponible en: <https://www.paho.org/es/sistemas-informacion-salud-digital/programa-telesalud>

12. Campos Castolo EM, Rosales Cadenas MI, Durán Pérez VD, Hernández López MD, Alayola Sansores A. Competencias relacionadas con la atención médica a distancia: enfoque de Actividades Profesionales a Confiar. *AMU [Internet]*. 24 de mayo de 2024 [citado 30 de diciembre de 2025];3(01):29-37. Disponible en: <https://www.revistas.unach.mx/index.php/revanale/s/article/view/109>

13. Rudolph JW, Simon R, Dufresne RL, Raemer DB. There's no such thing as "nonjudgmental" debriefing: a theory and method for debriefing with good judgment. *Simul Healthc*. 2006;1(1):49-55. doi:10.1097/01266021-200600110-00006. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19088574/>

14. Dorsey ER, Topol EJ. State of telehealth. *N Engl J Med*. 2016;375(2):154-161. doi:10.1056/NEJMr1601705. https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMr1601705?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%200pubmed

15. Rekman J, Gofton W, Dudek N, Gofton T, Hamstra SJ. Entrustability scales: outlining their

usefulness for competency-based clinical assessment. *Acad Med*. 2016;91(2):186-190. doi: 10.1097/ACM.0000000000001045. Disponible en: https://journals.lww.com/academicmedicine/abstract/2016/02000/entrustability_scales__outlining_their_usefulness.18.aspx

16. Downing SM. Validity: on meaningful interpretation of assessment data. *Med Educ*. 2003;37(9):830-837. DOI:10.1046/j.1365-2923.2003.01594.x Disponible en: <https://asmepublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.13652923.2003.01594.x?sid=nlm%3Apubmed>

17. Shorey S, Lau TC, Lau ST, Ang E. Entrustable professional activities in healthcare education: a scoping review. *Med Educ*. 2019;53(8):766-777. doi:10.1111/medu.13879. Epub 2019 Apr 4. Disponible en: <https://asmepublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/medu.13879>

Statement of responsibility: All authors declare that they participated in the development and preparation of this work.

Funding: This article is part of Project PAPIME PE207224 and was supported by the Program for the Support of Projects for Innovation and Improvement in Teaching (PAPIME) of the General Directorate for Academic Personnel Affairs (DGAPA) at the National Autonomous University of Mexico (UNAM).

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

How to cite this article: Castolo EMC, Cadena MIR, Pérez VDD, López JM, Paez SF, Sansores AA. Clinical scenario model for evaluating telemedicine competencies based on entrusted professional activities (EPAs). *Latin Am J telehealth, Belo Horizonte*, 2025; 12(2): 194-205 ISSN: 2175-2990.

Modelo de escenarios clínicos para evaluar competencias en telemedicina basado en actividades profesionales a confiar (APCs)

María Isabel Rosales Cadena	Magíster. Profesora de asignatura y Coordinadora de la Clínica de Telemedicina en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México. Correo electrónico: marisa.rosales.med@iztacala.unam.mx.
Verónica Daniela Durán Pérez	Magíster. Profesora de asignatura en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Coordinadora de Evaluación del Departamento de Salud Digital del Instituto Nacional de Geriátría, Secretaría de Salud, México. Correo electrónico: vduran@facmed.unam.mx.
Jorge Martínez López	Médico especialista. Profesor de asignatura y Coordinador de Investigación del Departamento de Salud Digital en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México. Correo electrónico: jml@facmed.unam.mx.
Samantha Flores Paez	Licenciada en Medicina. Profesora y Coordinadora de la Clínica de Telemedicina en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México. Correo electrónico: flores_samantha@facmed.unam.mx.
Alejandro Alayola Sanscores	Magíster. Profesor de asignatura y Jefe del Departamento de Salud Digital en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México. Correo electrónico: ale.alayola@unam.mx.
Esther Mahuina Campos Castolo	<u>Autor de correspondencia:</u> Magíster. Profesora de tiempo completo en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México. https://orcid.org/0000-0001-8937-9544 . Correo electrónico: infobiomedix@facmed.unam.mx.

Fecha de recepción: 20 de enero de 2026 | Fecha de aprobación: 12 de junio de 2026

Resumen

Objetivo: Desarrollar un modelo integral para el diseño, implementación y evaluación de escenarios clínicos de telemedicina con el enfoque de Actividades Profesionales a Confiar (APCs). **Métodos:** Se realizó una revisión de la literatura para identificar los componentes clave de los marcos de competencias en telesalud (AAMC, OPS) y los modelos de construcción de casos clínicos (ABP, SNAPPS, Harvard), para desarrollar un modelo educativo estructurado de Actividades Profesionales a Confiar (APCs), que se validó con método Delphi modificado con 15 expertos. Se analizaron 22 escenarios de simulación creados en un contexto universitario para identificar brechas entre la práctica actual y el modelo propuesto. **Resultados:** La revisión de la literatura evidenció la necesidad de un modelo estandarizado que integre diseño pedagógico, contenido clínico, logística de implementación y evaluación basada en confiabilidad. El modelo propuesto se estructura en 15 componentes clave. El análisis de los escenarios reveló inconsistencias en su integración, con rúbricas de evaluación específicas presentes en 59% de los casos y una subrepresentación de la APC de seguimiento (14%), validando la necesidad del modelo. **Conclusiones:** La implementación de un modelo estandarizado, fundamentado en la evidencia educativa facilitará la calidad y consistencia en la evaluación de competencias en telemedicina. El modelo propuesto ofrece un marco fundamentado y adaptable que puede ser utilizado en instituciones educativas para el desarrollo de escenarios de aprendizaje útiles para la formación de profesionales de la salud.

Palabras clave: Telemedicina; Competência Profissional; Competência Clínica.

Clinical scenario model for evaluating telemedicine competencies based on entrusted professional activities (EPAs)

Objective: To develop a comprehensive model for the design, implementation, and evaluation of clinical telemedicine scenarios using the Entrusted Professional Activities (EPAs) approach. **Methods:** A literature review was conducted to identify key components of telehealth competency frameworks (AAMC, PAHO) and clinical case construction models (PBL, SNAPPS, Harvard), to develop a structured educational model based on Entrusted Professional Activities (EPAs); this model was subsequently validated using a modified Delphi method involving 15 experts. Twenty-two simulation scenarios created within a university setting were analyzed to identify gaps between current practice and the proposed model. **Results:** The literature review highlighted the need for a standardized model that integrates pedagogical design, clinical content, implementation logistics, and trust-based evaluation. The proposed model is structured around 15 key components. The analysis of the scenarios revealed inconsistencies in their integration, with specific evaluation rubrics present in only 59% of cases and an underrepresentation of the follow-up EPA (14%), validating the need for the proposed model. **Conclusions:** The implementation of a standardized model, grounded in educational evidence, will facilitate quality and consistency in the assessment of telemedicine competencies. The proposed model offers an evidence-based and adaptable framework that can be used by educational institutions to develop learning scenarios useful for the training of health professionals.

Key-words: Telemedicine; Professional Competence; Clinical Competence

Modelo de cenário clínico para avaliação de competências em telemedicina baseado em Atividades Profissionais Confiáveis (EPAs).

Objetivo: Desenvolver um modelo abrangente para o desenho, implementação e avaliação de cenários clínicos de telemedicina utilizando a abordagem das Atividades Profissionais Confiáveis (Entrustable Professional Activities – EPAs). **Métodos:** Foi realizada uma revisão da literatura para identificar os principais componentes dos referenciais de competências em telessaúde (AAMC, OPAS) e dos modelos de construção de casos clínicos (PBL, SNAPPS, Harvard), com o objetivo de desenvolver um modelo educacional estruturado baseado em Atividades Profissionais Confiáveis (EPAs). Esse modelo foi posteriormente validado por meio de um método Delphi modificado envolvendo 15 especialistas. Vinte e dois cenários de simulação criados em um ambiente universitário foram analisados para identificar lacunas entre a prática atual e o modelo proposto. **Resultados:** A revisão da literatura destacou a necessidade de um modelo padronizado que integrasse desenho pedagógico, conteúdo clínico, logística de implementação e avaliação baseada na confiança. O modelo proposto foi estruturado em torno de 15 componentes-chave. A análise dos cenários revelou inconsistências em sua integração, com rubricas específicas de avaliação presentes em apenas 59% dos casos e sub-representação da EPA de acompanhamento (14%), validando a necessidade do modelo proposto. **Conclusões:** A implementação de um modelo padronizado, fundamentado em evidências educacionais, facilitará a qualidade e a consistência da avaliação das competências em telemedicina. O modelo proposto oferece uma estrutura baseada em evidências e adaptável, que pode ser utilizada por instituições educacionais para desenvolver cenários de aprendizagem úteis na formação de profissionais da saúde.

Palabras-chave: Telemedicina; Competencia Profesional; Competencia Clínica.

INTRODUCCIÓN

La pandemia por COVID-19 permitió que tanto pacientes como profesionales y gerentes de salud probaran sus beneficios para la prestación de atención médica^{1,2}. Esta situación facilitó la adopción de la telemedicina en los sistemas de salud a nivel global y expuso una brecha en la formación de los profesionales de la salud: la ausencia de competencias específicas para una práctica clínica efectiva y segura mediada por tecnología³. Los programas de educación médica, tradicionalmente centrados en la interacción presencial, se enfrentaron al desafío de integrar un nuevo conjunto de habilidades que van desde el dominio de las plataformas digitales hasta la adaptación de la comunicación y la semiología al entorno virtual⁴.

Por su parte, el marco de las Actividades Profesionales a Confiar (APCs) descrito como Entrustable Professional Activities (EPAs) en 2005 por Ten Cate, traduce las competencias médicas abstractas en tareas profesionales observables y medibles, permitiendo a los educadores tomar decisiones fundamentadas sobre el nivel de

supervisión que un estudiante requiere, y ofreciendo autoconfianza creciente al estudiante durante el desarrollo de estas competencias^{5,6}.

Sin embargo, a pesar del reconocimiento de su importancia, existen pocos modelos educativos estandarizados para el diseño y evaluación de escenarios de simulación en telemedicina basados en APCs.⁸ La literatura sobre construcción de casos clínicos ofrece modelos sólidos como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) de Barrows, el modelo SNAPPS para la presentación de casos, o el marco de Harvard,^{9,10} pero su aplicación directa a la telemedicina no ha sido sistematizada. De igual forma, aunque existen marcos de competencias en telesalud propuestos por organizaciones como la Association of American Medical Colleges (AAMC) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS),^{4,11} falta un puente metodológico que conecte estas competencias con escenarios de evaluación prácticos y estandarizados.

Esta falta de estandarización conduce a una gran variabilidad en la calidad y efectividad de las experiencias de simulación, comprometiendo la fiabilidad de la evaluación y la preparación de los futuros médicos. Ante este panorama, en 2024 el modificado con la participación de 15 expertos internacionales en salud digital, educación médica y telemedicina, un marco de competencias

Grupo de Estudios en Salud Digital (GESaDi) de la Facultad de Medicina de la UNAM, elaboró y validó mediante método Delphi

relacionadas con la atención médica a distancia bajo el enfoque de Actividades Profesionales a Confiar (en inglés, Entrusted Professional

Activities), que integra 8 APCs orientadas al método clínico y el proceso de atención médica a distancia. Cuadro 1.

Cuadro 1. Marco de competencias médicas con enfoque de Actividades Profesionales a Confiar (APCs) para la atención médica a distancia. Campos Castolo et al., 2024. Basados en el modelo de Entrusted Professional Activities (EPA) de Ten Cate, 2005.

- APC 1: Identificar la viabilidad de la teleconsulta.
- APC 2: Realizar la historia clínica del paciente mediante la teleconsulta.
- APC 3: Dirigir la exploración física (asistida o autónoma) en telemedicina.
- APC 4: Integrar el diagnóstico clínico.
- APC 5: Prescribir el tratamiento inicial.
- APC 6: Realizar tele interconsulta.
- APC 7: Recomendar acciones de promoción y prevención a distancia, y
- APC 8: Realizar el seguimiento a distancia.

Fuente: Elaborado por el autor, 2026.

Las APCs representan dos “momentos clínicos” que reflejan el flujo temporal de la atención en telemedicina: el primer momento es el encuentro clínico inicial (APC1 a APC5 y APC7), que suele ser interacción sincrónica, y el segundo momento que incluye acciones de gestión y continuidad de la atención (APC6 y APC8), y que pueden ser interacciones sincrónicas, asincrónicas o diferidas.

Cada APC evalúa competencias específicas que están diseñadas para observar y medir el progreso en la adquisición de competencias en un contexto real.¹² Este artículo propone un modelo integral para el diseño, implementación y evaluación de escenarios clínicos de telemedicina basados en el marco de competencias APCs validadas por la UNAM. El modelo se desarrolla a partir de una síntesis de la literatura existente en educación médica, marcos de competencias y modelos de simulación. Posteriormente, se contextualiza y valida la factibilidad de su uso mediante un análisis de 22 escenarios de simulación desarrollados en un programa de educación médica en México,

Con el objetivo de proponer un modelo de escenario clínico prototipo para evaluar Actividades Profesionales a Confiar en teleconsulta, que además de contar con fundamentos teóricos sólidos, fuera práctico y

mostrando cómo el modelo propuesto puede ayudar a estandarizar y mejorar los escenarios educativos enfocados en la enseñanza práctica de la telemedicina.

METODOLOGÍA

Este estudio incluyó el proceso de desarrollo y validación del modelo de Actividades Profesionales a Confiar, del proyecto PAPIME PE203232, la evaluación de su aplicabilidad en dos fases principales como parte del proyecto PAPIME PE207224 y la creación del Modelo “TeleAPCs”, proyectos fueron apoyados por el Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM.

Fase 1: Desarrollo del Modelo de Escenario Clínico para evaluar APC en Teleconsulta, basado en la Literatura

adaptable a diferentes contextos institucionales, se realizó una revisión narrativa de la literatura en las bases de datos PubMed, SciELO y Google Scholar para identificar marcos teóricos y modelos relevantes en tres áreas clave: 1) marcos de

competencias en telemedicina, 2) modelos de construcción de casos clínicos y escenarios de simulación, 3) el Modelo de Atención Médica a Distancia propuesto por la Dirección General de Modernización del Sector Salud (DGMoSS) Secretaría de Salud, México (antes CENETEC), y 4) marcos de evaluación de competencias, incluyendo el uso de APCs y rúbricas.

La síntesis de esta revisión se utilizó para construir un modelo de escenario clínico didáctico para teleconsulta basado en APCs. Los componentes del modelo se derivaron de la integración de las mejores prácticas identificadas, buscando crear una estructura coherente que abarcara desde el diseño pedagógico hasta la evaluación y la realimentación.

Fase 2: Estudio de Caso para Contextualización y Validación

Para evaluar la relevancia y aplicabilidad del modelo propuesto, se realizó un estudio de caso descriptivo y transversal, analizando una muestra por conveniencia de 22 escenarios de simulación en telemedicina, que fueron desarrollados por instructores de la Facultad de Medicina y de la FES Iztacala (UNAM) durante el período 2023-2024.

Se diseñó una matriz de análisis para extraer sistemáticamente información de cada escenario, incluyendo: componentes estructurales, APCs evaluadas, y la presencia de elementos de evaluación como rúbricas y protocolos de debriefing. Se realizó un análisis estadístico

descriptivo (frecuencias y porcentajes) para caracterizar la práctica actual y se compararon los hallazgos con los componentes del modelo teórico desarrollado en la Fase 1. Este análisis permitió identificar las brechas entre la práctica local y el estándar propuesto, validando así la necesidad y utilidad del modelo.

El estudio utilizó exclusivamente material educativo simulado y no involucró datos de pacientes reales, por lo que no requirió aprobación de un comité de ética.

La validación de contenido se realizó con método Delphi modificado, integrando un panel de expertos en telemedicina y educación médica. El proceso incluyó varias rondas de cuestionarios estandarizados en línea, sesiones de grupos de enfoque virtuales, y seguimiento y resolución de dudas vía mensajería instantánea (Telegram).

RESULTADOS

Parte 1: “TeleAPCs”: El Modelo Propuesto de Escenarios Clínicos para APCs en Telemedicina

A partir de la síntesis de la literatura, se desarrolló un modelo integral para la elaboración de escenarios clínicos de telemedicina. Cada escenario clínico se fundamenta en una matriz de los 15 elementos que conforman una Actividad Profesional a Confiar (APC), los cuales se detallan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Elementos que conforman una Actividad Profesional a Confiar (APC). Modificado de Ten Cate (2005).

Nombre del elemento	Descripción
Título	Resumen breve y conciso de la actividad, lo suficientemente descriptivo para dar una idea general de lo que implica la actividad, pero también lo suficientemente conciso para ser fácilmente recordado y referenciado.
Descripción	Explicación clara y detallada de la actividad o tarea que se espera que la persona estudiante o aprendiz pueda realizar al final de un período de formación específico.
Tiempo de logro	Tiempo estimado de logro en el ámbito de la intervención educativa.
Especificaciones	Acciones específicas requeridas para desempeñar la APC. Detalles sobre los métodos o técnicas específicas que se deben utilizar, los estándares de calidad a cumplir o cualquier detalle adicional que sea relevante para el logro de la APC.
Requisitos	Conocimientos teóricos que el estudiantado necesita tener para realizar la actividad, las habilidades prácticas que necesita demostrar y las actitudes o comportamientos que se esperan de su desempeño.

	- Los <i>conocimientos</i> pueden incluir conceptos, teorías o información específica que el estudiantado necesita entender. - Las <i>habilidades</i> pueden incluir habilidades técnicas, habilidades de comunicación, habilidades de resolución de problemas, etc. - Las <i>actitudes</i> pueden incluir comportamientos profesionales, éticos y de respeto hacia los pacientes y colegas.
Limitaciones	Restricciones, barreras o circunstancias que impedirían o limitarían la valoración del desempeño del estudiantado como las características del paciente, la disponibilidad de recursos o la normatividad institucional.
Nivel de confiabilidad	Parámetros para evaluar el desempeño del estudiantado e identificar el grado de supervisión que requiere para realizar la APC.
Puntos a evaluar	Evidencia para demostrar el nivel de desempeño, directamente relacionados con conocimientos, habilidades y actitudes de la APC.
Realimentación	Elementos que la persona evaluadora considerará para realimentar al estudiantado sobre su rendimiento y mejorar su desempeño.
Situaciones de intervención inmediata	Circunstancia o evento que requerirían una acción inmediata de la persona supervisora, incluso la suspensión de la evaluación. Pueden ser emergencias médicas, problemas técnicos, o cualquier otro evento que interrumpa la realización normal de la APC.
Recursos	Bibliografía y ecosistema de aprendizaje y estudio que permiten realimentación y estudio.
Tecnologías relacionadas*	Herramientas digitales (ej. chatbots, gadgets) que se usan durante la atención médica a distancia.
Vínculo con el Plan 2010*	Relación de las APCs con las competencias del médico cirujano del Plan 2010 de la Facultad de Medicina de la UNAM 2026.

Fuente: Elaborado por el autor, 2026.

El Modelo de Escenarios Clínicos para la Evaluación de Competencias en Telemedicina Basado en Actividades Profesionales a Confiar, que hemos abreviado “TeleAPCs”, se organiza en cinco secciones que cubren el ciclo completo

desde el diseño pedagógico hasta la realimentación, para que cada escenario sea una herramienta de aprendizaje y evaluación consistente, disponibles en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Modelo de Escenarios Clínicos para la Evaluación de Competencias en Telemedicina Basado en Actividades Profesionales a Confiar, “TeleAPCs”. El modelo se organiza en cinco secciones que abarcan el ciclo completo de diseño, implementación y evaluación de escenarios clínicos en telemedicina.

SECCIÓN	Nº	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
I. FUNDAMENTOS Y DISEÑO PEDAGÓGICO	1	Análisis de necesidades, Vínculo con el Plan 2010	Identificación de brechas formativas y competencias prioritarias a desarrollar en el contexto institucional específico. Concordancia con las competencias de egreso del Plan 2010 Médico Cirujano UNAM.
	2	Objetivos de aprendizaje	Formulación de metas educativas medibles alineadas con el perfil de egreso y las competencias esperadas.
	3	APCs a evaluar	Selección de las APC específicas que serán objeto de evaluación en el escenario.

II. CONTENIDO Y CONTEXTO CLÍNICO	4	Historia clínica completa	Construcción del caso con antecedentes, padecimiento actual, revisión por sistemas y datos relevantes.
	5	Caracterización del paciente	Definición del perfil demográfico, psicosocial y clínico del paciente estandarizado o simulado.
	6	Contexto de la teleconsulta	Especificación del entorno, modalidad (sincrónica/asincrónica), plataforma tecnológica, procesos clínicos (Modelo de Atención Médica a Distancia de la DGMoSS) y circunstancias del encuentro.
III. GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN Y LOGÍSTICA	7	Descripción de la escena	Ambiente físico, disposición de equipos, roles de participantes y condiciones iniciales del escenario.
	8	Recursos materiales	Lista de equipamiento tecnológico, insumos médicos, documentos y materiales necesarios para la simulación.
	9	Recursos humanos	Identificación de facilitadores, pacientes estandarizados, observadores y personal de apoyo requerido.
	10	Evolución temporal	Secuencia de eventos, tiempos estimados por fase y posibles ramificaciones de las decisiones del evaluado.
IV. MARCO DE EVALUACIÓN	11	Puntos clave a evaluar	Comportamientos observables, decisiones críticas y habilidades específicas que determinan el desempeño.
	12	Niveles de confiabilidad	Escala de supervisión que determina el grado de autonomía otorgable al evaluado según su desempeño.
	13	Rúbrica de evaluación	Instrumento con criterios explícitos, dimensiones de competencia y descriptores de desempeño por nivel.
V. PROCESO DE RETRO-ALIMENTACIÓN	14	Estructura del debriefing	Guía para la reflexión posterior que incluye fases, preguntas generadoras y técnicas de facilitación.
	15	Recursos para mejora	Materiales complementarios, lecturas recomendadas y oportunidades de práctica adicional.

Fuente: Elaborado por el autor, 2026.

Sección 1: Fundamentos y diseño pedagógico. Comienza con un análisis de necesidades que justifica la creación del escenario, seguido de la definición de 3 a 5 objetivos de aprendizaje claros y medibles. Se identifican las situaciones clínicas a desarrollar, sus componentes didácticos y finalmente, se especifican las Actividades Profesionales a Confiar (APCs) que serán el foco de la evaluación, seleccionadas del marco de 8 competencias de

APCs para la telemedicina planteadas por el GESaDi de la Facultad de Medicina de la UNAM: viabilidad de la teleconsulta, historia clínica a distancia, exploración física remota, diagnóstico a distancia, tratamiento inicial en remoto, teleinterconsulta, prevención y promoción a distancia y teleseguimiento.

Sección 2: Contenido y contexto clínico. Se detalla la narrativa del escenario para asegurar su realismo. Incluye una historia clínica con antecedentes y un perfil de alfabetización digital, la

descripción del padecimiento actual con su semiología, y un guión para el paciente estandarizado que proporciona una guía para la actuación en términos verbales, no verbales y de comportamiento. Los escenarios pueden clasificarse según los momentos clínicos y la complejidad que se busque evaluar:

- El momento 1, Encuentro clínico inicial, representa las competencias necesarias para menudo de manera asincrónica (mensajes, revisión de estudios, coordinación con otros profesionales), y que por la naturaleza del motivo de consulta pueden no ser indispensables y que corresponden a las APCs 6 a la 8, teleinterconsulta, prevención y promoción a la salud a distancia y teleseguimiento.

Esta clasificación es útil para diseñar escenarios de simulación progresivos, evaluar competencias en diferentes contextos temporales y estructurar currículos de telemedicina por complejidad.

Sección 3: Guía de implementación y logística. Aspectos operativos de la actividad educativa, se detalla la descripción del escenario y el ambiente (tanto para el estudiante como para el paciente), los recursos y materiales necesarios

resolver un problema de salud en un encuentro sincrónico único, definidas en las APCs 1 a la 5: viabilidad de la teleconsulta y una vez establecida la interacción, historia clínica, exploración, diagnóstico y tratamiento a distancia.

- El momento 2, Gestión y continuidad de la atención, plantea las competencias para el manejo longitudinal y la coordinación de cuidados, que pueden ocurrir en días o semanas posteriores, a (humanos, tecnológicos y documentales), y la evolución del escenario en fases: Inicio, desarrollo (con desafíos planificados), cierre y realimentación.

Sección 4: Marco de evaluación. Define los puntos clave a evaluar (indicadores de desempeño observables) conforme a la metodología de APCs utiliza una escala de cuatro niveles de confiabilidad (entrustment) para determinar el grado de supervisión requerido por el estudiante. El nivel esperado para los estudiantes de medicina es el 2, donde son capaces de desarrollar la actividad con supervisión activa. La evaluación se formaliza a través de una rúbrica analítica y detallada. En el Cuadro 4 se presenta un ejemplo de rúbrica para la APC 3, Exploración física a distancia

Cuadro 4. Rúbrica para APC 3, Caso ejemplo: Guiar a un paciente en la exploración física o en el uso de dispositivos. Se muestran las diversas dimensiones de evaluación y los niveles de confiabilidad que los estudiantes pueden alcanzar.

Dimensión de Competencia	Nivel 1: Requiere Supervisión Directa	Nivel 2: Requiere Supervisión Reactiva	Nivel 3: Actúa de Forma Independiente	Nivel 4: Capaz de Supervisar a Otros
Comunicación y Guía	Da instrucciones confusas o técnicas. No verifica la comprensión ni la correcta ejecución.	Da instrucciones claras, pero no las adapta al paciente. Verifica la ejecución de forma inconsistente.	Utiliza un lenguaje sencillo y preciso. Pide al paciente que muestre lo que hace para confirmar la correcta ejecución.	Es excepcionalmente hábil para guiar incluso a pacientes con baja alfabetización digital. Puede crear materiales de apoyo.
Selección de Maniobras	Solicita maniobras irrelevantes o inseguras para realizar a distancia.	Selecciona maniobras generalmente apropiadas, pero puede omitir alguna importante o dudar si no es concluyente.	Selecciona un conjunto de maniobras pertinentes y seguras, basadas en la historia clínica y el diagnóstico diferencial.	Justifica la selección de cada maniobra basándose en su valor diagnóstico en el contexto de la telemedicina. Conoce y enseña maniobras alternativas.
Interpretación y Limitaciones	Interpreta los hallazgos como si fueran de un examen	Interpreta los hallazgos correctamente, pero no verbaliza	Interpreta los hallazgos con cautela, comunica al paciente las	Utiliza su entendimiento de las limitaciones para guiar la toma de decisiones,

	presencial, sin considerar las limitaciones del método.	explícitamente las limitaciones ni documenta esta incertidumbre.	limitaciones del examen a distancia y documenta esta incertidumbre en la nota médica.	como decidir si es necesaria una evaluación presencial.
--	---	--	---	---

Fuente: Elaborado por el autor, 2026.

Sección 5: Proceso de realimentación (debriefing). La última sección se dedica al aprendizaje reflexivo. Propone una estructura de realimentación basada en modelos como el "realimentación con buen juicio" y algunos recursos para estudio y mejora personalizados para el estudiante. Este es un modelo de realimentación publicado en 2006 por Jenny Rudolph en el Centro de Simulación Médica de Harvard, en el cual el instructor además de evaluar el desempeño, ayuda al estudiante a comprender cuál fue su "marco mental" para realizar la acción, ya que la realimentación no consiste solo en corregir la acción, sino en comprender y, si es necesario, modificar el marco mental que la produjo.¹³

Parte 2: Análisis de Escenarios Existentes (Estudio de Caso)

Para contextualizar el modelo y evaluar su pertinencia, se analizaron 22 escenarios de simulación clínica en telemedicina con el Modelo de Escenarios Clínicos para la Evaluación de Competencias en Telemedicina Basado en Actividades Profesionales a Confiar que proponemos en este trabajo (Cuadro 3). Este análisis reveló además una heterogeneidad significativa en los escenarios elaborados previamente, validando la necesidad de un marco estandarizado.

Cobertura de APCs.

Se observó una cobertura desigual de las ocho APCs fundamentales. La APC 1 (Identificar la viabilidad de la teleconsulta) fue la más evaluada, presente en el 82% de los escenarios (n=18), 73% (n=16) en la APC 2 Historia clínica en teleconsulta y 77% (n=17) en la APC 3 Exploración física a distancia, lo que refleja un fuerte enfoque en las habilidades de teletriage, interrogatorio y exploración física. Las APC 4 Diagnóstico clínico y APC 5 Tratamiento inicial sólo se incluyeron en 55% (n=12) y 64% (n=14). La APC 6 Teleinterconsulta se consideró en solamente 3 escenarios (14%). No hubo ningún escenario que presentara y evaluara las APC 7 Promoción y prevención a distancia y APC 8 Seguimiento.

Componentes de Evaluación.

El análisis de los componentes estructurales de los escenarios mostró una inconsistencia crítica en los elementos de evaluación. Mientras que los componentes narrativos del caso clínico, como la ficha de identificación del paciente (95%) y los antecedentes médicos (90%), estaban bien desarrollados, los elementos necesarios para una evaluación robusta eran deficientes. Solo el 68% de los escenarios (n=15) incluían criterios de evaluación explícitos, y apenas el 59% (n=13) contaban con rúbricas específicas por APC. Solo el 45% (n=10) de los escenarios incluían un protocolo de realimentación estructurado. Esta falta de estandarización en la evaluación compromete directamente la fiabilidad de las decisiones de confiabilidad y la capacidad de proporcionar realimentación efectiva a los estudiantes.

Modificación de un escenario clínico con el Modelo planteado: Antes y Después

El escenario elegido tiene una base clínica sólida, abarca acciones relativas a las APC 1, 2, 3, 4 y 5 y requiere del uso de equipo de teleexploración física, pero su estructura de evaluación original es narrativa e incompleta, lo que permite demostrar el valor agregado del Modelo de Escenarios Clínicos basado en APCs. Escenario 1: "Gabriel PS" (el nombre es ficticio), 24 años, con otalgia izquierda tras práctica de natación.

• Cumplimiento de Criterios Técnicos:

○Representatividad: Es una teleconsulta sincrónica no programada, modalidad clave en la atención primaria digital. Se elige porque representa una patología frecuente en atención primaria, y porque presenta un hito de decisión crítica en la exploración física a distancia.

○Presencia de Hitos (APC 3): El objetivo explícito es "instruir al paciente para que realice una exploración física de oído a distancia", lo que constituye el punto de decisión crítica para otorgar confianza profesional y permite discriminar el desempeño entre niveles de confiabilidad: Nivel 1 (Requiere supervisión directa), Nivel 2 (requiere

supervisión reactiva, el desempeño esperado) o Nivel 3 (actúa de forma independiente).

○ **Suficiencia de Datos:** El documento ya aporta la ficha de identificación y semiología detallada, pero deja la sección de exploración física y evaluación sin definición clara.

● **Análisis del escenario original.** Se limitaba a describir objetivos temáticos y resultados de aprendizaje generales. No especificaba cómo el profesional de salud debe guiar al paciente para la exploración asistida o autoexploración. La guía de evaluación no detalla los criterios específicos de análisis.

● **APLICACIÓN DEL MODELO DE ESCENARIOS CLÍNICOS A DISTANCIA (15 COMPONENTES).**

I. Fundamentos y Diseño Pedagógico

● **Análisis de necesidades:** Se aborda la otitis externa por ser una patología de alta prevalencia en atención primaria que representa un reto crítico en telemedicina: la necesidad de guiar una exploración física de un área de difícil visualización (conducto auditivo) sin presencia física.

● **Objetivos de aprendizaje:** Facilitar el razonamiento clínico y la toma de decisiones para diagnosticar y tratar la otitis externa difusa mediante el uso efectivo de tecnologías de teleconsulta.

● **APCs a evaluar:** Primordialmente la APC 3 (Dirigir la exploración física asistida o autónoma) y secundariamente la APC 1 (Identificar la viabilidad de la teleconsulta).

II. Contenido y Contexto Clínico

Requisitos de conocimientos: El alumnado debe dominar la semiología y la exploración física de oído externo y medio, las técnicas de exploración a distancia, el uso de dispositivos para este fin y cómo correlacionar los hallazgos visuales con el motivo de la consulta (otalgia).

● **Historia clínica completa:** Gabriel PS, 24 años, ingeniero civil. Motivo: otalgia izquierda moderada (6/10) y dolor a la masticación tras práctica de natación. El docente evaluador hará énfasis en si el registro de los hallazgos en el Expediente Clínico Electrónico (ECE) fue correcto, la interpretación adecuada de lo observado a través de la cámara y la selección de la estrategia para que el paciente realizara la maniobra de tracción auricular.

● **Caracterización del paciente:** Paciente joven, colaborador, con alfabetización digital suficiente (conoce el funcionamiento de videollamadas y dispositivos), lo que permite una exploración autónoma guiada.

● **Contexto de la teleconsulta:** Modalidad sincrónica no programada, realizada tras un proceso de tele-triage aprobatorio. Cumple con los

lineamientos de atención médica a distancia de la DCENETEC.

III. Guía de Implementación y Logística

● **Descripción de la escena:** El médico se encuentra en una estación de teleconsulta con acceso al Expediente Clínico Electrónico (ECE); el paciente está en su hogar, en un ambiente iluminado, utilizando un smartphone como cámara.

● **Recursos materiales:** Dispositivo con cámara y micrófono, conexión estable a internet, plataforma de videollamada y un gadget específico (otoscopio digital o cámara de alta resolución) para valorar el conducto auditivo.

● **Recursos humanos:** Paciente estandarizado (Gabriel PS), estudiante evaluado y un docente facilitador/observador.

● **Evolución temporal:** Duración total de 30 minutos: 5 min para consentimiento y viabilidad, 10 min para anamnesis, 10 min para exploración física dirigida y 5 min para diagnóstico y cierre.

IV. Marco de Evaluación

● **Puntos clave a evaluar:**

○ Verificación de la alfabetización digital del paciente.

○ Instrucciones claras para realizar la maniobra de tracción auricular y visualización del eritema.

○ Uso de lenguaje sencillo y mantenimiento de la empatía a pesar de la distancia.

○ Intervención Inmediata. Si el estudiante explica de manera incorrecta la maniobra para explorar el canal auditivo, porque además del riesgo al introducir objetos, puede causar dolor al paciente, por lo que se debe suspender de inmediato si la instrucción no es adecuada.

● **Niveles de confiabilidad:**

○ Nivel 1: Requiere que el docente dicte las instrucciones al paciente.

○ Nivel 2: El alumnado realiza la acción de manera autónoma, pero requiere que el docente intervenga puntualmente para reaccionar si el alumnado comete un error o muestra dudas (supervisión reactiva).

○ Nivel 3: El alumno guía la exploración de oído de forma autónoma y solo recibe realimentación al final.

● **Rúbrica de evaluación:** Se incluye un ejemplo de instrumento multidimensional para evaluar el desempeño del estudiantado (Cuadro 4).

V. Proceso de realimentación

● **Estructura de la realimentación:**

○ Fase inicial: Resaltar aciertos en el establecimiento de la alianza terapéutica digital.

○ Fase intermedia: Analizar áreas de mejora en la técnica de instrucción remota para la visualización clínica.

○ Fase final: Sugerir estrategias para el registro correcto de hallazgos en el expediente clínico electrónico.

- Recursos para mejora: Consulta del Manual de Actividades Profesionales a Confiar en Telemedicina creado para el proyecto PAPIME PE207224 y las Guías de Práctica Clínica sobre patologías del oído externo creadas por CENETEC (Secretaría de Salud, México).

- Requisitos de habilidades: Capacidad para distinguir lo normal de lo anormal en una imagen de video (detectar eritema o estenosis del conducto auditivo), guiar al paciente paso a paso en la autoexploración e identificar alternativas si la visión inicial es deficiente.

Requisitos de actitudes: Mostrar paciencia al dar instrucciones, respeto a la privacidad del paciente, empatía ante el dolor del joven Gabriel y reconocimiento de las limitaciones técnicas de la videollamada.

Recursos de estudio: Se fundamenta en el Manual de telemedicina creado para el proyecto y guías de práctica clínica sobre patologías de oído externo Vínculo con el Plan 2010: Este escenario fortalece específicamente la Competencia 5 (Habilidades clínicas de diagnóstico, pronóstico, tratamiento y rehabilitación) en el entorno de salud digital.

El cambio fundamental logrado con el Modelo "TeleAPCs" es que el escenario pasa de ser una "charla con un paciente" a convertirse en una unidad de práctica profesional medible, donde se evalúa la precisión y capacidad comunicativa del estudiantado para guiar al paciente en el uso de la tecnología.

DISCUSIÓN

Estos hallazgos del estudio de caso demuestran una brecha significativa entre las mejores prácticas documentadas en la literatura (reflejadas en el modelo propuesto) y la implementación real de los escenarios de simulación. La variabilidad en el diseño y, especialmente, en la evaluación, subraya la necesidad urgente de adoptar un modelo estandarizado como el propuesto para garantizar una formación en telemedicina de alta calidad.

Este estudio analiza la falta de un enfoque estandarizado para el desarrollo y evaluación de competencias en telemedicina como una necesidad formativa actual en la educación médica. Los hallazgos sugieren que las prácticas pedagógicas descritas en la literatura no se han integrado para la implementación real de escenarios de simulación. El modelo integral propuesto, fundamentado en una síntesis de la evidencia educativa, busca servir como un puente para cerrar esta brecha.

Los resultados del estudio de caso son reveladores. Aunque es comprensible que las APCs predominantes sean las del encuentro clínico inicial, preocupa la subrepresentación de las APCs de Gestión y continuidad de la atención como la APC 6 (tele interconsulta) en solo el 14% de los escenarios y especialmente la ausencia de elementos de las APC 7 (promoción y prevención) y APC 8 (seguimiento) en los casos analizados, ya que el manejo de enfermedades crónicas es una de las aplicaciones más importantes y de mayor crecimiento de la telemedicina.^{3,9} Esto sugiere que la formación actual podría estar preparando insuficientemente a los estudiantes para la realidad de la práctica clínica remota.^{13,14} De manera similar, la inconsistencia en los componentes de evaluación, con menos del 60% de los escenarios incluyendo rúbricas específicas, socava la fiabilidad de la evaluación de competencias y la toma de decisiones de confiabilidad, un pilar del modelo de APCs.^{15,16}

Este modelo de escenarios clínicos para telemedicina plantea una respuesta a las deficiencias identificadas, y los 15 componentes propuestos se perciben adecuados para evaluar las competencias en atención médica a distancia. Al diferenciar claramente entre el "caso clínico base" y el "diseño del escenario de simulación", el modelo ofrece a los educadores una estructura lógica para asegurar que todos los elementos críticos, desde los objetivos de aprendizaje hasta el debriefing, estén presentes y alineados. La adopción de un marco estandarizado como este tiene diversas implicaciones prácticas: facilita la capacitación de docentes, promueve la consistencia en la evaluación a través de diferentes cursos y rotaciones, y permite la creación de repositorios de escenarios de alta calidad que pueden ser compartidos y adaptados entre instituciones.¹⁷

Este estudio tiene limitaciones que deben ser reconocidas. La revisión de la literatura fue narrativa y no una revisión sistemática completa, aunque se centró en marcos teóricos ampliamente aceptados. El estudio de caso se limitó a escenarios de un contexto institucional específico, lo que puede afectar la generalización de los hallazgos cuantitativos, aunque las brechas identificadas son consistentes con las preocupaciones expresadas en la literatura internacional. Finalmente, el modelo propuesto es teórico y requiere una validación prospectiva para evaluar su impacto en los resultados del aprendizaje y su viabilidad en entornos con recursos limitados.

CONCLUSIONES

La integración efectiva de la telemedicina en la práctica clínica requiere una adaptación

correspondiente en la educación médica. La formación en telemedicina debe trascender el uso de la tecnología para enfocarse en el desarrollo de competencias para una nueva modalidad de atención. Este estudio demuestra que, si bien existen esfuerzos locales valiosos para crear experiencias de aprendizaje en telemedicina, a menudo carecen de la estandarización necesaria para garantizar una formación homogénea y una evaluación fiable.

El modelo de escenarios clínicos para telemedicina presentado en este artículo ofrece una solución estructurada, basada en la evidencia y validada en su relevancia por un análisis de la práctica actual. Al proporcionar un marco claro y completo, este modelo puede guiar a las instituciones de educación médica en la creación de escenarios de simulación de alta calidad, promoviendo así una evaluación más objetiva de las competencias en telemedicina y contribuyendo a la formación de profesionales de la salud preparados para los desafíos de la atención médica en la era digital. El siguiente paso lógico será la implementación y validación prospectiva de este modelo en diversos entornos educativos.

REFERENCIAS

1. Wosik J, Fudim M, Cameron B, et al. Telehealth transformation: COVID-19 and the rise of virtual care. *J Am Med Inform Assoc*. 2020;27(6):957-962. DOI:10.1093/jamia/ocaa067. Disponible en: <https://academic.oup.com/jamia/article/27/6/957/5822868>
2. Reed ME, Huang J, Graetz I, et al. Patient characteristics associated with choosing a telemedicine visit vs office visit with the same primary care clinicians. *JAMA Netw Open*. 2020;3(6):e205873. DOI:10.1001/jamanetworkopen.2020.5873. Disponible en: <https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2767244>
3. Waseh S, Dicker AP. Telemedicine training in undergraduate medical education: mixed-methods review. *JMIR Med Educ*. 2019;5(1):e12515. DOI:10.2196/12515. Disponible en: <https://mededu.jmir.org/2019/1/e12515/>
4. Association of American Medical Colleges. Telehealth competencies across the learning continuum. Washington, DC: AAMC; 2021. Disponible en: <https://store.aamc.org/telehealth-competencies-across-the-learning-continuum.html>
5. Ten Cate O. Entrustability of professional activities and competency-based training. *Med Educ*. 2005;39(12):1176-1177. DOI:10.1111/j.1365-2929.2005.02341.x Disponible en: <https://asmepublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2929.2005.02341.x>
6. Ten Cate O, Hart D, Ankel F, et al. Entrustment decision making in clinical training. *Acad Med*. 2016;91(2):191-198. doi:10.1097/ACM.0000000000001044. Disponible en: https://journals.lww.com/academicmedicine/abstract/2016/02000/entrustment_decision_making_in_clinical_training.19.aspx
7. Hart A, Romney D, Sarin R, et al. Developing telemedicine curriculum competencies for graduate medical education: outcomes of a modified Delphi process. *Acad Med*. 2022;97(4):534-541. Disponible en: https://journals.lww.com/academicmedicine/fulltext/2016/02000/entrustment_decision_making_in_clinical_training.19.aspx
8. Hilty DM, Maheu MM, Drude KP, Hertlein KM. The need to implement and evaluate telehealth competency frameworks to ensure quality care across behavioral health professions. *Acad Psychiatry*. 2018;42(6):818-824. doi:10.1007/s40596-018-0992-5. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40596-018-0992-5>
9. Thistlethwaite JE, Davies D, Ekeocha S, et al. The effectiveness of case-based learning in health professional education. A BEME systematic review: BEME Guide No. 23. *Med Teach*. 2012;34(6):e421-444. doi:10.3109/0142159X.2012.680939. Disponible en: https://www.tandfonline.com/doi/10.3109/0142159X.2012.680939?url_ver=Z39.88-2003&rft_id=ori:rid:crossref.org&rft_dat=cr_pub%20%20pubmed
10. Wolpaw T, Wolpaw D, Papp K. SNAPPs: a learner-centered model for outpatient education. *Acad Med*. 2003;78(9):893-8. DOI:10.1097/00001888-200309000-00010. Disponible en:

https://journals.lww.com/academicmedicine/abstract/2003/09000/snapps__a_learner_centered_model_for_outpatient.10.aspx

11. Organización Panamericana de la Salud. Marco de competencias en telesalud para equipos de atención primaria. Washington, D.C.: OPS; 2023. Disponible en: <https://www.paho.org/es/sistemas-informacion-salud-digital/programa-telesalud>

12. Campos Castolo EM, Rosales Cadenas MI, Durán Pérez VD, Hernández López MD, Alayola Sansores A. Competencias relacionadas con la atención médica a distancia: enfoque de Actividades Profesionales a Confiar. AMU [Internet]. 24 de mayo de 2024 [citado 30 de diciembre de 2025];3(01):29-37. Disponible en: <https://www.revistas.unach.mx/index.php/revanale/s/article/view/109>.

13. Rudolph JW, Simon R, Dufresne RL, Raemer DB. There's no such thing as "nonjudgmental" debriefing: a theory and method for debriefing with good judgment. *Simul Healthc*. 2006;1(1):49-55. doi:10.1097/01266021-200600110-00006. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19088574/>

14. Dorsey ER, Topol EJ. State of telehealth. *N Engl J Med*. 2016;375(2):154-161. doi:10.1056/NEJMr1601705. https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMr1601705?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed

15. Rekman J, Gofton W, Dudek N, Gofton T, Hamstra SJ. Entrustability scales: outlining their usefulness for competency-based clinical assessment. *Acad Med*. 2016;91(2):186-190. doi:10.1097/ACM.0000000000001045. Disponible en: https://journals.lww.com/academicmedicine/abstract/2016/02000/entrustability_scales__outlining_their_usefulness.18.aspx

16. Downing SM. Validity: on meaningful interpretation of assessment data. *Med Educ*. 2003;37(9):830-837. DOI:10.1046/j.1365-2923.2003.01594.x Disponible en: <https://asmepublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.13652923.2003.01594.x?sid=nlm%3Apubmed>

17. Shorey S, Lau TC, Lau ST, Ang E. Entrustable professional activities in healthcare education: a scoping review. *Med Educ*. 2019;53(8):766-777. doi:10.1111/medu.13879. Epub 2019 Apr 4. Disponible en: <https://asmepublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/medu.13879>

Declaración de responsabilidad: Todos los autores declaran haber participado en el desarrollo y la elaboración de este trabajo.

Financiación: Este artículo forma parte del Proyecto PAPIME PE207224 y fue apoyado por el Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME) de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Conflicto de interés: Los autores declaran que no existen conflictos de interés relacionados con la investigación, la autoría o la publicación de este artículo.

Cómo citar este artículo: Castolo EMC, Cadena MIR, Pérez VDD, López JM, Paez SF, Sansores AA. Modelo de escenarios clínicos para evaluar competencias en telemedicina basado en actividades profesionales a confiar (APCs). *Latin Am J telehealth*, Belo Horizonte, 2025; 12(2): 206-217 ISSN: 2175-2990

Potentialities and Challenges of AI in Pediatric Airway Management: An Integrative Review

Beatriz Lobo Nunes Verçosa	Medical student. Faculdade Ciências Médicas de Minas Gerais. Volunteer member in scientific initiation at the Federal University of Minas Gerais. Medical student. Email: bialnvercosa@gmail.com.
Adriana Teixeira Rodrigues	PhD. Professor of Pediatrics. Medical Coordinator of the Child and Adolescent Unit. PhD. Professor of Pediatrics at the Faculty of Medicine of UFMG. Medical Coordinator of the Child and Adolescent Unit at HC-UFMG/EBSERH, Minas Gerais, Brazil. Professor. Email: adrianatr92@gmail.com.
Marina Sales De Lucca Rodrigues	Medical student, scientific initiation student. Faculdade Ciências Médicas de Minas Gerais. Volunteer member in scientific initiation at the Federal University of Minas Gerais. Medical student. Email: marinarod1@hotmail.com.
Juliana de Oliveira Otávio	Medical student, scientific initiation student. Medical student. Volunteer member in scientific initiation. Faculty of Medicine. Federal University of Minas Gerais, Brazil. Medical student.
Priscila Menezes Ferri Liu	PhD. Professor of Pediatrics and Head of the Department of Pediatrics. PhD. Professor of Pediatrics at the Faculty of Medicine of UFMG. Professor. Email: pmferri.liu@gmail.com
Romina Aparecida dos Santos Gomes	PhD. Professor of Pediatrics. PhD. Professor of Pediatrics at the Faculty of Medicine of UFMG. Intensive care pediatrician at Hospital das Clínicas UFMG/EBSERH. Professor. Email: rominapediatra@gmail.com.
Maria do Carmo Barros de Melo	Postdoctoral researcher. Professor. Member of the Telehealth Center and Full Professor of the Department of Pediatrics at the Faculty of Medicine of UFMG. Professor. Email: mcbmelo@gmail.com.
Maria Laura Rezende Lima de Oliveira	Corresponding author: Medical student. Volunteer member in scientific initiation. Faculty of Medicine. Federal University of Minas Gerais, Brazil. UFMG. Medical student. Scientific initiation student. https://orcid.org/0009-0000-7340-3925 . Email: marialauraroliveira@gmail.com.

Date of Receipt: January 29, 2026 | Approval Date: April 27, 2026.

Abstract

Objective: To synthesize current knowledge regarding the application of Artificial Intelligence (AI) in the airway management of critically ill pediatric patients. **Methods:** An integrative review (PRISMA 2020) of original and review articles (from 2015 to April 6, 2026), in Portuguese, English, or Spanish, focused on pediatric patients (one month to 18 years old). A search was conducted on PubMed, Scopus, and LILACS (April 2025 to April 2026) to answer the question: "Do AI tools assist in the airway approach of critically ill children?" **Results:** 12 articles were selected: five Cohort/observational studies and seven reviews. The studies addressed AI in the pre-, intra-, and post-management phases. **Conclusions:** AI represents a paradigm shift in pediatric difficult airway management, moving towards predictive and individualized care. Evidence suggests broad applicability across all phases, making the development and dissemination of tools crucial to prevent inadequate management and optimize prognosis. AI can be an indispensable support for clinical decision-making, enhancing the safety and efficacy of human judgment, but ethical barriers to its use must be considered. Further robust studies should be conducted to contribute to the literature on the subject.

Key-words: Pediatrics; Intratracheal Intubation; Airway Management; Artificial Intelligence.

Potencialidades y Desafíos de la IA en el Manejo de la Vía Aérea Pediátrica: Una Revisión Integradora

Objetivo: Sintetizar el conocimiento actual sobre la aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) en el manejo de la vía aérea en pacientes pediátricos en estado crítico. **Métodos:** Revisión integrativa (PRISMA 2020) de artículos originales y de revisión (de 2015 al 6 de abril de 2026), en portugués, inglés o español, centrada en pacientes pediátricos (de un mes a 18 años). Se realizó una búsqueda en PubMed, Scopus, y LILACS (abril 2025 a abril 2026) para responder a la pregunta: "¿Ayudan las herramientas de IA en el manejo de la vía aérea en niños críticamente enfermos?" **Resultados:** Se seleccionaron 12 artículos: cinco estudios de cohorte/observacionales y siete de revisión. Los estudios abordaron la IA en las fases pre, intra y posmanejo. **Conclusiones:** La IA representa un cambio de paradigma en el manejo de la vía aérea difícil en pediatría, migrando hacia una asistencia predictiva e individualizada. La evidencia sugiere una amplia aplicabilidad en todas las fases, lo que hace crucial el desarrollo y la difusión de herramientas para prevenir un manejo inadecuado y optimizar el pronóstico. La IA puede ser un soporte indispensable para la decisión clínica, mejorando la seguridad y eficacia del juicio humano, pero deben considerarse las barreras éticas para su uso. Se deben realizar más estudios robustos para contribuir a la literatura sobre el tema.

Palabras clave: Pediatría; Intubación Intratraqueal; Manejo de la Vía Aérea; Inteligencia Artificial.

Potencialidades e Desafios da IA no Manejo da Via Aérea em Pediatria: Uma Revisão Integrativa

Objetivo: Sintetizar o conhecimento atual sobre a aplicação de Inteligência Artificial (IA) no manejo de vias aéreas pediátricas em estado grave. **Métodos:** Revisão integrativa (PRISMA 2020) de artigos originais e de revisão (2015 a 6 de abril de 2026), em português, inglês ou espanhol, focada em pacientes pediátricos (um mês a 18 anos). Busca na PubMed, Scopus e LILACS (abril de 2025 a abril de 2026) para responder: "As ferramentas de IA auxiliam na abordagem das vias aéreas em crianças criticamente enfermas?" **Resultados:** 12 artigos foram selecionados: cinco Coorte/observacional e sete de revisão. Os estudos abordaram a IA nas fases pré, intra e pós-manejo. **Conclusões:** A IA representa uma mudança paradigmática no manejo da via aérea difícil em pediatria, migrando para uma assistência preditiva e individualizada. As evidências sugerem ampla aplicabilidade em todas as fases, tornando crucial o desenvolvimento e disseminação de ferramentas para prevenir manejo inadequado e otimizar o prognóstico. A IA pode ser um suporte indispensável à decisão clínica, aprimorando a segurança e eficácia do julgamento humano, mas deve-se considerar as barreiras éticas para a sua utilização. Mais estudos robustos devem ser realizados de forma a contribuir para a literatura sobre o tema.

Palavras-chave: Pediatria; Intubação intratraqueal; Manuseio das vias aéreas; Inteligência artificial

INTRODUCTION

Artificial Intelligence (AI) has experience significant advancements in recent years, becoming a valuable tool in medicine across various fields^{1,2,3}. It includes distinct subfields such as machine learning (ML), deep learning (DL), and computer vision (CV)^{1,2,3}. ML consists of algorithms that can learn patterns from data to make predictions. DL, a subset of ML, uses deep neural networks to analyze complex data, particularly images and signals^{2,3}. CV, on the other hand, enables the automated interpretation of images and videos, offering relevant applications in anatomical analysis and support for medical procedures².

Difficult intubation, defined by criteria such as Cormack-Lehane Grade III or IV and three or more attempts, has an incidence of 0.28% in children aged 0 to 15 years⁴. For children with difficult airways, the need for a surgical airway is 2%⁴. Also, difficult bag-mask ventilation (DBMV) is reported in 6.6% of healthy children between 0 and 8 years old, a rate considerably higher than in adults (1.5%)⁵. The overall incidence of difficulty with mask ventilation and/or endotracheal intubation in apparently normal patients is 5.8%⁶. Thus, considering that airway management is a primary focus in pediatric urgent and emergency

care settings and during anesthetic procedures, the ability to address the anatomical and physiological challenges inherent to the pediatric age group is essential^{4,5}. Respiratory complications are frequently encountered in critically ill children^{4,5}.

Critical anesthesia-related events, specifically the inability to intubate and oxygenate, while less frequent, carry a risk of mortality and necessitate immediate intervention⁴. However, there is a high rate of failure associated with a lack of procedural standardization, limited equipment availability, inadequate knowledge, and insufficient training⁴. Based on this, enhancing airway management skills, particularly in critically ill children, becomes essential to prevent adverse outcomes and unfavorable prognoses^{4,5,7}.

Given current technological advancements, AI can be used as a decision-support tool to enhance the quality of care, ensuring safer and more efficient patient management⁷. There are potential applications for AI in pediatric airway management, ranging from preoperative risk assessment and the selection of optimized devices to the prediction of adverse events and procedural assistance^{5, 7, 8}. The availability of simulation and virtual reality devices enables healthcare professionals to undergo training, contributing to improved clinical outcomes^{4, 6}. Despite these benefits associated

with the use of AI, its advancements in the pediatric setting have not been as significant as those observed in adults. Consequently, there is a need for further validation and feasibility testing to confirm or refute the clinical applicability of these tools⁷. In light of the importance of this topic, this article aims to provide a synthesis of current knowledge regarding the use of AI in the airway management of critically ill children, based on an integrative literature review.

METHODOLOGY

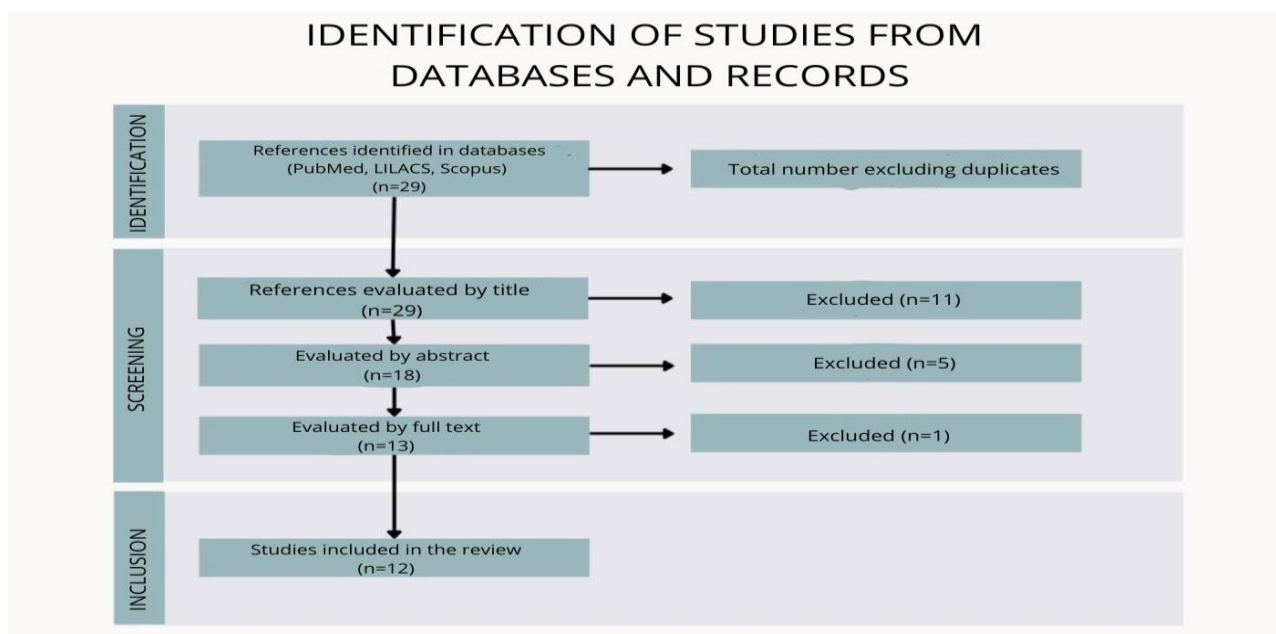
This is an integrative review study following the PRISMA 2020 checklist⁹. Articles published between 2015 and April 6, 2026, in Portuguese, English, or Spanish that addressed the pediatric age group (from one month to 18 years old) were included. Literature reviews and original articles were selected if they addressed the guiding question: "Do artificial intelligence tools assist in airway management in critically ill children?" We defined airway management as any intervention involving a clinical practice, ranging from training, patient positioning, and oxygen delivery to the performance of orotracheal intubation (OTI). Studies that did not meet these criteria were excluded. Additional exclusion criteria included a focus exclusively on adults, the neonatal age group, or dental procedures. The databases used

were PubMed, Scopus, and LILACS. The search strategy included the following descriptors combined using Boolean operators: ("artificial intelligence" OR "machine learning" OR "deep learning") AND ("airway management" OR "difficult airway" OR "tracheal intubation") AND ("pediatric" OR "children"). The selection process followed the four stages of the PRISMA method: 1. Identification of records in the databases; 2. Screening and removal of duplicates through independent analysis of titles and abstracts; 3. Eligibility assessment, involving full-text reading to apply exclusion criteria; and 4. Inclusion, resulting in a final sample of 12 articles. The texts were identified and evaluated manually between April 2025 and April 2026 by four reviewers. The initial assessment was based on an analysis of titles (excluding any that did not address artificial intelligence in medicine), and subsequently based on abstracts. Once this stage was complete, the articles were read in full, selected, and analyzed, considering the established age range and the use of artificial intelligence as an aid mechanism for tracheal intubation. The level of evidence was classified according to the Joanna Briggs Institute (JBI), which categorizes studies based on their methodological design and scientific rigor, and according to the STROBE checklist for observational studies. The objective of this search was to critically evaluate the applicability and relevance of using AI in airway management for critically ill pediatric patients

RESULTS

We initially identified 13 articles in PubMed, 21 in Scopus, and 19 in LILACS via BVS. Figure 1 was prepared following the PRISMA 2020 strategy (9) and illustrates how each stage of the search was conducted across the databases.

Figure 1 - Identification of studies from databases and registries.



Source: Prepared by the authors.

Table 1 summarizes data regarding authors and year of publication, the institution where the study was conducted, publication type, methodological characteristics, JBI level of evidence, and the number of items in accordance with STROBE. Six of the 12 selected articles are original observational or cohort studies (predominantly retrospective for ML), and six are review studies (narrative or structured).

Table 2 summarizes the results from each of the selected texts. Six articles highlighted the use of predictive models to calculate the ideal size and depth of the endotracheal tube; predict the

immediate need for intubation upon hospital arrival in trauma cases; and anticipate intraoperative adverse events, such as hypoxemia or ventilation failure. Four studies associated CV with greater anatomical precision, providing real-time assistance and structural identification during videolaryngoscopies and bronchoscopies. Finally, other potential applications of AI included data automation and optimization, and the employment of cross-cutting technologies, such as the creation of complex anatomical models via 3D printing, enabling high-fidelity simulations and team training for real-world emergency scenarios.

Table 1 - Authors, year of publication, study institution, publication type, scientific rigor, level of evidence, and methodological quality of the 14 selected articles.

Authors/Year of publication	Study Institution	Publication Type	Methodological Characteristics	JBI Level of Evidence	Number of items in accordance with STROBE
Matava <i>et al.</i> (2020a) (7)	The Hospital for Sick Children, Toronto, Canada	Narrative Review	A search was conducted in the Ovid Medline, PubMed, and IEEE databases. The articles were manually reviewed for relevance.	5.c	-
Matava <i>et al.</i> (2020b) (10)	The Hospital for Sick Children, Toronto, Canada	Retrospective Observational Study	Development of a Convolutional Neural Network (CNN) using 775 videolaryngoscopy and bronchoscopy images to classify anatomy in real time.	3.e	24 in 32
Lonsdale <i>et al.</i> (2020) (8)	Johns Hopkins All Children's Hospital, United States	Narrative Review	Analysis of the literature on machine learning in pediatric research, with examples in critical care, transfusion medicine, and anesthesiology.	5.c	-
Kim <i>et al.</i> (2023) (11)	All India Institute of Medical Sciences, Jodhpur, India	Retrospective Cohort Study	A search was conducted in electronic databases (Google Scholar, Cochrane, PubMed), yielding 3,200 articles. Following screening and the application of criteria, 12 articles were included for analysis. The selection process was documented using a PRISMA flowchart.	3.b	30 in 32

Hsu <i>et al.</i> (2020) (5)	Children's Hospital of Philadelphia, University of Pennsylvania	Narrative Review	The article summarizes recent scientific literature, introduces new devices and techniques, and highlights innovations (POCUS, 3D printing, AI) in the management of the difficult pediatric airway.	5.c	-
Haag <i>et al.</i> (2024) (4)	Inselspital, Bern University Hospital, Switzerland	Narrative Review	Systematization of data and animal models (8 relevant studies) for emergency front-of-neck airway access (eFONA) in pediatrics, addressing the influence of 3D simulators and AI.	Nível 5.c	-
Sullivan <i>et al.</i> (2024) (12)	University of Utah, United States	Retrospective Cohort Study	Data collection over 23 months at four pediatric trauma centers, utilizing an artificial intelligence model to predict the need for intubation in the emergency department in injured children and adolescents.	Nível 3.b	26 in 32
Galvez <i>et al.</i> (2017) (13)	The Children's Hospital of Philadelphia, University of Pennsylvania Perelman School of Medicine, United States	Retrospective Observational Study	Selection of ASA 1 and 2 patients undergoing common procedures, balanced groups: comprising 300 patients per device type, with data collected automatically and statistically analyzed using the MATLAB R2015b package for classification and implementation of the artificial intelligence algorithm.	Nível 3.e	24 in 32
Shim <i>et al.</i> (2023) (14)	Kangbuk Samsung Hospital e Chung-Ang University (South Korea)	Retrospective Cohort Study	A retrospective cohort study involving 1,436 patients, divided into training (70%) and testing (30%) sets. It validated the Elastic Net model using 5-fold cross-validation against formula-based methods.	3.b	27 in 32

Madadi <i>et al.</i> (2025) (15)	Shahid Beheshti University of Medical Sciences (Irã) e Harvard Medical School (United States)	Narrative Review	A narrative clinical review focused on the integration of AI models into pediatric anesthesiology. It discusses perioperative applications and ethical challenges, without a documented strict systematic search.	5.c	-
Nakamura <i>et al.</i> (2025) (16)	Kouseikai Takai Hospital and Gifu Prefectural General Medical Center (Japan)	Retrospective Observational Study	A retrospective study for the development of a Machine Learning model (YOLOv8n). It utilized 1,197 images from 653 videos for training/validation and 399 images for empirical testing.	3.e	24 of 32
Shah <i>et al.</i> (2026) (17)	College of Medicine, Central Michigan University (United States)	Narrative Review	A structured narrative review, employing a systematic search across four databases (EBSCO, PubMed, Scopus, Web of Science) and applying the PICO framework and the PROBAST tool to assess bias in 11 included studies.	5.c	-

Table 2 - Summary of results considering the use of AI in the management of difficult airways in children.

Authors/Year of Publication	Relevance
Matava <i>et al.</i> (2020a) (7)	The findings of the review highlight the potential of AI on several fronts: in diagnosis, utilizing facial analysis to predict difficult intubations and neural networks to detect airway obstructions; in procedural assistance, with algorithms that identify anatomy in real time during laryngoscopies; and in predicting outcomes such as hypoxia, although the review notes a scarcity of research focused specifically on pediatric airway outcomes. It was concluded that AI holds great potential to assist clinicians in overcoming challenges, but it should be viewed as a support tool that does not replace clinical judgment.

Matava et al. (2020b) (10)	Convolutional Neural Networks (ResNet and Inception) demonstrated high sensitivity (>0.86) and specificity (>0.97) in the real-time classification and labeling of vocal cords and tracheal rings from laryngoscopy/bronchoscopy, serving as an aid for operators managing difficult airways.
Lonsdale et al. (2020) (8)	It demonstrates the expanding application of machine learning for predicting the need for Pediatric Intensive Care Unit admission, extubation failure, and complex intraoperative prediction, indicating continuous improvement in predictive models compared to traditional scores (such as PEWS).
Kim et al. (2023) (11)	The GBRT model, trained solely on demographic data (age, weight, height), demonstrated impressive accuracy in predicting size and depth (absolute error of 0.7 cm), far surpassing conventional heuristics and traditional age-based pediatric formulas.
Hsu et al. (2020). (5)	The study's key findings underscore the importance of hybrid techniques—such as the combined use of videolaryngoscopy and flexible bronchoscopy—and the transformative role of new technologies. Point-of-care ultrasound (POCUS) proved to be a versatile tool for assessing tube size, confirming tube placement, identifying the cricothyroid membrane, and analyzing gastric contents. Furthermore, the study highlights 3D printing as a resource for preoperative simulation, and artificial intelligence (AI) for predicting difficult intubations and providing real-time procedural guidance. The conclusion is that, while hybrid techniques remain crucial, the future of pediatric airway management will be profoundly impacted by innovations such as POCUS, 3D printing, and AI—technologies that promise to significantly enhance safety and clinical planning.
Haag et al. (2024) (4)	It addresses the potential of AI in the management of difficult airways in pediatrics—specifically in assisting with the recognition of airway anatomy during intubation, and in the decision-making process regarding pressure, for instance, through the analysis of vital signs and the identification of hypoxia.
Sullivan et al. (2024) (12)	The AI model utilized demonstrated a strong capacity to predict the need for emergency intubation in children following trauma, proving useful for early decision-making by reducing unnecessary intubations and potentially fatal delays.
Galvez et al. (2017) (13)	The developed system, utilizing artificial intelligence, can be used to assist in the automated documentation of data during surgeries, reducing alarm fatigue by improving the accuracy of detecting changes in ventilation. It can serve as a clinical decision support system.

Shim <i>et al.</i> (2023) (14)	Using an Elastic Net model powered by baseline data (age, sex, weight, and height), the AI predicted the optimal tube depth with a malposition rate of just 17.9%, compared to rates ranging from 35.7% to 62.2% for methods based on age, stature, and tube size. The model addresses a direct consequence of managing short and difficult airways: either excessively deep (endobronchial) intubation or failure to intubate. Reducing the need for multiple repositioning attempts minimizes trauma, glottic edema, and the aggravation of a previously challenging airway status in children.
Madadi <i>et al.</i> (2025) (15)	In extreme scenarios, the integration of AI-guided computer vision into ultrasound holds the potential to assist the anesthesiologist in recognizing anatomy for emergency surgical access (eFONA). However, most of these visual models for anatomical prediction have not yet been specifically validated in the pediatric age group.
Nakamura <i>et al.</i> (2025) (16)	The AI successfully recognized the airway even under suboptimal conditions, such as limited visibility of the arytenoid cartilages or epiglottis in infants. However, the AI demonstrated vulnerabilities in scenarios involving complicating airway factors: detection failed in the presence of excessive blood or secretions, or when bougies obstructed the view; furthermore, there was a critical risk of the AI erroneously identifying the esophageal orifice as the larynx.
Shah <i>et al.</i> (2026) (17)	The study warns that current AI tools pose a high risk of algorithmic bias when encountering anatomically abnormal or difficult airways. Since most models were trained on highly homogeneous populations, AI accuracy may drop drastically when dealing with patients who have craniofacial constraints or anatomical variations distinct from those present in the original dataset.

Table 3 - Main applications, details of use, and clinical benefits of using AI in pediatric airway management during the pre-manipulation, post-manipulation, and general phases.

Phase of Care	AI / Technology Application	Usage Details	Primary Clinical Benefit
Pre- and Intra-handling	Facial Analysis and Computer Vision	Prediction of a difficult airway through the analysis of facial characteristics.	Anticipation of difficult intubations for better planning.

	3D Modeling and Printing	Use of software powered by radiological images to create anatomical models of organs and airways in less than 5 minutes.	Planning of complex surgeries (tumors, anomalies) using customized devices.
	Predictive Algorithms (Machine Learning)	Risk assessment (e.g., need for intubation in trauma, adverse respiratory events).	Early triage and reduction of unnecessary intubations.
	Real-Time Assistance (CV)	Identification of anatomical structures during laryngoscopy and bronchoscopy.	Guidance during the procedure and increased safety.
	Anesthesia Decision Support	Optimization of tube size/depth selection and estimation of anesthetic depth using ML.	Reduction of complications related to equipment handling.
	Intelligent Monitoring	Vital signs analysis to predict hypoxia/hypoxemia and automated data documentation.	Rapid detection of physiological changes and reduction of "alarm fatigue."
	POCUS + AI	Point-of-care ultrasound to confirm tube position and identify the cricothyroid membrane.	Immediate and secure confirmation of airway placement.
Post-handling	Failure Prediction	Analysis of subtle physiological patterns to predict extubation failure and non-invasive ventilation (BiPAP) failure.	Prevention of unplanned reintubation and early intervention.
General / Cross-cutting	Education and Training	Gamification and realistic simulation with mannequins.	Enhancement of the professionals' technical skills. Familiarization of the children

			with the processes to be carried out.
--	--	--	---------------------------------------

Source: The authors, based on the findings of the integrative review.

DISCUSSION

This integrative review synthesized current knowledge regarding the use of AI in airway management in critically ill children. A general analysis reveals that this technology can be used as a teaching tool for surgical and anesthetic techniques, as well as throughout the entire perioperative period of airway management, from the preoperative phase through to postoperative care. Its most concrete application has been in the prediction of risk factors and in planning the airway management approach for pediatric patients. AI models have demonstrated the capability to predict difficult intubations through facial analysis ^{5, 10}, anticipate the need for emergency intubation in trauma patients immediately upon admission (12), and predict with high accuracy the optimal endotracheal tube size to be used ^{11, 14}. An ML model based on regularized regression, evaluated by Shim et al., was capable of reducing the risk of inappropriate intubation depth from 62.2% to just 17.9%¹⁴. Predictive algorithms have also demonstrated success in anticipating adverse events, such as predicting intraoperative hypoxemia minutes in advance ¹⁵.

Another proven application of AI is procedural assistance. Computer vision is used to identify a child's anatomy in real time during laryngoscopies. In an observational study, Matava et al. demonstrated the applicability of convolutional neural networks (CNNs) that classify vocal cords and tracheal rings in real time during videolaryngoscopy and bronchoscopy, achieving high sensitivity (0.86) and specificity (0.98).¹⁰ An article by Nakamura et al. demonstrated that the YOLOv8n model was capable of detecting the larynx in infants with an Area Under the Curve (AUC) of 0.91, while noting potential technical errors in identifying the esophagus due to anatomical proximity.¹⁶ Meanwhile, studies by Haag et al. and Hsu et al. demonstrated AI's capacity to assist in the reconstruction of radiological images to create detailed 3D anatomical models, enhancing the planning of complex surgical cases and preparation for emergency cervical access procedures.^{4,5}

In addition to these applications, Gálvez et al. demonstrated that AI systems can be used to automatically detect the specific airway technique currently in use (invasive versus non-invasive) via the respiratory monitor.¹³ Upon analysis, it was concluded that this approach, beyond automating documentation, reduces auditory fatigue caused by alarms and improves accuracy in detecting changes in ventilatory patterns.¹³ Another application, documented by Madadi et al., involved the adoption of "digital twins" (virtual replicas of physical processes, powered in real time by AI) and virtual reality gamification. These tools were used both for training physicians in the technical skills required for airway management and for patient education, helping children become more familiar with the pre-, peri-, and post-surgical process, reducing anxiety and leading to improved outcomes.

However, an analysis of the selected articles revealed that there remains a need for substantial investment in the application of AI within the pediatric setting. Artificial intelligence (AI) offers a wide range of potential applications. Nevertheless, the results highlight a widely recognized limitation regarding its widespread implementation in bedside pediatric clinical and surgical practice ^{7, 8, 15, 17}. Shah et al. point to an overabundance of retrospective, single-center studies and a significant lack of formal external validation¹⁷. Madadi et al. also identified the scarcity of demographically diverse databases as a barrier, creating a risk of population-based algorithmic bias¹⁵. Lonsdale et al. and Shah et al. underscore the need for demonstrated safety, model transparency, and clear bioethical guidelines for the use of AI in clinical practice^{8, 17}. Recent literature confirms the potential of this technology, with applicability spanning all phases of clinical decision-making: in planning, by enabling rapid and accessible 3D anatomical reconstructions for complex cases; during management, by providing real-time support for anatomical identification and device optimization; and in the post-management phase, by anticipating complications, such as extubation failure, through the analysis of physiological data. Based on the data presented herein, the current study contributes to the literature by offering a synthesis

of current knowledge, derived from relevant international databases, regarding the use of Artificial Intelligence (AI) in the management of pediatric airways in critically ill patients. This knowledge holds the potential to support various medical professionals, including anesthesiologists, emergency physicians, and pediatric surgeons.

This synthesis becomes even more relevant when considering that difficult intubation occurs in 0.28% of pediatric patients, with a higher prevalence observed in children under one year of age¹⁸. This study has several limitations. As limiting factors, we identified the inclusion of a limited number of texts, despite searches across three databases; the low level of evidence in the majority of the included articles; and the inclusion criterion restricting the scope to original research or review articles available only in English, Portuguese, or Spanish. Articles focusing exclusively on the neonatal age group were also excluded. This is an age group prone to difficult intubations that could potentially benefit from the use of AI¹⁸. Beyond these methodological constraints, the application of Artificial Intelligence (AI) in clinical practice raises significant ethical and regulatory considerations. Central among these concerns are the potential for algorithmic bias, the limited generalizability of models trained on specific population groups, and the lack of clear guidelines for defining clinical accountability in scenarios involving AI-assisted decision-making. Consequently, rigorous external validation and the establishment of appropriate regulatory frameworks are imperative, serving as essential prerequisites for large-scale implementation.

CONCLUSION

The integration of Artificial Intelligence (AI) into the management of difficult airways in pediatrics is emerging as a game-changer, transforming the paradigm from a reactive approach to a predictive and highly personalized model. However, the translation of these innovations from the realm of research into routine clinical practice is hindered by notable challenges. The generalizability of current results is limited by a lack of robust external validation and by the imperative need for algorithms developed specifically using pediatric data to avoid biases originating from adult models. In light of this, the future of pediatric airway management will be characterized by multimodality, grounded in the synergy between hybrid techniques, POCUS (Point-of-Care Ultrasound), and advanced computational tools. Within this ecosystem, AI

assumes the role not of a substitute but rather of an indispensable decision-support system, thereby enhancing the safety and efficacy of human clinical judgment. Therefore, it is crucial to increase investment in research projects within this field, prioritizing the execution of high-quality prospective studies.

REFERENCES

1. Russell SJ, Norvig P. Artificial intelligence: a modern approach. 4th ed. Hoboken (NJ): Pearson; 2021.
2. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med.* 2019;25(1):44-56. doi:10.1038/s41591-018-0300-7.
3. LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. *Nature.* 2015;521(7553):436-444. doi:10.1038/nature14539.
4. Haag AK, Tredese A, Bordini M, Fuchs A, Greif R, Matava C, Riva T, Scquizzato T, Disma N. Emergency front-of-neck access in pediatric anesthesia: a narrative review. *Paediatr Anaesth.* 2024;34(6):495-506. doi:10.1111/pan.14875.
5. Hsu G, Fiadjoe JE. The pediatric difficult airway: updates and innovations. *Anesthesiol Clin.* 2020;38(3):459-475. doi:10.1016/j.anclin.2020.05.001.
6. Ryan ML, Wang S, Pandya SR. Integrating artificial intelligence into the visualization and modeling of three-dimensional anatomy in pediatric surgical patients. *J Pediatr Surg.* 2024;59:161629. doi:10.1016/j.jpedsurg.2024.161629.
7. Matava C, Pankiv E, Ahumada L, Weingarten B, Simpao A. Artificial intelligence, machine learning and the pediatric airway. *Paediatr Anaesth.* 2020;30(3):264-268. doi:10.1111/pan.13806.
8. Lonsdale H, Gray GM, Ahumada LM, Matava CT. Machine vision and image analysis in anesthesia: narrative review and future prospects. *Anesth Analg.* 2023;137(4):830-840. doi:10.1213/ANE.0000000000006532.
9. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71.

10. Matava C, Pankiv E, Raisbeck S, Caldeira M, Alam F. A convolutional neural network for real-time classification, identification, and labelling of vocal cord and trachea using laryngoscopy and bronchoscopy video. *J Med Syst.* 2020;44(2):44. doi:10.1007/s10916-019-1481-4.

11. Kim H, Yoon HK, Lee H, Jung CW, Lee HC. Predicting optimal endotracheal tube size and depth in pediatric patients using demographic data and machine learning techniques. *Korean J Anesthesiol.* 2023;76(6):540-549. doi:10.4097/kja.23501.

12. Sullivan TM, et al. Development and validation of a Bayesian network predicting intubation following hospital arrival among injured children. *J Pediatr Surg.* 2025;60:161888. doi:10.1016/j.jpedsurg.2025.161888.

13. Gálvez JA, Jalali A, Ahumada L, Simpaio AF, Rehman MA. Neural network classifier for automatic detection of invasive versus noninvasive airway management technique based on respiratory monitoring parameters in pediatric anesthesia. *J Med Syst.* 2017;41(10):153. doi:10.1007/s10916-017-0787-3.

14. Shim JG, Lee EK, Oh EJ, Cho EA, Park J, Lee JH, Ahn JH. Predicting the risk of inappropriate depth of endotracheal intubation in pediatric patients using machine learning approaches. *Sci Rep.* 2023;13(1):5156. doi:10.1038/s41598-023-32122-5.

15. Madadi F, Dabbagh A, Sabouri AS. Artificial intelligence in pediatric anesthesia. *Anesthesiol Clin.* 2025;43(3):453-469. doi:10.1016/j.anclin.2025.06.003.

16. Nakamura H, Fukuda K, Asano T, Masue T. Development of an artificial intelligence-assisted system for tracheal intubation using a video laryngoscope in infants and neonates. *J Clin Anesth.* 2025;106:111914. doi:10.1016/j.jclinane.2025.111914.

17. Shah A, Fakhoury P, Butler E, Patel M, Zimmerman C, Macdonald L, Almasnaah A, Sanku D, Patel K, Saasouh W. Applications of artificial intelligence in pediatric anesthesia: a structured narrative review. *Paediatr Anaesth.* 2024. doi:10.1111/pan.15036.

18. Lima EA, et al. Recomendações da Sociedade Brasileira de Anestesiologia (SBA) para controle

da via aérea difícil em pediatria. *Braz J Anesthesiol.* 2024;74(1):74478. doi:10.1016/j.bjane.2023.08.006.

Statement of responsibility: We declare that all authors participated in the development and preparation of this work. Details of each author's responsibilities in the preparation of the manuscript: (1) Maria do Carmo Barros de Melo: Supervisor of the medical students, responsible for manuscript writing and final review. (2) Priscila Menezes Ferri Liu and Romina Aparecida dos Santos Gomes: Participated in meetings, contributed suggestions during manuscript revision and final preparation, and reviewed and approved the final version of the manuscript. (3) Adriana Teixeira Rodrigues: Conceived the topic to be addressed. Participated in meetings, assisted in manuscript preparation, and approved the final version of the text. (4) Maria Laura Rezende Lima de Oliveira: Coordinated the medical students, searched for articles, compiled the content into tables, and participated in manuscript writing. (5) Beatriz Lobo Nunes Verçosa, Marina Sales De Lucca Rodrigues, and Juliana de Oliveira Otávio: Medical students who assisted in article synthesis, data compilation, and provided suggestions for the manuscript, with final approval of the text.

Funding: The authors declare that there was no funding or financial support source for the execution, preparation, or publication of this manuscript.

Conflict of interest: The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the research, authorship, or publication of this article. The corresponding author assumes full responsibility for all matters related to the manuscript.

How to cite this article: Oliveira MLRL, Verçosa BLN, Rodrigues AT, Rodrigues MSDL, Otávio JO, Liu PMF, Gomes RAS, Melo MCB. Potentialities and Challenges of AI in Pediatric Airway Management: An Integrative Review. *Latin Am J telehealth, Belo Horizonte*, 2025; 12(2): 218-230 ISSN: 2175-2990.

Potencialidades y Desafíos de la IA en el Manejo de la Vía Aérea Pediátrica: Una Revisión Integradora

Beatriz Lobo Nunes Verçosa

Estudiante de Medicina. Facultad de Ciencias Médicas de Minas Gerais. Miembro voluntaria de iniciación científica en la Universidad Federal de Minas Gerais. Estudiante de Medicina. Correo electrónico: bialnvercosa@gmail.com.

Adriana Teixeira Rodrigues

Doctora (PhD). Profesora de Pediatría. Coordinadora Médica de la Unidad del Niño y del Adolescente. Doctora (PhD). Profesora de Pediatría de la Facultad de Medicina de la UFMG. Coordinadora Médica de la Unidad del Niño y del Adolescente del HC-UFMG/EBSERH, Minas Gerais, Brasil. Profesora. Correo electrónico: adrianatr92@gmail.com.

Marina Sales De Lucca Rodrigues

Estudiante de Medicina, becaria de iniciación científica. Facultad de Ciencias Médicas de Minas Gerais. Miembro voluntaria de iniciación científica en la Universidad Federal de Minas Gerais. Estudiante de Medicina. Correo electrónico: marinarod1@hotmail.com.

Juliana de Oliveira Otávio

Estudiante de Medicina, becaria de iniciación científica. Estudiante de Medicina. Miembro voluntaria de iniciación científica. Facultad de Medicina. Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil. Estudiante de Medicina.

Priscila Menezes Ferri Liu

Doctora (PhD). Profesora de Pediatría y Jefa del Departamento de Pediatría. Doctora (PhD). Profesora de Pediatría de la Facultad de Medicina de la UFMG. Profesora. Correo electrónico: pmferri.liu@gmail.com.

Romina Aparecida dos Santos Gomes

Doctora (PhD). Profesora de Pediatría. Doctora (PhD). Profesora de Pediatría de la Facultad de Medicina de la UFMG. Pediatra intensivista del Hospital das Clínicas UFMG/EBSERH. Profesora. Correo electrónico: rominapediatra@gmail.com.

Maria do Carmo Barros de Melo

Investigadora posdoctoral. Profesora. Miembro del Centro de Telesalud y Profesora Titular del Departamento de Pediatría de la Facultad de Medicina de la UFMG. Profesora. Correo electrónico: mcbmelo@gmail.com.

Maria Laura Rezende Lima de Oliveira

Autora de correspondencia: Estudiante de Medicina. Miembro voluntaria de iniciación científica. Facultad de Medicina. Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil. UFMG. Estudiante de Medicina. Becaria de iniciación científica. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7340-3925>. Correo electrónico: marialauraroliveira@gmail.com.

Fecha de recepción: 29 de enero de 2026 | Fecha de aprobación: 27 de abril de 2026.

Resumen

Potencialidades y Desafíos de la IA en el Manejo de la Vía Aérea Pediátrica: Una Revisión Integradora

Objetivo: Sintetizar el conocimiento actual sobre la aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) en el manejo de la vía aérea en pacientes pediátricos en estado crítico. **Métodos:** Revisión integrativa (PRISMA 2020) de artículos originales y de revisión (de 2015 al 6 de abril de 2026), en portugués, inglés o español, centrada en pacientes pediátricos (de un mes a 18 años). Se realizó una búsqueda en PubMed, Scopus, y LILACS (abril 2025 a abril 2026) para responder a la pregunta: "¿Ayudan las herramientas de IA en el manejo de la vía aérea en niños críticamente enfermos?" **Resultados:** Se seleccionaron 12 artículos: cinco estudios de cohorte/observacionales y siete de revisión. Los estudios abordaron la IA en las fases pre, intra y posmanejo. **Conclusiones:** La IA representa un cambio de paradigma en el manejo de la vía aérea difícil en pediatría, migrando hacia una asistencia predictiva e individualizada. La evidencia sugiere una amplia aplicabilidad en todas las fases, lo que hace crucial el desarrollo y la difusión de herramientas para prevenir un manejo inadecuado y optimizar el pronóstico. La IA puede ser un soporte indispensable para la decisión clínica, mejorando la seguridad y eficacia del juicio humano, pero deben considerarse las barreras éticas para su uso. Se deben realizar más estudios robustos para contribuir a la literatura sobre el tema.

Palabras clave: Pediatría; Intubación Intratraqueal; Manejo de la Vía Aérea; Inteligencia Artificial.

Abstract

Objective: To synthesize current knowledge regarding the application of Artificial Intelligence (AI) in the airway management of critically ill pediatric patients. **Methods:** An integrative review (PRISMA 2020) of original and review articles (from 2015 to April 6, 2026), in Portuguese, English, or Spanish, focused on pediatric patients (one month to 18 years old). A search was conducted on PubMed, Scopus, and LILACS (April 2025 to April 2026) to answer the question: "Do AI tools assist in the airway approach of critically ill children?"

Results: 12 articles were selected: five Cohort/observational studies and seven reviews. The studies addressed AI in the pre-, intra-, and post-management phases. **Conclusions:** AI represents a paradigm shift in pediatric difficult airway management, moving towards predictive and individualized care. Evidence suggests broad applicability across all phases, making the development and dissemination of tools crucial to prevent inadequate management and optimize prognosis. AI can be an indispensable support for clinical decision-making, enhancing the safety and efficacy of human judgment, but ethical barriers to its use must be considered. Further robust studies should be conducted to contribute to the literature on the subject.

Key-words: Pediatrics; Intratracheal Intubation; Airway Management; Artificial Intelligence.

Potencialidades e Desafios da IA no Manejo da Via Aérea em Pediatria: Uma Revisão Integrativa

Objetivo: Sintetizar o conhecimento atual sobre a aplicação de Inteligência Artificial (IA) no manejo de vias aéreas pediátricas em estado grave. **Métodos:** Revisão integrativa (PRISMA 2020) de artigos originais e de revisão (2015 a 6 de abril de 2026), em português, inglês ou espanhol, focada em pacientes pediátricos (um mês a 18 anos). Busca na PubMed, Scopus e LILACS (abril de 2025 a abril de 2026) para responder: "As ferramentas de IA auxiliam na abordagem das vias aéreas em crianças criticamente enfermas?". **Resultados:** 12 artigos foram selecionados: cinco Coorte/observacional e sete de revisão. Os estudos abordaram a IA nas fases pré, intra e pós-manejo. **Conclusões:** A IA representa uma mudança paradigmática no manejo da via aérea difícil em pediatria, migrando para uma assistência preditiva e individualizada. As evidências sugerem ampla aplicabilidade em todas as fases, tornando crucial o desenvolvimento e disseminação de ferramentas para prevenir manejo inadequado e otimizar o prognóstico. A IA pode ser um suporte indispensável à decisão clínica, aprimorando a segurança e eficácia do julgamento humano, mas deve-se considerar as barreiras éticas para a sua utilização. Mais estudos robustos devem ser realizados de forma a contribuir para a literatura sobre o tema.

Palabras-chave: Pediatria; Intubação intratraqueal; Manuseio das vias aéreas; Inteligência artificial

INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) ha mejorado en los últimos años, consolidándose en la medicina como una herramienta prometedora en diversas áreas^{1,2,3}. Abarca diferentes subcampos que incluye el machine learning (ML), el deep learning (DL) y la computer vision (CV)^{1,2,3}. El ML se refiere a algoritmos capaces de aprender patrones a partir de datos para realizar predicciones, mientras que el DL, un subconjunto del ML, utiliza redes neuronales profundas para el análisis de datos complejos, especialmente imágenes y señales^{2,3}.

La CV permite la interpretación automatizada de imágenes y videos, con aplicaciones relevantes en el análisis anatómico y el apoyo a procedimientos médicos².

La intubación difícil, definida por criterios como el grado III o IV de Cormack-Lehane y tres o más intentos, tiene una incidencia del 0,28 % en niños de 0 a 15 años⁴. Para los niños con vías respiratorias difíciles, la necesidad de una vía aérea quirúrgica es del 2 %⁴. Además, la ventilación con bolsa-mascarilla difícil (DBMV) fue informada en el 6,6 % de los niños sanos de 0 a 8 años, una tasa considerablemente mayor que en los adultos (1,5 %)⁵. La incidencia general de dificultad en la ventilación con mascarilla y/o intubación endotraqueal en pacientes aparentemente normales es del 5,8 %⁶.

Por lo tanto, considerando que el manejo de la vía aérea es uno de los principales enfoques en la atención de emergencia/urgencias y los procedimientos anestésicos en pediatria, es de suma importancia saber cómo abordar los desafíos anatómicos y fisiológicos en la edad pediátrica^{4,5}.

Las complicaciones respiratorias son frecuentes en niños en estado crítico^{4,5}. Los eventos críticos relacionados con la anestesia y la incapacidad para intubar y oxigenar, aunque menos frecuentes, generan riesgo de muerte e indican una intervención inmediata⁴. Sin embargo, existe una alta tasa de fallas, asociada a la falta de estandarización de los procedimientos, la disponibilidad de equipos, el conocimiento inadecuado y el poco entrenamiento⁴. Así, mejorar el manejo de la vía aérea, especialmente en niños

en estado crítico, es extremadamente importante para evitar resultados indeseables y pronósticos desfavorables^{4,5,7}.

Con la evolución tecnológica actual, la IA puede utilizarse como herramienta de apoyo a la toma de decisiones para mejorar la calidad de la atención sanitaria, garantizando cuidados más eficientes y seguros⁷. Existen aplicaciones potenciales de la IA para el manejo de la vía aérea en pediatria, desde la evaluación del riesgo preoperatorio y la selección de dispositivos optimizados hasta la predicción de eventos adversos y la asistencia en procedimientos^{5,7,8}.

Además, la existencia de simulaciones y dispositivos de realidad virtual permite a los profesionales sanitarios recibir entrenamiento, lo que contribuye a mejores resultados clínicos^{4,6}.

A pesar de estos beneficios del uso de la IA, en pediatria, los avances en su uso no han sido tan significativos como en adultos, lo que requiere una mayor validación y pruebas de viabilidad para confirmar o refutar la aplicabilidad clínica de estas herramientas⁷. Dada la importancia del tema, este artículo tiene como objetivo proporcionar una síntesis del conocimiento actual sobre el uso de la IA en el manejo de la vía aérea en niños en estado crítico mediante una revisión bibliográfica integradora.

METODOLOGÍA

Se trata de un estudio de revisión integradora realizado de acuerdo con el checklist de PRISMA 2020⁹. Se incluyeron artículos publicados entre 2015 y el 6 de abril de 2026, en portugués, inglés o español, que abordaran el rango de edad pediátrica (de un mes a 18 años).

Se seleccionaron revisiones de literatura y artículos originales que respondieron a la pregunta guía: "¿Las herramientas de inteligencia artificial ayudan en el manejo de la vía aérea en niños en estado crítico?" Definimos el manejo de la vía aérea como cualquier intervención que involucre cualquier práctica, desde el entrenamiento, el posicionamiento del paciente y la administración de oxígeno, hasta la ejecución de la intubación

oro traqueal (IOT). Los estudios que no cumplieron con estos criterios fueron excluidos. Otros criterios de exclusión fueron el rango de edad exclusivamente adulto o neonatal o para procedimientos dentales. Las bases de datos utilizadas fueron las plataformas PubMed, Scopus y LILACS. La estrategia de búsqueda incluyó los siguientes descriptores combinados mediante operadores booleanos: ("inteligencia artificial" O "aprendizaje automático" O "aprendizaje profundo") Y ("manejo de la vía aérea" O "vía aérea difícil" O "intubación traqueal") Y ("pediátrico" O "niños"). El proceso de selección siguió los cuatro pasos del método PRISMA:

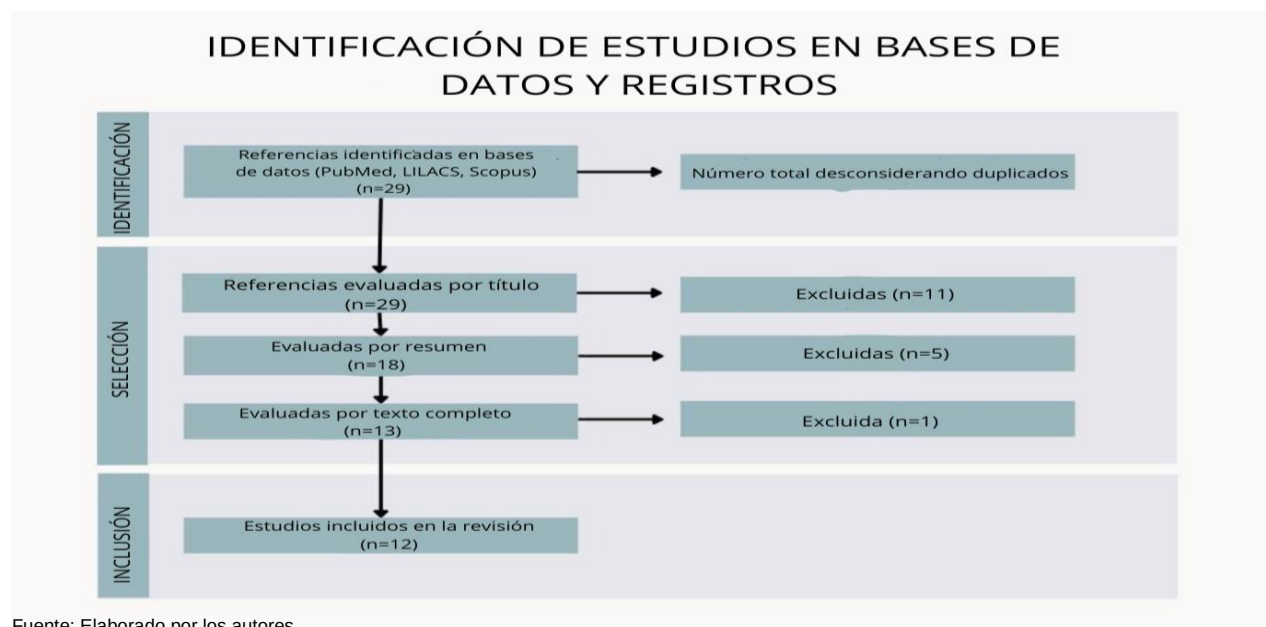
1. Identificación de registros en bases de datos;
2. Selección y eliminación de duplicados mediante análisis independiente de títulos y resúmenes;
3. Elegibilidad, con lectura del texto completo para aplicar criterios de exclusión;
- y 4. Inclusión, resultando en una muestra final de 12 artículos. Los textos fueron identificados y evaluados entre abril de 2025 y abril de 2026 por 4 revisores, manualmente, primero analizando los títulos, excluyendo todos aquellos

que no abordaban la inteligencia artificial en medicina, y posteriormente analizando los resúmenes. Una vez completada esta etapa, los artículos fueron leídos en su totalidad, seleccionados y analizados, considerando el rango de edad establecido y el uso de la inteligencia artificial como ayuda en la intubación traqueal. El nivel de evidencia se clasificó según el Instituto Joanna Briggs (JBI), que categoriza los estudios según su diseño metodológico y rigor científico, y según la lista de verificación STROBE para estudios observacionales. Esta búsqueda tuvo como objetivo evaluar críticamente la aplicabilidad y relevancia del uso de IA en el manejo de la vía aérea en pacientes pediátricos en estado crítico.

RESULTADOS

Inicialmente, se identificaron 13 artículos en PubMed, 21 en Scopus y 19 en LILACS a través de BVS. La Figura 1, elaborada según la estrategia PRISMA 2020 (9), ilustra cómo se realizó cada etapa de la búsqueda en la base de datos

Figura 1 - Identificación de estudios en bases de datos y registros.



La Tabla 1 resume los datos sobre los autores y el año de publicación, la institución que realizó el estudio, el tipo de publicación, las características metodológicas, el nivel de evidencia según JBI y el número de ítems según STROBE. De los 12 artículos seleccionados, seis son estudios observacionales o de cohortes

originales (predominantemente retrospectivos para ML) y seis son estudios de revisión (narrativos o estructurados).

La Tabla 2 presenta un resumen de los resultados obtenidos en cada uno de los textos seleccionados. Seis artículos destacaron el uso de modelos predictivos para calcular la longitud y

profundidad ideales del tubo endotraqueal; para predecir la necesidad inmediata de intubación al llegar al hospital en casos de trauma; y para anticipar eventos adversos intraoperatorios, como hipoxemia o fallo de ventilación. Cuatro estudios asociaron la CV con una mayor precisión anatómica, proporcionando asistencia en tiempo real e identificación de estructuras durante videolaringoscopias y broncoscopias. Finalmente,

otras posibles aplicaciones de la IA presentadas incluyeron la automatización y optimización de datos, y el uso de tecnologías multifuncionales, como la creación de modelos anatómicos complejos mediante impresión 3D, lo que permite simulaciones de alta fidelidad y entrenamiento de equipos para escenarios de emergencia del mundo real.

Tabla 1 - Autores, año de publicación, institución del estudio, tipo de publicación, rigor científico, nivel de evidencia, calidad metodológica de los 14 artículos seleccionados.

Autores/Año de publicación	Institución del estudio	Tipo de publicación	Características metodológicas	Nivel de evidencia a JBI	Número de ítems de acuerdo con STROBE
Matava <i>et al.</i> (2020a) (7)	The Hospital for Sick Children, Toronto, Canadá	Revisión narrativa	Realizó una búsqueda en las bases de datos Ovid Medline, PubMed y IEEE. Los artículos fueron revisados manualmente para relevancia.	5.c	-
Matava <i>et al.</i> (2020b) (10)	The Hospital for Sick Children, Toronto, Canadá	Estudio Retrospectivo o Observacional	Desarrollo de una Red Neural Convolutiva (CNN) utilizando 775 imágenes de videolaringoscopia y broncoscopia para clasificar anatomía en tiempo real.	3.e	24 em 32
Lonsdale <i>et al.</i> (2020) (8)	Johns Hopkins All Children's Hospital, EUA	Revisión Narrativa	Análisis de la literatura sobre <i>machine learning</i> en la investigación pediátrica, con ejemplos en cuidados críticos, medicina transfusional y anestesiología.	5.c	-

Kim <i>et al.</i> (2023) (11)	All India Institute of Medical Sciences, Jodhpur, India	Estudio de Cohorte Retrospectivo	Realizó una búsqueda en bancos de datos electrónicos (Google Scholar, Cochrane, PubMed) que resultó en 3.200 artículos. Después de la selección y aplicación de criterios, 12 artículos fueron incluidos para análisis. El proceso de selección fue documentado con un diagrama de flujo PRISMA.	3.b	30 en 32
Hsu <i>et al.</i> (2020) (5)	Children's Hospital of Philadelphia, University of Pennsylvania	Revisión Narrativa	El artículo resume la literatura científica reciente, introduce nuevos dispositivos y técnicas y destaca innovaciones (POCUS, impresión 3D, IA) en el manejo de la vía aérea difícil pediátrica.	5.c	-
Haag <i>et al.</i> (2024) (4)	Inselspital, Bern University Hospital, Suiza	Revisión Narrativa	Sistematización de datos y modelos animales (8 estudios relevantes) para el acceso cervical de emergencia (eFONA) en pediatría, abordando la influencia de simuladores 3D y IA.	Nivel 5.c	-
Sullivan <i>et al.</i> (2024) (12)	Universidad de Utah, Estados Unidos	Estudio de Cohorte Retrospectivo	Recolección de datos, durante 23 meses, en 4 centros de trauma pediátricos, utilización de modelo de inteligencia artificial para predecir la necesidad de intubación en la sala de emergencia en	Nivel 3.b	26 en 32

			niños y adolescentes traumatizados		
Galvez <i>et al.</i> (2017) (13)	The Children's Hospital of Philadelphia, University of Pennsylvania Perelman School of Medicine, Estados Unidos	Estudio Retrospectivo o Observacional	Selección de pacientes ASA 1 y 2 sometidos a procedimientos comunes, grupos balanceados: en 300 pacientes por tipo de dispositivo, datos recogidos automáticamente y analizados estadísticamente utilizando paquete de MATLAB R2015b para clasificación e implementación del algoritmo de inteligencia artificial	Nivel 3.e	24 en 32
Shim <i>et al.</i> (2023) (14)	Kangbuk Samsung Hospital e Chung-Ang University (Corea del Sur)	Estudio de Cohorte retrospectivo	Estudio de cohorte retrospectivo con 1.436 pacientes divididos en entrenamiento (70%) y test (30%). Validó el modelo <i>Elastic Net</i> con validación cruzada 5-fold contra métodos de fórmula	3.b	27 en 32
Madadi <i>et al.</i> (2025) (15)	Shahid Beheshti University of Medical Sciences (Irã) e Harvard Medical School (EUA)	Revisión Narrativa	Revisión clínica narrativa enfocada en la integración de modelos de IA en la anestesiología pediátrica. Discute aplicaciones perioperatorias y desafíos éticos sin búsqueda sistemática estricta documentada.	5.c	-

Nakamura et al. (2025) (16)	Kouseikai Takai Hospital y Gifu Prefectural General Medical Center (Japón)	Estudio Retrospectivo o Observacional	Estudio retrospectivo para desarrollo de modelo de <i>Machine Learning</i> (YOLOv8n). Usó 1.197 imágenes de 653 videos para entrenamiento/validación y 399 imágenes para test empírico.	3.e	24 de 32
Shah et al. (2026) (17)	College of Medicine, Central Michigan University (EUA)	Revisión Narrativa	Revisión narrativa estructurada, empleando búsqueda sistemática en cuatro bases de datos (EBSCO, PubMed, Scopus, Web of Science) y aplicación de la estructura PICO y de la herramienta PROBAST para evaluación del sesgo en 11 estudios incluidos.	5.c	-

Tabla 2 - Síntesis de los resultados considerando el uso de IA en el manejo de vías respiratorias difíciles en niños.

Autores/Año de publicación	Relevancia
Matava et al. (2020a) (7)	Los resultados de la revisión resaltan el potencial de la IA en diversas áreas: diagnóstico, mediante el análisis facial para predecir intubaciones difíciles y redes neuronales para detectar obstrucciones de las vías respiratorias; asistencia en procedimientos, con algoritmos que identifican la anatomía en tiempo real durante laringoscopias; y predicción de resultados como la hipoxia, si bien se observa una escasez de investigaciones centradas específicamente en los resultados de las vías respiratorias pediátricas. Se concluyó que la IA tiene un gran potencial para ayudar a los médicos a superar dificultades, pero debe considerarse una herramienta de apoyo que no sustituye el juicio clínico.

Matava et al. (2020b) (10)	Las redes neuronales convolucionales (ResNet e Inception) mostraron una alta sensibilidad (>0,86) y especificidad (>0,97) en la clasificación y el etiquetado en tiempo real de las cuerdas vocales y los anillos traqueales a partir de laringoscopias/broncoscopias, sirviendo como ayuda para los operadores en situaciones de vía aérea difícil.
Lonsdale et al. (2020) (8)	Esto demuestra la creciente aplicación del aprendizaje automático para predecir las necesidades de la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos, los fallos de extubación y la predicción intraoperatoria compleja, lo que indica una mejora continua en los modelos predictivos en comparación con las puntuaciones tradicionales (como el PEWS).
Kim et al. (2023) (11)	El modelo GBRT, entrenado utilizando únicamente datos demográficos (edad, peso, altura), demostró una precisión impresionante en la predicción del tamaño y la profundidad (error absoluto de 0,7 cm), superando con creces las heurísticas convencionales y las fórmulas pediátricas tradicionales basadas en la edad.
Hsu et al. (2020). (5)	Los principales hallazgos del estudio resaltan la importancia de las técnicas híbridas, como el uso combinado de videolaringoscopia y broncoscopia flexible, y el papel transformador de las nuevas tecnologías. La ecografía en el punto de atención (POCUS) demostró ser una herramienta versátil para evaluar el tamaño del tubo, confirmar su colocación, identificar la membrana cricotiroides y analizar el contenido gástrico. Además, el estudio señala la impresión 3D como un recurso para la simulación preoperatoria y la inteligencia artificial (IA) para predecir intubaciones difíciles y guiar procedimientos en tiempo real. La conclusión es que, si bien las técnicas híbridas son cruciales, el futuro del manejo de la vía aérea pediátrica se verá profundamente impactado por innovaciones como la POCUS, la impresión 3D y la IA, que prometen mejorar significativamente la seguridad y la planificación clínica.
Haag et al. (2024) (4)	Aborda el potencial de la IA en el manejo de vías respiratorias difíciles en pediatría, en particular para ayudar en el reconocimiento de la anatomía de las vías respiratorias durante la intubación y en el proceso de toma de decisiones con respecto a la presión, a través del análisis de datos vitales y la identificación de la hipoxia, por ejemplo.
Sullivan et al. (2024) (12)	El modelo de IA utilizado demostró una buena capacidad para predecir la necesidad de intubación de emergencia en niños después de un traumatismo, lo que resulta útil en la toma de decisiones tempranas, reduciendo las intubaciones innecesarias y los retrasos potencialmente fatales.
Galvez et al. (2017) (13)	El sistema desarrollado, que utiliza inteligencia artificial, puede emplearse para facilitar la documentación automática de datos durante las cirugías, reduciendo la

	fatiga por alarmas al mejorar la precisión en la detección de cambios en la ventilación. Puede funcionar como un sistema de apoyo a la toma de decisiones clínicas.
Shim <i>et al.</i> (2023) (14)	Utilizando un modelo Elastic Net basado en datos de referencia (edad, sexo, peso y altura), la IA predijo la profundidad ideal del tubo con una tasa de malposición de solo el 17,9 %, en comparación con tasas que oscilan entre el 35,7 % y el 62,2 % en métodos basados en edad, altura y calibre. El modelo aborda una consecuencia directa del manejo de vías aéreas cortas y difíciles: intubación excesivamente profunda (endobronquial) o intubación insuficiente. Reducir la necesidad de múltiples intentos de reposicionamiento minimiza el trauma, el edema glótico y el empeoramiento del estado de una vía aérea previamente difícil en niños.
Madadi <i>et al.</i> (2025) (15)	En situaciones extremas, la integración de la visión artificial guiada por IA en la ecografía tiene el potencial de ayudar a los anestesiólogos a reconocer la anatomía para el acceso quirúrgico de emergencia (eFONA). Sin embargo, la mayoría de estos modelos de predicción anatómica visual aún no se han validado específicamente en la población pediátrica.
Nakamura <i>et al.</i> (2025) (16)	La IA reconoció con éxito la vía aérea incluso en condiciones subóptimas, como la escasa visibilidad de los cartílagos aritenoides o la epiglotis en lactantes. Sin embargo, la IA mostró vulnerabilidades en situaciones de vía aérea complicadas: la detección falló en presencia de exceso de sangre o secreciones, o cuando las guías obstruían la visión, y también existía un riesgo crítico de que la IA identificara erróneamente la abertura esofágica como la laringe.
Shah <i>et al.</i> (2026) (17)	El estudio advierte que las herramientas de IA actuales presentan un alto riesgo de sesgo algorítmico al tratar con vías respiratorias anatómicamente anormales o difíciles. Dado que la mayoría de los modelos se entrenaron con poblaciones muy homogéneas, la precisión de la IA puede disminuir drásticamente al tratar con pacientes que presentan restricciones craneofaciales o variaciones anatómicas distintas a las presentes en la base de datos original.

Frente a los datos recopilados, se elaboró una tabla resumen (Tabla 3) de las principales aplicaciones de la IA en el manejo de la vía aérea pediátrica.

Tabla 3 - Principales aplicaciones, detalles de uso y beneficio clínico de la IA en el manejo de la vía aérea pediátrica en las fases preoperatoria, postoperatoria y general.

Fase del Cuidado	Aplicación de la IA / Tecnología	Detalles de la Utilización	Beneficio Clínico Principal
Pre e intra-manejo	Análisis Facial y Visión Computacional	Predicción de vía aérea difícil a través del análisis de características faciales.	Anticipación de intubaciones difíciles para mejor planeamiento.
	Modelo e Impresión 3D	Uso de software alimentado por imágenes radiológicas para crear modelos anatómicos de órganos y vías aéreas en < 5 min.	Planeamiento de cirugías complejas (tumores, anomalías) con dispositivos personalizados.
	Algoritmos Predictivos (Machine Learning)	Evaluación de riesgo (ejemplo: necesidad de intubación en trauma, eventos respiratorios adversos).	Selección precoz y reducción de intubaciones desnecesarias.
	Asistencia en Tiempo Real (CV)	Identificación de estructuras anatómicas durante laringoscopia y broncoscopia.	Orientación durante el procedimiento y aumento de la seguridad.
	Soporte a la Decisión Anestésica	Optimización de la selección del tamaño/profundidad del tubo y estimativa de la profundidad anestésica, por medio de ML.	Reducción de complicaciones relacionadas al manejo del equipamiento.
	Monitoreo Inteligente	Análisis de señales vitales para prevenir hipoxia/hipoxemia y documentación automática de datos.	Detección rápida de alteraciones fisiológicas y reducción de la "fatiga de alarmas".

	POCUS + IA	Ultrasonografía en el centro de atención para confirmar posición del tubo e identificar membrana cricotiroides.	Confirmación inmediata y segura del posicionamiento de la vía aérea.
Postmanejo	Predicción de Fallas	Análisis de patrones fisiológicos sutiles para predecir el fracaso de la extubación y el fracaso de la ventilación no invasiva (BIPAP).	Prevención de la reintubación no planificada e intervención temprana.
General / transversal	Educación y formación	Gamificación y simulación realista con maniqués.	Mejorar las habilidades técnicas de los profesionales. Familiarizar a los niños con los procesos que se deben llevar a cabo.

Fuente: los autores, con base en los hallazgos de la revisión integradora realizada.

DISCUSIÓN

Esta revisión integradora se centró en sintetizar el conocimiento actual sobre el uso de la IA en el manejo de la vía aérea en niños en estado crítico. En general, se observa que esta tecnología puede utilizarse como herramienta de enseñanza para técnicas quirúrgicas y anestésicas y durante todo el período perioperatorio del manejo de la vía aérea, desde el período preoperatorio hasta el postoperatorio. Su aplicación más concreta ha sido en la predicción de factores de riesgo y la planificación del abordaje en pacientes pediátricos. Los modelos de IA han demostrado ser capaces de predecir intubaciones difíciles mediante análisis facial^{5, 10}, anticipar la necesidad de intubación de emergencia en niños traumatizados al ingreso¹² y predecir con alta precisión el tubo endotraqueal ideal a utilizar^{11, 14}. Un modelo de ML basado en regresión regularizada evaluado por Shim et al. demostró ser capaz de reducir el riesgo de profundidad de intubación inadecuada del 62,2 % a solo el 17,9 %¹⁴. Además, los algoritmos predictivos también demuestran éxito en la anticipación de eventos adversos, como la predicción de hipoxemia intraoperatoria con minutos de antelación¹⁵.

Otro uso comprobado de la IA es la asistencia en procedimientos. La visión computacional se utiliza en la identificación de la

anatomía del niño en tiempo real durante laringoscopias. Matava et al., en un estudio observacional, demostraron la aplicabilidad de las redes neuronales convolucionales (CNN) que clasifican las cuerdas vocales y los anillos traqueales en tiempo real durante la videolaringoscopia y la broncoscopia, logrando una alta sensibilidad (0,86) y especificidad (0,98).¹⁰ El artículo de Nakamura et al. demostró que el modelo YOLOv8n fue capaz de detectar la laringe en lactantes con un área bajo la curva (AUC) de 0,91, aunque advirtió sobre posibles errores técnicos en la identificación del esófago debido a la proximidad anatómica. (16) Los estudios de Haag et al. y Hsu et al. demostraron la capacidad de la IA para auxiliar en la reconstrucción de imágenes radiológicas para la creación de modelos anatómicos 3D detallados, mejorando la planificación de casos quirúrgicos complejos y la preparación para el acceso cervical de emergencia.^{4,5}

Además de estos usos, Gálvez et al. demostraron que los sistemas de IA pueden utilizarse para detectar automáticamente la técnica de vía aérea en uso (invasiva versus no invasiva) a través del monitor respiratorio.¹³ Después del análisis, se concluyó que, además de automatizar la documentación, reduce la fatiga auditiva causada por las alarmas y mejora la precisión en la detección de cambios en el patrón ventilatorio.¹³

Otro uso, documentado por Madadi et al., fue la adopción de “gemelos digitales” (réplicas virtuales de procesos físicos, alimentados en tiempo real por IA) y gamificación en realidad virtual, tanto para entrenar las habilidades técnicas necesarias para el manejo de la vía aérea por parte de los médicos, como para la educación del paciente, haciendo que los niños estén más familiarizados con el proceso pre-, peri- y postoperatorio, reduciendo la ansiedad y generando mejores pronósticos.

Sin embargo, el análisis de los artículos seleccionados mostró que aún se requiere una amplia inversión en la aplicación de la IA en el enfoque pediátrico. La inteligencia artificial (IA) tiene varios usos potenciales. Sin embargo, los resultados señalan una limitación ampliamente reconocida para su implementación generalizada en la práctica clínica y quirúrgica pediátrica a pie de cama.^{7, 8, 15, 17} Shah et al. mencionan el exceso de estudios retrospectivos de un solo centro y la marcada falta de validación externa formal.¹⁷ Madadi et al. también identificaron la falta de bases de datos demográficamente diversas como una barrera, generando un riesgo de sesgo algorítmico poblacional.¹⁵ Lonsdale et al. y Shah et al. refuerzan la necesidad de verificación de seguridad, transparencia del modelo y directrices bioéticas claras para el uso de la IA en la práctica.^{8, 17}

La literatura reciente confirma el potencial de esta tecnología, cuya aplicabilidad abarca todas las fases de la toma de decisiones clínicas: en la planificación, permitiendo reconstrucciones anatómicas 3D rápidas y accesibles para casos complejos; durante el manejo, brindando apoyo en tiempo real para la identificación anatómica y la optimización del dispositivo; y en el postmanejo, anticipando complicaciones como fallas en la extubación a través del análisis de datos fisiológicos. Con base en los datos presentados, este estudio contribuye a la literatura al presentar una síntesis del conocimiento actual proveniente de bases de datos internacionales relevantes sobre el uso de la Inteligencia Artificial (IA) en el manejo de la vía aérea pediátrica en pacientes críticos. Este conocimiento tiene el potencial de apoyar a diversos profesionales médicos, incluidos anestesiólogos, médicos de urgencias y cirujanos pediátricos. Esta síntesis se vuelve aún más relevante al considerar que la intubación difícil ocurre en el 0,28 % de los pacientes pediátricos, con una mayor prevalencia en niños menores de 1 año de edad¹⁸.

Este estudio tiene algunas limitaciones. Consideramos los siguientes factores limitantes: la inclusión de un número reducido de textos, a pesar de la búsqueda en tres bases de datos; el bajo nivel de evidencia de la mayoría de los artículos incluidos; y el criterio de inclusión restringido a artículos originales o de revisión disponibles

apenas en inglés, portugués o español. También se excluyeron los artículos que abordaban exclusivamente el grupo de edad neonatal, un grupo con intubaciones difíciles que podría beneficiarse del uso de la IA¹⁸. Además de las limitaciones metodológicas, el uso de la Inteligencia Artificial (IA) en la práctica clínica plantea importantes consideraciones éticas y regulatorias. Entre las principales preocupaciones se encuentran la posibilidad de sesgos algorítmicos, la limitada capacidad de generalización de los modelos entrenados en grupos poblacionales específicos y la falta de directrices claras para definir la responsabilidad clínica en escenarios de toma de decisiones asistida por IA. En consecuencia, las validaciones externas rigurosas y la creación de regulaciones apropiadas son imperativas como pasos preliminares esenciales para la implementación a gran escala.

CONCLUSIÓN

La integración de la Inteligencia Artificial (IA) en el manejo de la vía aérea difícil en pediatría se perfila como un hito, transformando el paradigma de un enfoque reactivo en un modelo predictivo y altamente personalizado. Sin embargo, la transición de estas innovaciones de la investigación a la práctica clínica diaria se ve obstaculizada por importantes desafíos. La generalización de los resultados actuales se ve limitada por la falta de una validación externa sólida y la necesidad imperiosa de desarrollar algoritmos específicamente con datos pediátricos para evitar sesgos derivados de los modelos para adultos. En este contexto, el futuro del manejo de la vía aérea pediátrica estará marcado por la multimodalidad, basada en la sinergia entre técnicas híbridas, ecografía en el punto de atención, POCUS (Point-of-Care Ultrasound) y herramientas computacionales avanzadas. En este ecosistema, la IA asume el rol no de sustituto, sino de sistema indispensable de apoyo a la toma de decisiones, aumentando la seguridad y la eficacia del juicio clínico humano. Por lo tanto, es crucial incrementar la inversión en proyectos de investigación en este ámbito, priorizando la realización de estudios prospectivos de alta calidad.

REFERENCIAS

1. Russell SJ, Norvig P. Artificial intelligence: a modern approach. 4th ed. Hoboken (NJ): Pearson; 2021.
2. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence.

Nat Med. 2019;25(1):44-56. doi:10.1038/s41591-018-0300-7.

3.LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. *Nature*.2015;521(7553):436-444. doi:10.1038/nature14539.

4.Haag AK, Tredese A, Bordini M, Fuchs A, Greif R, Matava C, Riva T, Scquizzato T, Disma N. Emergency front-of-neck access in pediatric anesthesia: a narrative review. *Paediatr Anaesth*. 2024;34(6):495-506. doi:10.1111/pan.14875.

5.Hsu G, Fiadjoe JE. The pediatric difficult airway: updates and innovations. *Anesthesiol Clin*. 2020;38(3):459-475. doi:10.1016/j.anclin.2020.05.001.

6.Ryan ML, Wang S, Pandya SR. Integrating artificial intelligence into the visualization and modeling of three-dimensional anatomy in pediatric surgical patients. *J Pediatr Surg*. 2024;59:161629. doi:10.1016/j.jpedsurg.2024.161629.

7.Matava C, Pankiv E, Ahumada L, Weingarten B, Simpao A. Artificial intelligence, machine learning and the pediatric airway. *Paediatr Anaesth*. 2020;30(3):264-268. doi:10.1111/pan.13806.

8.Lonsdale H, Gray GM, Ahumada LM, Matava CT. Machine vision and image analysis in anesthesia: narrative review and future prospects. *Anesth Analg*.2023;137(4):830-840. doi:10.1213/ANE.0000000000006532.

9.Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71.

10.Matava C, Pankiv E, Raisbeck S, Caldeira M, Alam F. A convolutional neural network for real-time classification, identification, and labelling of vocal cord and trachea using laryngoscopy and bronchoscopy video. *J Med Syst*. 2020;44(2):44. doi:10.1007/s10916-019-1481-4.

11.Kim H, Yoon HK, Lee H, Jung CW, Lee HC. Predicting optimal endotracheal tube size and depth in pediatric patients using demographic data and machine learning techniques. *Korean J Anesthesiol*. 2023;76(6):540-549. doi:10.4097/kja.23501.

12.Sullivan TM, et al. Development and validation of a Bayesian network predicting intubation following hospital arrival among injured children. *J Pediatr Surg*. 2025;60:161888. doi:10.1016/j.jpedsurg.2025.161888.

13.Gálvez JA, Jalali A, Ahumada L, Simpao AF, Rehman MA. Neural network classifier for automatic detection of invasive versus noninvasive airway management technique based on respiratory monitoring parameters in pediatric anesthesia. *J Med Syst*. 2017;41(10):153. doi:10.1007/s10916-017-0787-3.

14.Shim JG, Lee EK, Oh EJ, Cho EA, Park J, Lee JH, Ahn JH. Predicting the risk of inappropriate depth of endotracheal intubation in pediatric patients using machine learning approaches. *Sci Rep*. 2023;13(1):5156. doi:10.1038/s41598-023-32122-5.

15.Madadi F, Dabbagh A, Sabouri AS. Artificial intelligence in pediatric anesthesia. *Anesthesiol Clin*. 2025;43(3):453-469. doi:10.1016/j.anclin.2025.06.003.

16.Nakamura H, Fukuda K, Asano T, Masue T. Development of an artificial intelligence-assisted system for tracheal intubation using a video laryngoscope in infants and neonates. *J Clin Anesth*. 2025;106:111914. doi:10.1016/j.jclinane.2025.111914.

17.Shah A, Fakhoury P, Butler E, Patel M, Zimmerman C, Macdonald L, Almasnaah A, Sanku D, Patel K, Saasouh W. Applications of artificial intelligence in pediatric anesthesia: a structured narrative review. *Paediatr Anaesth*. 2024. doi:10.1111/pan.15036.

18.Lima EA, et al. Recomendações da Sociedade Brasileira de Anestesiologia (SBA) para controle da via aérea difícil em pediatria. *Braz J Anesthesiol*.2024;74(1):74478.doi:10.1016/j.bjane.2023.08.006.

Declaración de responsabilidad: Declaración de responsabilidad: Declaramos que todos los autores participaron en el desarrollo y la elaboración de este trabajo. Detalles de las responsabilidades de cada autor en la preparación del manuscrito: (1) Maria do Carmo Barros de Melo: Supervisora de los estudiantes de medicina, responsable de la redacción del manuscrito y de la revisión final. (2) Priscila Menezes Ferri Liu y Romina Aparecida dos Santos Gomes: Participaron en reuniones, aportaron sugerencias durante la revisión y preparación final del manuscrito, y revisaron y aprobaron la versión final del documento. (3) Adriana Teixeira Rodrigues: Concibió el tema a abordar. Participó en reuniones, colaboró en la elaboración del manuscrito y aprobó la versión final del texto. (4) Maria Laura Rezende Lima de Oliveira: Coordinó a los estudiantes de medicina, realizó la búsqueda de artículos, organizó el contenido en tablas y participó en la redacción del manuscrito. (5) Beatriz Lobo Nunes Verçosa, Marina Sales De Lucca Rodrigues y Juliana de Oliveira Otávio: Estudiantes de medicina que colaboraron en la síntesis de los artículos, la recopilación de datos y la elaboración de sugerencias para el manuscrito, además de aprobar la versión final del texto.

Financiación: Los autores declaran que no existió ninguna fuente de financiamiento o apoyo financiero para la ejecución, elaboración o publicación de este manuscrito.

Conflicto de interés: Los autores declaran que no existen conflictos de interés relacionados con la investigación, la autoría o la publicación de este artículo. La autora de correspondencia asume la plena responsabilidad de todos los aspectos relacionados con el manuscrito.

Cómo citar este artículo: Oliveira MLRL, Verçosa BLN, Rodrigues AT, Rodrigues MSDL, Otávio JO, Liu PMF, Gomes RAS, Melo MCB. Potencialidades y Desafíos de la IA en el Manejo de la Vía Aérea Pediátrica: Una Revisión Integradora. Belo Horizonte, 2025; 12(2): 231-244 ISSN: 2175-2990.

Telehealth as support for primary health care in remote regions of Brazil: an integrative literature review

Shirley Karolina da Silva Ferreira

PhD student at Federal University of Santa Catarina (UFSC), Brazil.
Master's degree holder. Email: shirley.karolina@posgrad.ufsc.br.

Geovana Batista de Campos

Corresponding author: PhD student at Federal University of Goiás (UFG), Brazil. Master's degree holder. ORCID: 0000-0002-4577-6748.
Email: geovana.batista@discente.ufg.br.

Date of Receipt: March 19, 2026 | Approval Date: June 11, 2026

Abstract

Objective: To analyze the use of telehealth in primary health care in remote regions of Brazil, highlighting its benefits, challenges, and contributions to health in these areas. **Methods:** This is an integrative literature review. The search was performed in the PubMed, BVS, CAPES Journal Portal, and Google Scholar databases, using filters for language (Portuguese, English, and Spanish), open access, and a publication period between 2015 and 2025. Studies were selected using Rayyan® software, through the review of titles, abstracts, and full-text articles, following inclusion criteria focused on the use of telehealth in PHC in remote regions of Brazil. **Results:** A total of 743 studies were identified, of which 8 met the eligibility criteria and comprised the final sample. The included articles address different telehealth strategies applied to PHC in remote regions of Brazil, with an emphasis on initiatives targeting vulnerable populations. The studies highlight benefits such as expanded access, technical feasibility, user satisfaction, and strengthened care networks, although challenges related to infrastructure, connectivity, and professional training persist. **Conclusions:** Telehealth is a strategic tool for expanding access and improving the quality of care in Primary Health Care in remote regions of Brazil. Theoretically, it contributes to understanding the potential and limitations of digital health in the context of health equity. In practice, it highlights the importance of investments in infrastructure, professional training, and integrated public policies to strengthen the SUS and reduce territorial inequalities in health care.

Key-words: Telemedicine; Primary Health Care; Effective Access to Health Services; Remote Areas; Brazil.

Resumen

La telesalud como apoyo a la atención primaria de salud en regiones remotas de Brasil: una revisión integradora de la literatura

Objetivo: Analizar el uso de la telesalud en la atención primaria de salud en regiones remotas de Brasil, destacando sus beneficios, retos y contribuciones a la salud en esas zonas. **Métodos:** Se trata de una revisión integradora de la literatura. La búsqueda se llevó a cabo en las bases de datos PubMed, BVS, Portal de Periódicos CAPES y Google Scholar, con filtros de idioma (portugués, inglés y español), acceso abierto y periodo de publicación entre 2015 y 2025. Los estudios se seleccionaron en el software Rayyan®, mediante la lectura de títulos, resúmenes y textos completos, siguiendo criterios de inclusión centrados en el uso de la telesalud en la APS en regiones remotas de Brasil. **Resultados:** Se encontraron 743 estudios, de los cuales 8 cumplieron los criterios de elegibilidad y conformaron la muestra final. Los artículos incluidos abordan diferentes estrategias de telesalud aplicadas a la APS en regiones remotas de Brasil, con especial atención a las acciones dirigidas a poblaciones vulnerables. Los estudios evidencian beneficios como la ampliación del acceso, la viabilidad técnica, la satisfacción de los usuarios y el fortalecimiento de las redes de atención, aunque persisten retos relacionados con la infraestructura, la conectividad y la capacitación profesional. **Conclusiones:** La telesalud es una herramienta estratégica para ampliar el acceso y mejorar la calidad de la atención primaria en regiones remotas de Brasil. Teóricamente, contribuye a la comprensión de las potencialidades y limitaciones de la salud digital en el contexto de la equidad en salud. En la práctica, destaca la importancia de las inversiones en infraestructura, formación profesional y políticas públicas integradas para fortalecer el SUS y reducir las desigualdades territoriales en la atención sanitaria.

Palabras clave: Telemedicina; Atención Primaria de Salud; Acceso Efectivo a los Servicios de Salud; Zonas Remotas; Brasil.

Telessaúde como apoio à atenção primária à saúde em regiões remotas no Brasil: revisão integrativa da literatura

Objetivo: Analisar o uso da telessaúde na APS em regiões remotas do Brasil, destacando seus benefícios, desafios e contribuições para a saúde nessas áreas. **Métodos:** Trata-se de uma revisão integrativa da literatura. A busca foi realizada nas bases PubMed, BVs, Portal de Periódicos CAPES e Google Scholar, com filtros de idioma (português, inglês e espanhol), acesso aberto e período de publicação entre 2015 e 2025. Os estudos foram selecionados no software Rayyan®, por meio da leitura de títulos, resumos e textos completos, seguindo critérios de inclusão voltados ao uso da telessaúde na APS em regiões remotas do Brasil. **Resultados:** Foram encontrados 743 estudos, dos quais 8 atenderam aos critérios de elegibilidade e compuseram a amostra final. Os artigos incluídos abordam diferentes estratégias de telessaúde aplicadas à APS em regiões remotas do Brasil, com destaque para ações voltadas a populações vulneráveis. Os estudos evidenciam benefícios como ampliação do acesso, viabilidade técnica, satisfação dos usuários e fortalecimento das redes de cuidado, embora persistam desafios relacionados à infraestrutura, conectividade e capacitação profissional. **Conclusões:** A telessaúde é uma ferramenta estratégica para ampliar o acesso e qualificar o cuidado na Atenção Primária em regiões remotas do Brasil. Teoricamente, contribui para a compreensão das potencialidades e limitações da saúde digital no contexto da equidade em saúde. Na prática, destaca a importância de investimentos em infraestrutura, formação profissional e políticas públicas integradas para fortalecer o SUS e reduzir desigualdades territoriais no cuidado em saúde.

Palavras-chave: Telemedicina; Atenção Primária à Saúde; Acesso Efetivo aos Serviços de Saúde; Zonas Remotas; Brasil

INTRODUCTION

Telehealth is the provision of health services mediated by information and communication technologies (ICTs) to overcome geographic barriers, expand access, support clinical decision-making, and optimize the use of distributed resources, ensuring high-quality care across several specialties. The origins of telehealth are inextricably linked to the origins of telemedicine, which was initially focused specifically on medical activities¹. Although both terms share the same underlying principle of using technology to deliver care remotely, telehealth broadens this concept to encompass other health-related fields, including health promotion and protection, health education, and public and community health^{1, 2}.

Telehealth has provided medical and care services remotely, facilitating access to diagnostics, consultations, patient monitoring, and health education. These technologies encompass tools such as teleconsultations, telediagnosics, telemonitoring, and professional training, enabling greater efficiency in care delivery, particularly in remote regions or areas facing resource shortages. Telehealth promotes the democratization of healthcare, reduces costs, and enhances the quality of care, becoming increasingly integrated into health systems³.

Telehealth has gained prominence in Brazil as a strategy to reduce inequalities in access to healthcare, particularly in remote regions where Primary Health Care (PHC) faces challenges such as a shortage of professionals and precarious infrastructure³. The Telehealth Brazil Networks Program (Programa Telessaúde Brasil Redes), launched in 2007 and expanded in 2011, marked a milestone in the integration of digital technologies

into PHC, with a focus on underserved regions⁴. The “Telehealth Manual for Basic Care/Primary Health Care,” developed by the Ministry of Health in partnership with the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), highlights telehealth as a fundamental strategy for strengthening PHC in Brazil, as well as the Unified Health System (SUS)⁵.

During the COVID-19 pandemic, Ministry of Health Ordinance number 467/2020 accelerated the adoption of telemedicine, highlighting its potential to overcome geographic barriers during health emergencies⁶. However, recent studies indicate that the sustainability of these initiatives depends on continuous investment in connectivity and professional training⁷. The COVID-19 pandemic significantly accelerated the adoption and consolidation of telehealth in Brazil, transforming it into an essential tool for the healthcare system. Before the pandemic, telehealth was already growing but faced regulatory and infrastructure challenges. During the health crisis, its use was widely encouraged to reduce the movement of people within healthcare facilities, prevent transmission, and ensure remote care for patients with other health conditions [8]. Although it is a transformative tool for Primary Health Care (PHC), capable of enhancing the problem-solving capacity of care teams, professional expertise, and equity in access to healthcare, its full consolidation still relies on investments in infrastructure, permanent regulatory frameworks, and ongoing digital education.

In the Brazilian context, the North region faces several public health challenges, particularly regarding infectious diseases^{9,10}. For example, malaria is caused by parasites of the genus *Plasmodium* spp. Researchers in Manaus (AM) conducted a study using a multicomponent

telehealth strategy implemented in the region, aiming to increase adherence to *Plasmodium vivax* malaria treatment and strengthen pharmacovigilance regarding the use of primaquine, a medication that can cause hemolytic anemia in individuals with glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD) deficiency. In this study, the researchers used educational materials containing information on treatment and warning signs; an mHealth system that sent SMS reminders to encourage patients to continue their treatment; and telephone interviews conducted after treatment, integrated into an online platform linked to the National Malaria Surveillance System (SIVEP-Malária)¹¹.

In the Northern region of Brazil, there is a program established by the Ministry of Health known as Telemal+ for malaria. It is a teleconsultation channel staffed by a multidisciplinary team of specialists in malaria, other acute febrile illnesses, and HIV/AIDS/STIs/viral hepatitis within the Brazilian Amazon. The program also provides training, courses, and professional development opportunities for professionals at all levels of expertise. This teleconsultation service is a virtual support mechanism designed exclusively for healthcare professionals and enables specialists to offer guidance and assistance to other professionals regarding the diagnosis, treatment, and management of patients with malaria and other acute febrile illnesses. This technical guidance aims to improve the quality of healthcare delivery in hard-to-reach regions, while also helping to lower costs related to treatments obtained far from the patient's home. This is especially pertinent in the context of the Brazilian Amazon¹².

In the Northern region, the management of snakebite incidents in Indigenous communities, as described by Murta et al. (2023), illustrates challenges that telehealth seeks to mitigate: the need to decentralize specialized care and to

overcome logistical and connectivity bottlenecks. In Brazil, telehealth within Primary Health Care is a strategic tool for reducing inequalities in remote areas, such as the Amazon and the Northeast, and has gained significant relevance in the post-pandemic era. Gaps persist regarding infrastructure, capacity building, and the integration of technology with local knowledge¹³.

The guiding question that steered this study was: "What are the benefits, challenges, and contributions of using telehealth within the scope of Primary Health Care (PHC) in remote and hard-to-reach regions of Brazil toward strengthening health care in these territories?" This study aims to gather and analyze data regarding the use of telehealth within the scope of Primary Health Care (PHC) in remote and hard-to-reach locations in Brazil, identifying its benefits, challenges, and contributions toward strengthening health care in these territories.

METHODOLOGY

2.1 Study type, search platforms, and search strategy

This study is an integrative literature review. The Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) flow diagram was used to guide and document the stages of identification, screening, eligibility, and inclusion of the selected studies¹⁴. The identified studies were imported into the free software Rayyan® to remove duplicates and apply the eligibility criteria. Titles and abstracts were screened, followed by a full-text review of the pre-selected studies. For the search process, the platforms used were: PubMed, the Virtual Health Library (VHL), the CAPES Journals Portal, and Google Scholar; the search strategies described in Table 1 were adopted.

Table 1. Search strategies used for article selection

Search Platform	Adopted Strategy
PubMed ¹ , Virtual Health Library (VHL) ² nad Journals Portal CAPES ³	(telehealth OR telemedicine) AND ("primary health care" OR "primary care") AND (Brazil)

	<i>AND (remote OR rural OR underserved)</i> <i>AND (challenges OR barriers OR implementation OR services OR tools OR technologies OR benefits OR impact OR outcomes OR effectiveness OR improvements)</i>
Scholar Google ⁴	<i>("telehealth" OR "telemedicine") AND ("primary health care")</i> <i>AND Brazil</i> <i>AND (remote OR rural)</i> <i>AND (challenges OR barriers OR implementation OR benefits OR outcomes)</i>

1 The following filters will also be applied in PubMed: Free full text", "Publication date: 10 years"

2 Additional filters will be applied in the Virtual Health Library (VHL): "Full Text", "Languages: English, Portuguese, and Spanish", "Publication Year Range: Last 10 Years"

3 On the CAPES Journals Portal, the following additional filters will be applied: "Open Access," "Peer-reviewed," "Year of creation: 2015–2025," "National production," and "Languages: English, Spanish, and Portuguese."

4 On Google Scholar, the following additional filters will be applied: "Specific range: 2015–2025," "Search pages in Portuguese," and "Review articles."

RESULTS

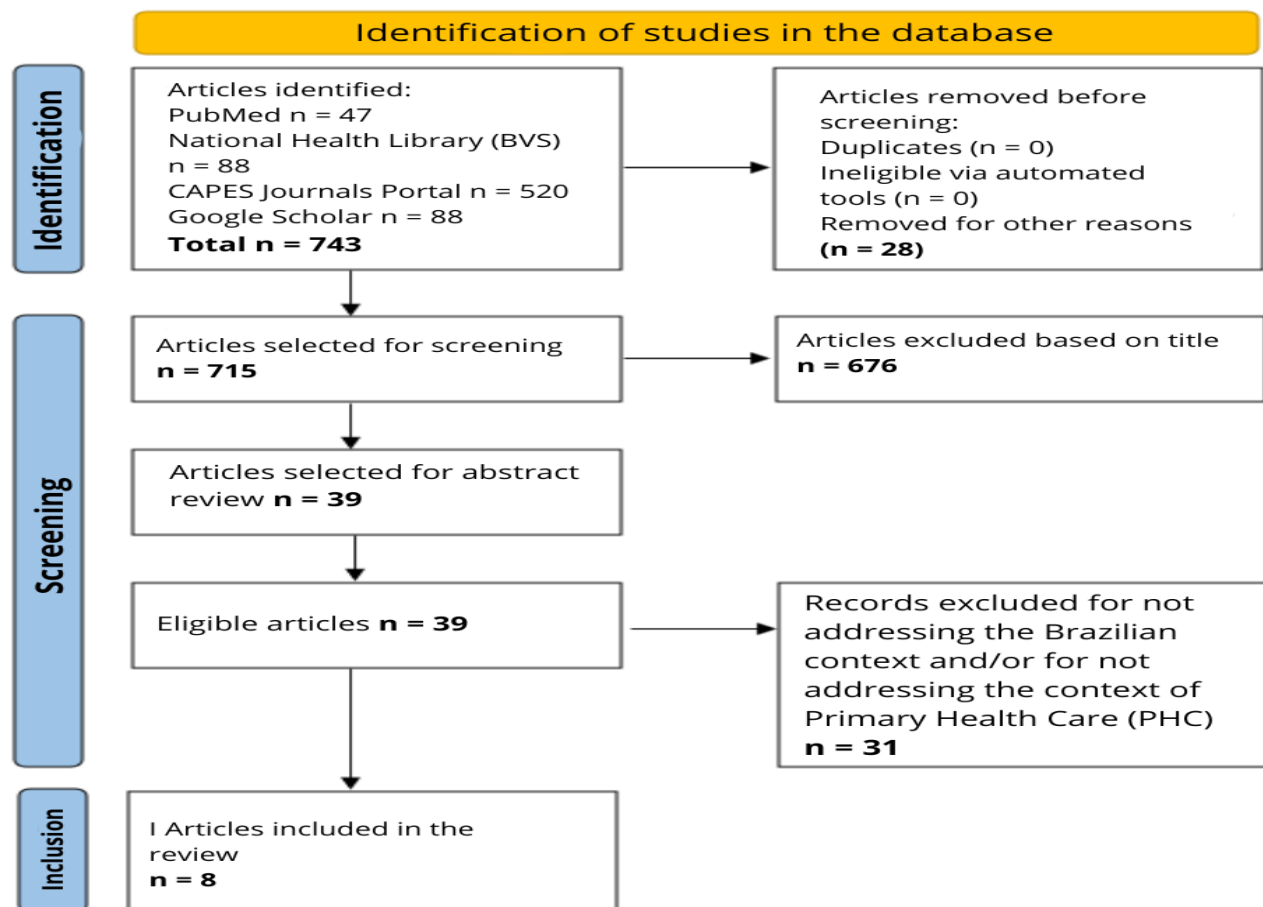
2.2 Inclusion and Exclusion Criteria

The selection included open-access primary studies from Brazil (2015–2025) focusing on telehealth in Primary Health Care (PHC) in remote or rural regions. Review articles, gray literature, and studies conducted outside Brazil or at other levels of care were excluded. The search, concluded on June 19, 2025, showed data extracted and synthesized by the author, year, title, journal, study design, objective, and conclusions.

3.1 Selection and characteristics of the articles included in the review

In total, 8 articles were included in the final analysis, drawn from an initial search that identified 743 articles across the search platforms (Figure 1). The primary data are presented in Table 2. To facilitate visualization, the studies were mapped out (Figure 2) and organized into a timeline based on their year of publication (Figure 3)

Figure 1. PRISMA flowchart



Source: Created by the authors, 2026

Table 2. Main Characteristics of the Selected Studies.

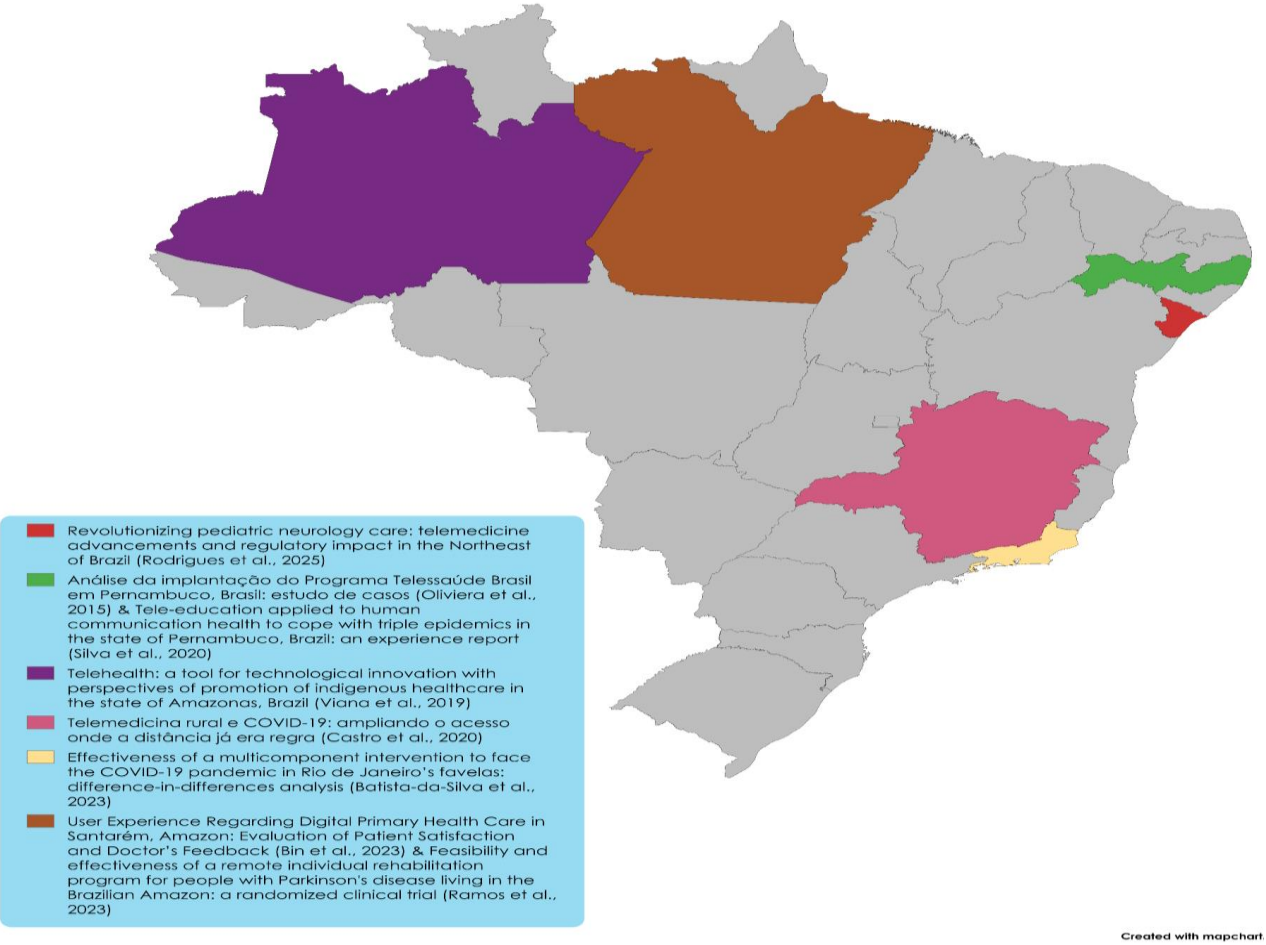
Author	Title	Journal	Main Objective	Conclusions
Rodrigues et al., 2025	<i>Revolutionizing pediatric neurology care: telemedicine advancements and regulatory impact in the Northeast of Brazil</i>	<i>Arquivos de Neuro-Psiquiatria</i> ANP ARQUIVOS DE NEURO-PSIQUIATRIA NEUROLOGY AND NEUROSCIENCE	To document the experiences of pediatric neurologists utilizing teleconsultations within the scope of the TeleNordeste program, a specialized medical care initiative in Northeast Brazil.	They highlight the effectiveness of teleconsultations in improving access to pediatric neurology in underserved regions, reducing the need for in-person care and generating cost savings for the public health system.
Batista-da-Silva et al., 2023	<i>Effectiveness of a multicomponent intervention to face the COVID-19 pandemic in Rio de Janeiro's favelas: difference-in-differences analysis</i>	<i>BMJ Global Health</i> BMJ Global Health	To analyze the impact of a multicomponent intervention combining mobile surveillance and telehealth on COVID-19 case detection and mortality rates in a large vulnerable community (Complexo da Maré) in Rio de Janeiro,	Investing in community-based interventions can reduce deaths and improve pandemic control in poor populations in low- and middle-income countries.

			Brazil.	
Bin et al., 2023	<i>User Experience Regarding Digital Primary Health Care in Santarém, Amazon: Evaluation of Patient Satisfaction and Doctor's Feedback</i>	<i>JMIR Formative Research</i> 	To evaluate patient and physician feedback regarding the use of telemedicine in outpatient care in Paysandú, a riverside district in the Amazon.	Teleconsultations proved viable for providing medical care from more developed regions to communities remote from urban centers. In addition to technical feasibility, there was high acceptance and satisfaction among patients.
Ramos et al., 2023	<i>Feasibility and effectiveness of a remote individual rehabilitation program for people with Parkinson's disease living in the Brazilian Amazon: a randomized clinical trial</i>	<i>Frontiers in Neurology</i> 	To evaluate the feasibility and effectiveness of a telerehabilitation program for people with Parkinson's disease living in an underrepresented community in the Brazilian Amazon.	The telerehabilitation program demonstrated high patient adherence and minimal adverse effects.
Castro et al., 2020	<i>Telemedicina rural e COVID-19: ampliando o acesso onde a distância já era regra</i>	<i>Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade (RBMFC)</i> 	To report the experience of a Family Health team in introducing a telemedicine service in a rural setting of the SUS.	The use of WhatsApp for telemedicine during the COVID-19 pandemic proved viable and strategic in rural areas, reducing inequities in access to healthcare. However, limitations such as a lack of devices, connectivity, or digital literacy still excluded vulnerable populations.
Silva et al., 2020	<i>Tele-education applied to human communication health to cope with triple epidemics in the state of Pernambuco, Brazil: an experience report</i>	<i>Revista CEFAC</i> 	To evaluate the implementation of tele-education sessions for health professionals working in primary care in Pernambuco.	The tele-education service was widely approved and recognized as an accessible and effective approach for the continuing education of health professionals in primary care.
Viana et al., 2019	<i>Telehealth: a tool for technological innovation with perspectives of promotion of indigenous healthcare in the state of Amazonas, Brazil</i>	<i>JISTEM - Journal of Information Systems and Technology Management</i> 	To present the telehealth system implemented in indigenous villages in the state of Amazonas, Brazil.	The telehealth system, despite the challenges (such as internet quality), presents itself as an effective alternative for reducing the effects of isolation in remote areas, although it still requires improvements in technological infrastructure.
Oliviera et al., 2015	<i>Análise da implantação do Programa Telessaúde Brasil em Pernambuco, Brasil: estudo de</i>	<i>Cadernos de Saúde Pública</i> 	To evaluate, in six municipalities in Pernambuco, the degree of implementation of the Network of Telehealth Centers (RedeNutes), which is part of the	Telehealth demonstrates the potential to enhance comprehensive healthcare in the state, particularly through teleconsultations and telediagnosis. However, challenges regarding

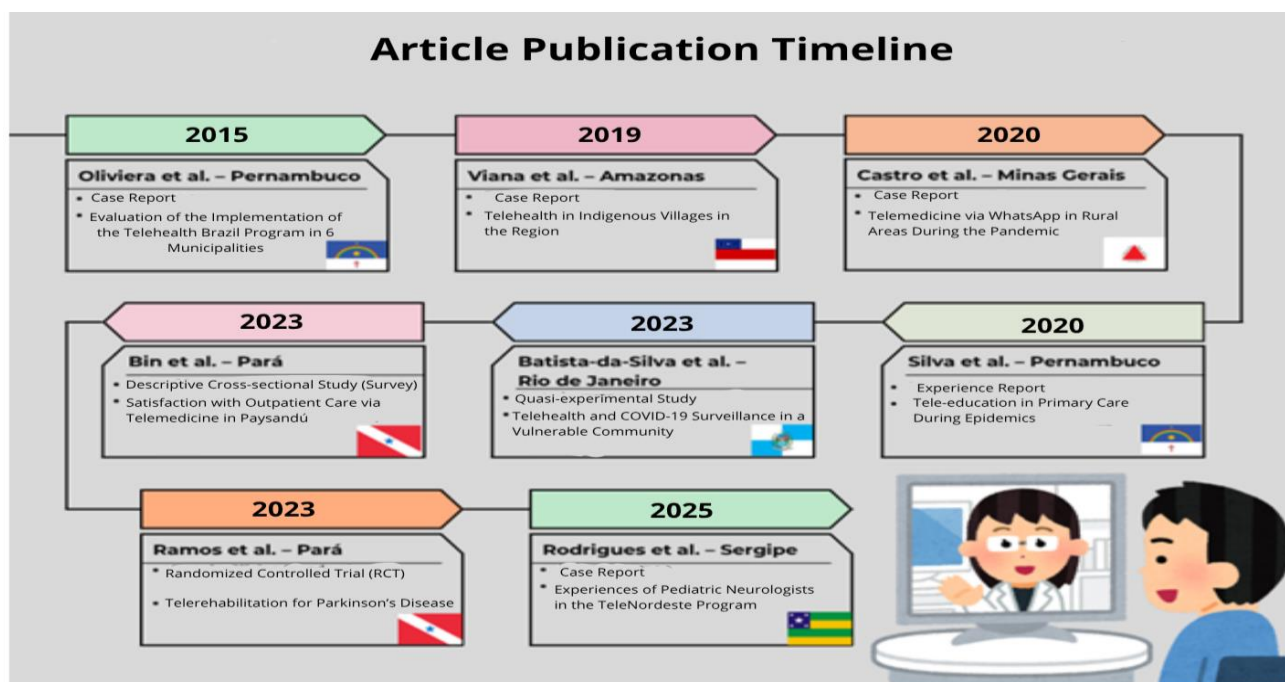
	casos		Telehealth Brazil Program and carries out initiatives for the Family Health Strategy, through tele-assistance and tele-education services.	adherence to telecare have been observed, necessitating strategies for professional engagement and technological adaptation to enhance its effectiveness.
--	-------	--	--	---

Source: Authored by the authors

Figure 2. Geographical distribution of studies in Brazil.



Source: Author, 2025. Developed on MapChart.

Figure 3. Timeline of Studies by State (2015–2025).

Source: Created by the authors, 2026. Made in Canva.

3.2 Thematic Axes of the Articles

The studies included in this literature review can be categorized into three main thematic axes. It highlights the uses, challenges, and potential of telehealth in vulnerable contexts in Brazil: Telemedicine in riverine and indigenous populations; Telemedicine during the COVID-19 pandemic; and Tele-education and professional training.

3.2.1 Telemedicine in riverside and indigenous populations

Telehealth has proven to be an effective tool for expanding access to healthcare in remote regions, such as riverside communities and indigenous villages. Studies such as Lima et al. (2023) and Viana et al. (2019) have demonstrated its application in primary care and in specialties such as pediatric neurology (Rodrigues et al., 2025) and rehabilitation for Parkinson's disease (Ramos et al., 2023)^{15, 16, 17}. Despite the benefits, such as cost reduction and increased healthcare coverage, structural challenges persist, including unstable internet connectivity, the lack of devices, and the need for continuous training of local professionals. These barriers limit the full implementation of digital solutions, particularly in areas such as the Amazon, where geographic isolation is an aggravating factor.

3.2.2 Telemedicine during the COVID-19 pandemic

A pandemia acelerou a adoção de serviços de teleconsultas, sobretudo em territórios com populações vulneráveis. Castro et al. (2020) relataram o uso inovador do WhatsApp para atendimentos em zonas rurais¹⁸, enquanto Batista-da-Silva et al. (2023) demonstraram que intervenções combinando telessaúde e vigilância comunitária reduziram mortes por COVID-19 em favelas do Rio de Janeiro¹⁹. No entanto, a exclusão digital emergiu como um obstáculo crítico, com relatos de pacientes sem acesso estável à internet, no estudo de Castro et al., 2020. The pandemic accelerated the adoption of teleconsultation services, particularly in territories with vulnerable populations. Castro et al. (2020) reported the innovative use of WhatsApp for patient care in rural areas¹⁸, while Batista-da-Silva et al. (2023) showed that interventions combining telehealth and community surveillance reduced COVID-19 deaths in the favelas of Rio de Janeiro¹⁹. Digital exclusion has emerged as a significant obstacle, with reports from the study by Castro et al. (2020) indicating that patients lack stable internet access.

3.2.3 Tele-education and Professional Training

The professional development of professionals through tele-education has shown to strengthen primary care, as indicated by studies by Oliveira et al. (2015) and Silva et al. (2020) ^{21,22}. In Pernambuco, tele-education sessions were highly rated by professionals within the Family Health Strategy, showing their potential for continuing education. However, low adherence to tele-assistance in certain contexts suggests a need for more effective engagement strategies, such as practical training and ongoing technical support ²¹.

DISCUSSION

The right to health, constitutionally guaranteed to all Brazilian citizens, is the foundation for the implementation of public policies, such as telehealth, that aim to expand the reach of services ²³:

“Health is a right of all and a duty of the State, guaranteed through social and economic policies aimed at reducing the risk of disease and other health impairments, and at universal and equal access to actions and services for its promotion, protection, and recovery.”
(Brazil, 1988, p. 211).

Despite this legal backing, universal access still faces significant challenges in remote regions of Brazil, areas characterized by difficulties in transportation, a shortage of professionals, and limited infrastructure. Populations inhabiting rural areas, riverside communities, indigenous territories, and urban peripheries constitute one of the groups most impacted by these inequalities, experiencing daily both the absence of effective primary care and a lack of access to specialized services.

In this context, telehealth emerges as a strategic tool for reducing inequities by enabling remote care, diagnostic support, continuing education for professionals, and coordination among different levels of care. The Telehealth Brazil Networks Program (Programa Telessaúde Brasil Redes), established by Ministry of Health Ordinance number 2,546/2011, aims to support the consolidation of Health Care Networks, anchored by Primary Care, as well as to improve the quality of care across all levels of complexity through information and communication technologies, particularly to reduce disparities in access in remote regions and to promote continuing education for professionals. Telehealth enables overcoming geographic and socioeconomic barriers, ensuring that care

reaches the most vulnerable populations while upholding the principle of equity, which guides the allocation of greater resources where the need is greatest. Thus, the role of telehealth is reinforced as a public policy aligned with the constitutional mission of the SUS, contributing significantly to the democratization of healthcare. The articles included in this work present several successful examples that have been implemented in various regions of Brazil.

A study conducted by Rodrigues et al. (2025) demonstrated positive results regarding the implementation of telehealth, specifically through the TeleNordeste initiative, in the field of pediatric neurology ¹⁶. In this study, all patients scheduled for pediatric neurology consultations via Basic Health Units (UBS-Unidades Básicas de Saúde) were included. Follow-up care for most of the patients seen was successfully maintained in a remote format; only 1.4% of patients required an in-person intervention. The virtual consultations were conducted by primary care professionals and pediatric neurologists. Only units with a stable internet connection capable of supporting real-time teleconsultations were eligible to participate, highlighting the need for infrastructure investment to ensure the proper implementation of such initiatives across the entire Brazilian territory.

The study by Batista-da-Silva et al. (2023) used a multi-component community intervention that, among various strategies, included mobile surveillance and telemedicine, specifically within the context of the COVID-19 pandemic ¹⁹. The researchers worked with a vulnerable community located in the Complexo da Maré, in Rio de Janeiro. The study's intervention mitigated the impact of inequalities in healthcare access by promoting effective local actions. The results of this initiative underscore the urgent need to invest in public health strategies that acknowledge the specific characteristics of vulnerable territories. An integrated approach, combining technology, health surveillance, and community engagement, must become a permanent fixture of public policies aimed at the most marginalized populations. Investing in these territories is not merely a matter of efficiency, but, above all, a matter of social justice.

The article published by Bin et al. (2023) evaluated the experience of a telemedicine project that connected the city of São Paulo to Paysandú, a riverside district in the Amazon where accessing the nearest medical care requires hours of travel ²⁴.

The study's data underscore the immense potential of telemedicine to reduce health inequalities, particularly in remote and underserved

regions. However, they also highlight a crucial point: investment in technological infrastructure is indispensable for ensuring the quality of these connections and, consequently, the continuity of care. Projects such as this should not be viewed merely as emergency solutions, but rather as an integral part of a permanent national policy for health inclusion. Delivering medical care to the banks of the Amazon's great rivers is, above all, a way to reaffirm the right to health and dignity for these populations.

The randomized controlled trial conducted by Ramos et al. (2023) evaluated the feasibility and efficacy of a telerehabilitation program for individuals with Parkinson's disease in an underrepresented community in the Brazilian Amazon¹⁷. This study demonstrated another telehealth application: patient rehabilitation in historically underserved regions. Diseases know no geographic barriers, but access to healthcare does. This inequality exposes vulnerable populations to preventable risks, underscoring the importance of investing in technologies that deliver care to places where it currently does not reach.

The study by Castro et al. (2020), published during the year of the COVID-19 pandemic's greatest impact in Brazil and worldwide, aimed to report on the experience of implementing telemedicine via WhatsApp at the UBS located in a rural area¹⁸.

The authors demonstrated that this was a viable strategy during the SARS-CoV-2 pandemic, emphasizing that in rural settings, vulnerabilities are historically more pronounced. However, they raise a new question, illustrating how this population is neglected yet again: not all residents were able to access the platform. This calls for reflection on how this population can be effectively reached, ensuring they receive the comprehensive support to which they are entitled.

The study by Silva et al. (2020) examined the implementation process of tele-education sessions aimed at professionals in PHC and Family Health Support Centers (NASF-Núcleos de Apoio à Saúde da Família) in Pernambuco, within the context of the triple epidemic (Dengue, Zika, and Chikungunya)²². The researchers' findings indicated a high level of acceptance, with 100% of participants deeming the topics relevant and important for their professional development. This type of initiative highlights the transformative role of tele-education as a tool for strengthening continuing education in health.

The study by Viana et al. (2019) was conducted in indigenous villages in the Amazon¹⁵. The authors highlight the limited number of health professionals in these municipalities, and that

travel is often possible only by river. The main challenges encountered by the researchers include: a lack of understanding regarding cultural diversity; inadequate infrastructure; difficulties in transporting equipment; power outages; and high staff turnover, due to the difficult access to these regions.

Finally, the work by Oliveira et al. (2015) shows several significant cases regarding the state of Pernambuco. Since 2003, the Federal University of Pernambuco (UFPE) has established the Telehealth Center (NutesUFPE). This center is part of the Telehealth Brazil Program and develops initiatives for the Family Health Strategy through tele-assistance and tele-education services²¹. This study evaluated the degree of implementation of these strategies in several municipalities within the state. The authors demonstrated that, for the objectives to be fully achieved, there remains a need for expanded coverage, increased investment, greater uptake of the services offered, and improved connectivity.

CONCLUSION

Telehealth is a vital strategy for reducing inequalities and strengthening Primary Health Care (PHC) within the SUS, particularly in remote areas. This integrative review demonstrates that digital health expands access in isolated regions, benefiting vulnerable populations such as riverside dwellers, Indigenous peoples, and rural communities. The results confirm technical feasibility, high user satisfaction, and the strengthening of care networks and professional integration.

The sample of eight studies reflects the scarce body of literature on telehealth in these Brazilian regions, which limits the generalizability of the findings. However, this limitation underscores the urgent need for research and policies to address these gaps. The reviewed articles also highlight challenges such as precarious network infrastructure and the need for enhanced professional training.

This review reaffirms telehealth as strategic for equity, particularly in remote areas. It is vital to integrate digital health into the SUS with a focus on reducing inequalities, requiring investments in infrastructure, capacity building, and research involving traditional populations. The study consolidates evidence and guides practical actions to strengthen the SUS and ensure universal access, regardless of location.

REFERENCES

1. Brasil. Ministério da Saúde. Guia Metodológico para Programas e Serviços em Telessaúde. Brasília: Ministério da Saúde. 2019. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_metodologico_programas_servicos_telessaude.pdf
2. Cezário LRA, Ferreira BF, Manoel AV, Oliveira JM, Mendes KLC, Pecorari VA. Telessaúde no Brasil: uma revisão de escopo. *Rev Baiana Saude Publica*. 2024;48(2). doi: 10.22278/2318-2660.2024.v48.n2.a4010. Disponível em: <https://rbps.sesab.ba.gov.br/index.php/rbps/article/view/4010>
3. Lisboa KO, Hajjara AC, Sarmento IP, Sarmento RP, Gonçalves SHR. A história da telemedicina no Brasil: desafios e vantagens. *Saude Soc*. 2023;32(1). doi: 10.1590/S0104-12902022210170pt. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sausoc/a/htDNpswTKXwVr667LV9V5cP/?format=html&lang=pt>
4. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.546, de 27 de outubro de 2011. Redefine e amplia o Programa Telessaúde Brasil, que passa a ser denominado Programa Telessaúde Brasil Redes. *Diário Oficial da União*. 28 out 2011 [acesso 18 jun 2025]. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2546_27_10_2011.html
5. Brasil. Ministério da Saúde. Manual de telessaúde para atenção básica / atenção primária à saúde. Brasília: Ministério da Saúde; 2013 [acesso 18 jun 2025]. Disponível em: http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/publicacoes/manual_telessaude.pdf
6. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 467, de 20 de março de 2020. Dispõe sobre as ações de telemedicina. *Diário Oficial da União*. 23 mar 2020; Seção 1:1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/portaria/prt/portaria%20n%c2%ba%20467-20-ms.htm
7. Sarti TD, Almeida APSC. Incorporação de telessaúde na atenção primária à saúde no Brasil e fatores associados. *Cad Saude Publica*. 2022 May 9;38(4):e00202821. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/tVcMcH4ZvL95vYLW6HD4S5M/?lang=pt>
8. Caetano R, Silva AB, Guedes ACCM, Paiva CCN, Ribeiro GR, Santos DL, et al. Desafios e oportunidades para telessaúde em tempos da pandemia pela COVID-19: uma reflexão sobre os espaços e iniciativas no contexto brasileiro. *Cadernos de Saúde Pública*. 2020;36(5). doi: 10.1590/0102-311X00088920. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/swM7NVTnYRw98Rz3drwpJf/?format=html&lang=pt>
9. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância de Zoonoses e Doenças de Transmissão Vetorial. Panorama epidemiológico da malária em 2021: buscando o caminho para a eliminação da malária no Brasil. Brasília: Ministério da Saúde, 2022. (*Boletim Epidemiológico*, v. 53, n. 17). Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/m/malaria/situacao-epidemiologica-da-malaria/boletins-epidemiologicos-de-malaria/boletim-epidemiologico-vol-53-no17-2022-panorama-epidemiologico-da-malaria-em-2021-buscando-o-caminho-para-a-eliminacao-da-malaria-no-brasil/view>
10. Pinheiro AKC, Nogueira LMV, André SR, Rodrigues ILA, Trindade LNM, Oliveira APR. Doenças infecciosas e a rede de atenção primária à saúde em comunidades ribeirinhas. *Cogitare Enfermagem*. 2021;26:e76347. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cenf/a/6MhK5RKdx34JyBksbcqVpBq/?format=html&lang=pt>
11. Macías Saint-Gerons D, Rodovalho S, Dias ALB, Carvalho ALU, Beratarrechea A, Monteiro WM, et al. Strengthening therapeutic adherence and pharmacovigilance to antimalarial treatment in Manaus, Brazil: a multicomponent strategy using mHealth. *Malaria Journal*. 2022 Jan 29;21:28. doi: 10.1186/s12936-022-04047-3. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8800548/>
12. Brasil. Ministério da Saúde. Telemal+: canal de teleconsultoria para profissionais de saúde na Amazônia. Brasília; 2025 [acesso 21 jun 2025]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/m/malaria/tratamento/telemal>
13. Murta F, Strand E, Farias AS, Rocha F, Santos AC, Rondon EAT, et al. "Two Cultures in Favor of a Dying Patient": Experiences of Health Care Professionals Providing Snakebite Care to Indigenous Peoples in the Brazilian Amazon.

Toxins (Basel). 2023 Mar 3;15(3):194. doi: 10.3390/toxins15030194. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10051728/>

14. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71. Disponível em: <https://www.bmj.com/content/372/bmj.n71>

15. Viana R, Martins A, Marangoni V, Bezerra A. Telehealth: a tool for technological innovation with perspectives of promotion of indigenous healthcare in the state of Amazonas, Brazil. *Journal of Information Systems and Technology Management*. 2019;16:e201916005. doi: 10.4301/S1807-1775201916005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jistm/a/BSpnFDLJZfjsHnGjzn4TKLD/?lang=en>

16. Rodrigues DLG, Frota MA, Malta MVS, Maeyama MA, Padilha F, Miyauchi A, et al. Revolutionizing pediatric neurology care: telemedicine advancements and regulatory impact in the Northeast of Brazil. *Arquivos de Neuropsiquiatria*. 2025;83(2):1-7. doi: 10.1055/s-0045-1806733. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/anp/a/sPgVNddMnRmrHWGttMf5nnq/?lang=en>

17. Ramos LFP, Vilacorta-Pereira TCS, Duarte JS, Yamada ES, Santos-Lobato BL. Feasibility and effectiveness of a remote individual rehabilitation program for people with Parkinson's disease living in the Brazilian Amazon: a randomized clinical trial. *Front Neurol*. 2023;14:1244661. doi: 10.3389/fneur.2023.1244661. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/neurology/articles/10.3389/fneur.2023.1244661/full?field=&journalName=Frontiers_in_Neurology&id=1244661

18. Castro FAG, Santos ÁO, Reis GVL, Viveiros LB, Torres MH, Oliveira Junior PP. Telemedicina rural e COVID-19: ampliando o acesso onde a distância já era regra. *Revista Brasileira de Medicina da Família e Comunidade*. 2020;15(42):2484. [https://doi.org/10.5712/rbmfc15\(42\)2484](https://doi.org/10.5712/rbmfc15(42)2484).

19. Batista-da-Silva AA, Moraes CB, Bozza HR, Bastos LDSL, Ranzani OT, Hamacher S, et al. Effectiveness of a multicomponent intervention to face the COVID-19 pandemic in Rio de Janeiro's favelas: difference-in-differences analysis. *BMJ Glob Health*. 2023 May;8(5):e009997. DOI:

10.1136/bmjgh-2022-009997. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37253531/>

20. Silva AB, Sindico SRF, Carneiro AC, Henrique SM, Fernandes AG, Gomes JP, et al. COVID-19 Remote Consultation Services and Population in Health Inequity-Concentrating Territories: A Scoping Review. *Telemed J E Health*. 2021 Aug;27(8):881-897. doi: 10.1089/tmj.2021.0145. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34232749/>

21. Oliveira DG, Frias PG, Vanderlei LCM, Vidal SA, Novaes MA, Souza WV. Análise da implantação do Programa Telessaúde Brasil em Pernambuco, Brasil: estudo de casos. *Cad Saude Publica*. 2015;31(11). doi: 10.1590/0102-311X00125914. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/DymDy3qyv8DTfjcmR3FhcQp/abstract/?lang=pt>

22. Silva TPS, Sousa FOS, Leite GA, Pereira MEM, Gomes MCT, Rodrigues M, et al. Tele-education applied to human communication health to cope with triple epidemics in the state of Pernambuco, Brazil: an experience report. *Rev CEFAC*. 2020;22(3). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcefac/a/LpKXCg76g4wwZkcd8BmWgpS/?lang=pt>

23. Brasil. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal; 1988. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf

24. Bin KJ, Alves PGS, Costa R, Eiras PC, Araujo LN, Pereira AJR, et al. User Experience Regarding Digital Primary Health Care in Santarém, Amazon: Evaluation of Patient Satisfaction and Doctor's Feedback. *JMIR Formative Research*. 2023 Jan 11;7:e39034. doi: 10.2196/39034. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9878359/>

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

Funding: Nothing to declare.

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

How to cite this article: Campos GB, Ferreira SKS. Telehealth as support for primary health care in remote regions of Brazil: an integrative literature review. *Latin Am J telehealth*, Belo Horizonte, 2025; 12(2): 245-257 ISSN: 2175-2990.

La telesalud como apoyo a la atención primaria de salud en regiones remotas de Brasil: una revisión integradora de la literatura

Shirley Karolina da Silva Ferreira

Estudiante de Doctorado en la Facultad de Medicina de la Federal University of Santa Catarina (UFSC), Brasil. Posee título de Maestría. Correo electrónico: shirley.karolina@posgrad.ufsc.br.

Geovana Batista de Campos

Corresponding author: Estudiante de Doctorado en la Federal University of Goiás (UFG), Brasil. Posee título de Maestría. ORCID: 0000-0002-4577-6748. Correo electrónico: geovana.batista@discente.ufg.br.

Fecha de recepción: 19 de marzo de 2026 | Fecha de aprobación: 11 de junio de 2026

Resumen

Objetivo: Analizar el uso de la telesalud en la atención primaria de salud en regiones remotas de Brasil, destacando sus beneficios, retos y contribuciones a la salud en esas zonas. **Métodos:** Se trata de una revisión integrativa de la literatura. La búsqueda se llevó a cabo en las bases de datos PubMed, BVS, Portal de Periódicos CAPES y Google Scholar, con filtros de idioma (portugués, inglés y español), acceso abierto y periodo de publicación entre 2015 y 2025. Los estudios se seleccionaron en el software Rayyan®, mediante la lectura de títulos, resúmenes y textos completos, siguiendo criterios de inclusión centrados en el uso de la telesalud en la APS en regiones remotas de Brasil. **Resultados:** Se encontraron 743 estudios, de los cuales 8 cumplieron los criterios de elegibilidad y conformaron la muestra final. Los artículos incluidos abordan diferentes estrategias de telesalud aplicadas a la APS en regiones remotas de Brasil, con especial atención a las acciones dirigidas a poblaciones vulnerables. Los estudios evidencian beneficios como la ampliación del acceso, la viabilidad técnica, la satisfacción de los usuarios y el fortalecimiento de las redes de atención, aunque persisten retos relacionados con la infraestructura, la conectividad y la capacitación profesional. **Conclusiones:** La telesalud es una herramienta estratégica para ampliar el acceso y mejorar la calidad de la atención primaria en regiones remotas de Brasil. Teóricamente, contribuye a la comprensión de las potencialidades y limitaciones de la salud digital en el contexto de la equidad en salud. En la práctica, destaca la importancia de las inversiones en infraestructura, formación profesional y políticas públicas integradas para fortalecer el SUS y reducir las desigualdades territoriales en la atención sanitaria.

Palabras clave: Telemedicina; Atención Primaria de Salud; Acceso Efectivo a los Servicios de Salud; Zonas Remotas; Brasil.

Abstract

Telehealth as support for primary health care in remote regions of Brazil: an integrative literature review

Objective: To analyze the use of telehealth in primary health care in remote regions of Brazil, highlighting its benefits, challenges, and contributions to health in these areas. **Methods:** This is an integrative literature review. The search was performed in the PubMed, BVS, CAPES Journal Portal, and Google Scholar databases, using filters for language (Portuguese, English, and Spanish), open access, and a publication period between 2015 and 2025. Studies were selected using Rayyan® software, through the review of titles, abstracts, and full-text articles, following inclusion criteria focused on the use of telehealth in PHC in remote regions of Brazil. **Results:** A total of 743 studies were identified, of which 8 met the eligibility criteria and comprised the final sample. The included articles address different telehealth strategies applied to PHC in remote regions of Brazil, with an emphasis on initiatives targeting vulnerable populations. The studies highlight benefits such as expanded access, technical feasibility, user satisfaction, and strengthened care networks, although challenges related to infrastructure, connectivity, and professional training persist. **Conclusions:** Telehealth is a strategic tool for expanding access and improving the quality of care in Primary Health Care in remote regions of Brazil. Theoretically, it contributes to understanding the potential and limitations of digital health in the context of health equity. In practice, it highlights the importance of investments in infrastructure, professional training, and integrated public policies to strengthen the SUS and reduce territorial inequalities in health care.

Key-words: Telemedicine; Primary Health Care; Effective Access to Health Services; Remote Areas; Brazil.

Telessaúde como apoio à atenção primária à saúde em regiões remotas no Brasil: revisão integrativa da literatura

Objetivo: Analisar o uso da telessaúde na APS em regiões remotas do Brasil, destacando seus benefícios, desafios e contribuições para a saúde nessas áreas. **Métodos:** Trata-se de uma revisão integrativa da literatura. A busca foi realizada nas bases PubMed, BVS, Portal de Periódicos CAPES e Google Scholar, com filtros de idioma (português, inglês e espanhol), acesso aberto e período de publicação entre 2015 e 2025. Os estudos foram selecionados no software Rayyan®, por meio da leitura de títulos, resumos e textos completos, seguindo critérios de inclusão voltados ao uso da telessaúde na APS em regiões remotas do Brasil. **Resultados:** Foram encontrados 743 estudos, dos quais 8 atenderam aos critérios de elegibilidade e compuseram a amostra final. Os artigos incluídos abordam diferentes estratégias de telessaúde aplicadas à APS em regiões remotas do Brasil, com destaque para ações voltadas a populações vulneráveis. Os estudos evidenciam benefícios como ampliação do acesso, viabilidade técnica, satisfação dos usuários e fortalecimento das redes de cuidado, embora persistam desafios relacionados à infraestrutura, conectividade e capacitação profissional. **Conclusões:** A telessaúde é uma ferramenta estratégica para ampliar o acesso e qualificar o cuidado na Atenção Primária em regiões remotas do Brasil. Teoricamente, contribui para a compreensão das potencialidades e limitações da saúde digital no contexto da equidade em saúde. Na prática, destaca a importância de investimentos em infraestrutura, formação profissional e políticas públicas integradas para fortalecer o SUS e reduzir desigualdades territoriais no cuidado em saúde.

Palabras-chave: Telemedicina; Atenção Primária à Saúde; Acesso Efetivo aos Serviços de Saúde; Zonas Remotas; Brasil

INTRODUCCIÓN

La telesalud se define como la oferta de servicios de salud mediante tecnologías de la información y la comunicación (TIC), con el objetivo de superar las barreras geográficas, ampliar el acceso, apoyar la toma de decisiones clínicas y optimizar el uso de recursos distribuidos, garantizando una atención cualificada en diferentes especialidades. El origen de la telesalud está completamente ligado al de la telemedicina, que inicialmente se centraba específicamente en actividades médicas¹. Si bien ambos términos comparten el mismo principio, que es el uso de tecnologías para la prestación de atención remota, la telesalud amplía este concepto, ya que engloba otras áreas de la salud, incluyendo acciones de promoción y protección, educación para la salud y salud pública y comunitaria^{1,2}.

A través de la telesalud, se ha hecho posible ofrecer servicios médicos y de atención a distancia, facilitando el acceso a diagnósticos, consultas, monitoreo de pacientes y educación para la salud. Estas tecnologías incluyen herramientas como teleconsultas, telediagnóstico, telemonitoreo y formación profesional, lo que permite una mayor eficiencia en la atención, especialmente en regiones remotas o con recursos limitados. La telesalud auxilia en la democratización de la salud, reduce costes y mejora la calidad de la atención, integrándose cada vez más en los sistemas sanitarios³.

La telesalud se ha destacado en Brasil como estrategia para reducir las desigualdades en el acceso a la salud, especialmente en regiones remotas, donde la Atención Primaria de Salud (APS) enfrenta desafíos como la escasez de profesionales y la infraestructura deficiente³. El Programa de Redes de Telesalud Brasil, lanzado en 2007 y ampliado en 2011, fue un hito en la integración de tecnologías digitales en la APS, con enfoque en regiones carentes⁴. El “Manual de Telesalud para Atención Básica/Atención Primaria

de Salud”, preparado por el Ministerio de Salud en asociación con la Universidad Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS), destaca la telesalud como una estrategia fundamental para fortalecer la APS en Brasil, así como el Sistema Único de Salud (SUS)⁵.

Durante la pandemia de COVID-19, la Ordenanza del Ministerio de Salud N° 467/2020 aceleró la adopción de la telemedicina, resaltando su potencial para superar las barreras geográficas en emergencias sanitarias⁶. Sin embargo, estudios recientes indican que la sostenibilidad de estas iniciativas depende de inversiones continuas en conectividad y capacitación profesional⁷. La pandemia de COVID-19 aceleró significativamente la adopción y consolidación de la telesalud en Brasil, transformándola en una herramienta esencial para el sistema de salud. Antes de la pandemia, la telesalud ya estaba creciendo, pero enfrentaba desafíos regulatorios y de infraestructura. Durante la crisis sanitaria, su uso se fomentó ampliamente para reducir la circulación de personas en unidades de salud, prevenir el contagio y garantizar la atención remota para pacientes con otras afecciones de salud⁸. A pesar de ser una herramienta transformadora para la atención primaria de salud, que puede mejorar la capacidad de resolución de problemas de los equipos, la cualificación profesional y la equidad en el acceso a la salud, su consolidación aún depende de inversiones en infraestructura, regulación permanente y educación digital continua.

En el contexto brasileño, la región Norte, por ejemplo, enfrenta algunos problemas de salud pública, principalmente relacionados con la aparición de enfermedades infecciosas^{9,10}. Un ejemplo de estas enfermedades es la malaria, causada por parásitos del género *Plasmodium* spp. Investigadores de Manaus (AM) realizaron un estudio utilizando una estrategia multicomponente de telesalud implementada en la región, con el objetivo de aumentar la adherencia al tratamiento de la malaria por *Plasmodium vivax* y fortalecer la

farmacovigilancia del uso de primaquina, un medicamento que puede causar anemia hemolítica en individuos con deficiencia de glucosa-6-fosfato deshidrogenasa (G6PD). En este estudio, los investigadores utilizaron materiales educativos con información sobre el tratamiento y señales de alerta; un sistema mHealth de salud móvil con mensajes SMS para recordar a los pacientes que continúen el tratamiento; y entrevistas telefónicas después de finalizar el tratamiento, integradas en una plataforma en línea vinculada al Sistema Nacional de Vigilancia de la Malaria (SIVEP-Malária)¹¹.

En la región norte de Brasil, el Ministerio de Salud ha implementado el programa Telemal+ para la malaria. Se trata de un canal de teleconsulta con especialistas en malaria, otras enfermedades febriles agudas y VIH/SIDA/ITS/hepatitis viral en la Amazonía brasileña, conformado por un equipo multidisciplinario. El programa también ofrece capacitación, cursos y desarrollo de capacidades para profesionales de todos los niveles de conocimiento. La teleconsulta, que es un servicio virtual exclusivo para profesionales de la salud, permite a los especialistas ofrecer apoyo y orientación a otros profesionales de la salud para el diagnóstico, tratamiento y manejo de pacientes con malaria y otras enfermedades febriles agudas. Este tipo de asesoramiento técnico busca mejorar la atención médica en regiones de difícil acceso, contribuyendo además a la reducción de costos relacionados con el tratamiento fuera del hogar, especialmente en el contexto de la Amazonía brasileña¹².

En la región norte, el manejo de accidentes por mordedura de serpiente en comunidades indígenas, (Murta et al., 2023) ilustra los desafíos que la telesalud busca mitigar: la necesidad de descentralizar la atención especializada y superar las limitaciones logísticas y de conectividad. En Brasil, la telesalud en la atención primaria de salud es estratégica para reducir las desigualdades en

áreas remotas, como la Amazonía y el Noreste, y ha ganado relevancia después de la pandemia. Sin embargo, aún persisten brechas en infraestructura, capacitación e integración entre tecnologías y conocimiento local¹³.

La pregunta de este trabajo fue: “¿Cuáles son los beneficios, desafíos y contribuciones del uso de la telesalud en el ámbito de la Atención Primaria de Salud (APS) en regiones remotas y de difícil acceso en Brasil para fortalecer la atención sanitaria en estos territorios?” Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo recopilar y analizar datos sobre el uso de la telesalud en el ámbito de la Atención Primaria de Salud (APS) en regiones remotas y zonas de difícil acceso en Brasil, identificando sus beneficios, desafíos y contribuciones para fortalecer la atención sanitaria en estos territorios.

MÉTODO

2.1 Study type, search platforms, and search strategy

Este es un estudio de revisión bibliográfica integradora. Se utilizó el diagrama de flujo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para guiar y documentar los pasos de identificación, selección, elegibilidad e inclusión de los estudios seleccionados¹⁴. Los estudios identificados se importaron al software gratuito Rayyan® para eliminar duplicados y aplicar los criterios de elegibilidad. Se revisaron los títulos y resúmenes, y posteriormente se leyeron los textos completos de los estudios preseleccionados. Para la búsqueda, se utilizaron las siguientes plataformas: PubMed, Biblioteca Virtual en Salud (BVS), Portal de Revistas CAPES y Google Académico, y se adoptaron las estrategias de búsqueda descritas en la Tabla 1.

Tabla 1. Estrategias de búsqueda utilizadas para la selección de los artículos.

Plataforma de búsqueda	Estrategia adoptada
PubMed ¹ , Biblioteca Virtual en Salud (BVS) ² y Portal de Periódicos CAPES ³	<i>(telehealth OR telemedicine)</i> <i>AND ("primary health care" OR "primary care")</i> <i>AND (Brazil)</i> <i>AND (remote OR rural OR underserved)</i>

	<i>AND (challenges OR barriers OR implementation OR services OR tools OR technologies OR benefits OR impact OR outcomes OR effectiveness OR improvements)</i>
Google Académico ⁴	<i>("telehealth" OR "telemedicine") AND ("primary health care") AND Brazil AND (remote OR rural) AND (challenges OR barriers OR implementation OR benefits OR outcomes)</i>

1 En PubMed será aplicado el filtro adicional: "Free full text", "Publication date: 10 years"

2 En Biblioteca Virtual en Salud (BVS) serán aplicados los filtros adicionales: "Texto completo", "Idiomas: Inglés, Portugués y Español", "Intervalo de año de publicación: Últimos 10 años"

3 En el portal de Periódicos CAPES serán aplicados los filtros adicionales: "Acceso abierto", "Revisado por pares", "Año de creación: 2015-2025", "Producción nacional", "Idiomas: Inglés, Español y Portugués"

4 En Google Académico serán aplicados los siguientes filtros adicionales: "Período específico: 2015-2025", "Investigar páginas en Portugués", "Artículos de Revisión"

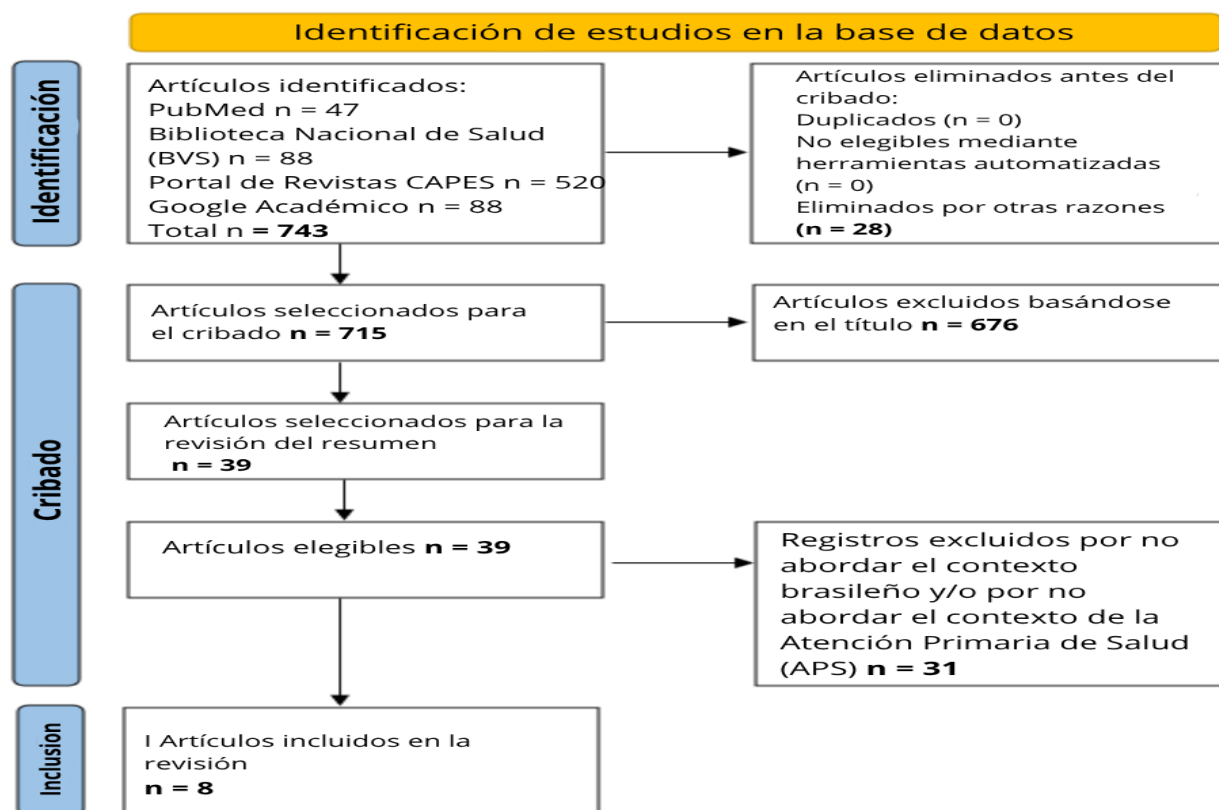
RESULTADOS

2.2 Criterios de inclusión y exclusión

La selección incluye estudios primarios brasileiros en acceso abierto (2015-2025), enfocados en telesalud en la APS en regiones remotas o rurales. Fueron excluidos artículos de revisión, literatura gris, estudios fuera de Brasil o de otros niveles de atención. La búsqueda, terminada el 19 de junio de 2025, resultó en datos extraídos y sintetizados por autor, año, título, periódico, delineamiento, objetivo y conclusiones.

3.1 Selección y características de los artículos incluidos en la revisión

En total, 8 artículos fueron incluidos en el análisis final a partir de una búsqueda inicial que identificó 743 artículos en las plataformas de búsqueda (Figura 1). Los datos primarios están presentados abajo, en la Tabla 2. Para facilitar la visualización, los estudios fueron segregados en un mapa (Figura 2). Los estudios también fueron organizados en una línea de tiempo, conforme al año de publicación (Figura 3).

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA.

Fuente: Autoría propia, 2026

Tabla 2. Principales características de los estudios seleccionados.

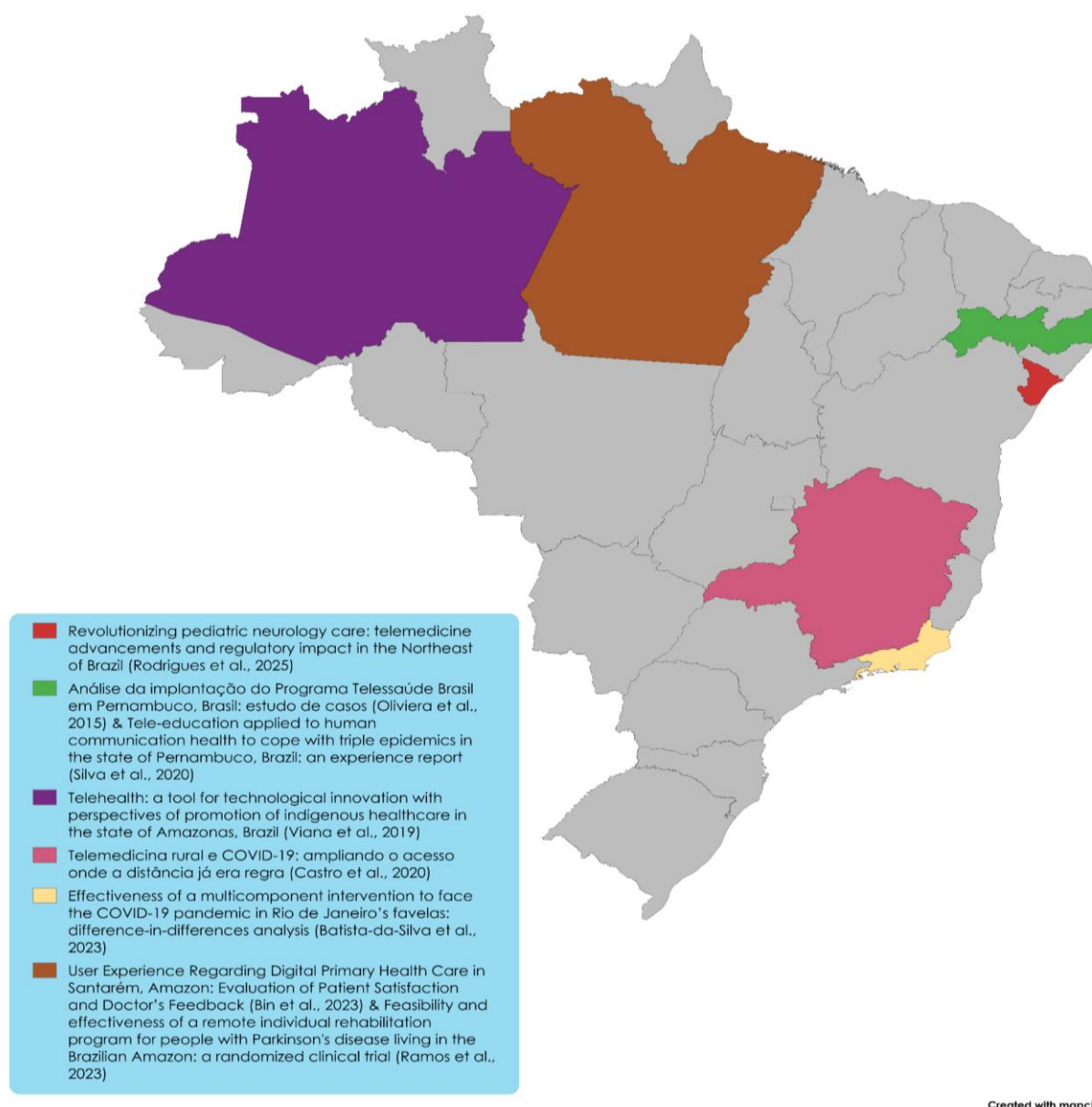
Autor	Título	Revista	Objetivo Principal	Conclusiones
Rodrigues et al., 2025	<i>Revolutionizing pediatric neurology care: telemedicine advancements and regulatory impact in the Northeast of Brazil</i>	<i>Arquivos de Neuro-Psiquiatria</i> ANP ARQUIVOS DE NEURO-PSIQUIATRIA NEUROLOGY AND NEUROSCIENCE	Documentar las experiencias de neurólogos pediátricos que utilizan teleconsultas dentro del programa TeleNordeste, una iniciativa de atención médica especializada en el noreste de Brasil.	Destacam a eficácia das teleconsultas em melhorar o acesso à neurologia pediátrica em regiões carentes, reduzindo a necessidade de atendimento presencial e gerando economia para o sistema público de saúde
Batista-da-Silva et al., 2023	<i>Effectiveness of a multicomponent intervention to face the COVID-19 pandemic in Rio de Janeiro's favelas: difference-in-differences analysis</i>	<i>BMJ Global Health</i> BMJ Global Health	Analizar el impacto de una intervención multicomponente que combina la vigilancia móvil y la telesalud en la detección de casos de COVID-19 y las tasas de mortalidad en una gran comunidad vulnerable (Complexo da Maré) en Río de Janeiro, Brasil.	Invertir en intervenciones comunitarias puede reducir las muertes y mejorar el control de la pandemia en poblaciones pobres de países de ingresos bajos y medios.
Bin et al.,	<i>User Experience Regarding</i>	<i>JMIR Formative Research</i>	Evaluar las opiniones de pacientes y médicos sobre	Las consultas de telesalud demostraron ser una opción

2023	<i>Digital Primary Health Care in Santarém, Amazon: Evaluation of Patient Satisfaction and Doctor's Feedback</i>		el uso de la telemedicina en la atención ambulatoria en Paysandú, un distrito ribereño en la Amazonía.	viabile para brindar atención médica desde regiones más desarrolladas a comunidades alejadas de los centros urbanos. Además de su viabilidad técnica, la aceptación y la satisfacción de los pacientes fueron elevadas.
Ramos et al., 2023	<i>Feasibility and effectiveness of a remote individual rehabilitation program for people with Parkinson's disease living in the Brazilian Amazon: a randomized clinical trial</i>		Evaluar la viabilidad y la eficacia de un programa de telerehabilitación para personas con enfermedad de Parkinson que viven en una comunidad subrepresentada en la Amazonía brasileña.	El programa de telerehabilitación mostró una alta adherencia por parte de los pacientes y mínimos efectos adversos.
Castro et al., 2020	<i>Telemedicina rural e COVID-19: ampliando o acesso onde a distância já era regra</i>		Informar sobre la experiencia de un equipo de Salud Familiar en la introducción de un servicio de telemedicina en un entorno rural dentro del Sistema Único de Salud (SUS) de Brasil.	El uso de WhatsApp para la telemedicina durante la pandemia de COVID-19 demostró ser viable y estratégico en las zonas rurales, reduciendo las desigualdades en el acceso a la atención médica. Sin embargo, limitaciones como la falta de dispositivos, conectividad o habilidades digitales aún excluyeron a las poblaciones vulnerables.
Silva et al., 2020	<i>Tele-education applied to human communication health to cope with triple epidemics in the state of Pernambuco, Brazil: an experience report</i>		Evaluar la implementación de sesiones de teleeducación para profesionales de la salud que trabajan en atención primaria en Pernambuco.	El servicio de teleformación ha sido ampliamente aprobado y reconocido como una opción accesible y eficaz para la formación continua de los profesionales de atención primaria de salud.
Viana et al., 2019	<i>Telehealth: a tool for technological innovation with perspectives of promotion of indigenous healthcare in the state of Amazonas, Brazil</i>		Presentar el sistema de telesalud implementado en aldeas indígenas del estado de Amazonas, Brasil.	A pesar de sus dificultades (como la calidad de internet), el sistema de telesalud se presenta como una alternativa eficaz para reducir los efectos del aislamiento en zonas remotas, aunque todavía requiere mejoras en la infraestructura tecnológica.
Oliviera et al.,	<i>Análise da implantação do</i>	<i>Cadernos de Saúde Pública</i>	Evaluar, en seis municipios de Pernambuco, el grado	La telemedicina demuestra potencial para mejorar la

2015	<i>Programa Telessaúde Brasil em Pernambuco, Brasil: estudo de casos</i>	 CSP CADERNOS DE SAÚDE PÚBLICA REPORTS IN PUBLIC HEALTH	de implementación de la Red de Centros de Telesalud (RedeNutes), que integra el Programa de Telesalud Brasil y desarrolla acciones para la Estrategia de Salud Familiar, a través de servicios de teleasistencia y teleeducación.	atención médica integral en el estado, especialmente a través de las teleconsultas y el telediagnóstico. Sin embargo, se observan desafíos en su adopción, lo que requiere estrategias para involucrar a los profesionales y la adaptación tecnológica para aumentar su eficacia.
------	--	--	---	---

Fuente: Autoría propia.

Figura 2. Distribución geográfica de los estudios en Brasil.



Fuente: Autora, 2025. Desarrollo en MapChart.

Figura 3. Linha do tempo dos estudos por estado (2015–2025).

Fuente: Autoría propia, 2026. Hecho en Canva.

3.2 Áreas temáticas de los artículos

Los estudios incluidos en esta revisión bibliográfica se pueden clasificar en tres áreas temáticas principales, que destacan los usos, los desafíos y el potencial de la telesalud en contextos vulnerables en Brasil: Telemedicina en poblaciones ribereñas e indígenas; Telemedicina durante la pandemia de COVID-19; Teleeducación y formación profesional.

3.2.1 Telemedicina en poblaciones ribereñas e indígenas

La telesalud ha demostrado ser una herramienta eficaz para ampliar el acceso a la atención médica en regiones remotas, como comunidades ribereñas y aldeas indígenas. Estudios como los de Lima et al. (2023) y Viana et al. (2019) han demostrado su aplicación en atención primaria y en especialidades como neurología pediátrica (Rodrigues et al., 2025) y rehabilitación para la enfermedad de Parkinson (Ramos et al., 2023)^{15,16,17}. A pesar de los beneficios, como la reducción de costos y una mayor cobertura de atención médica, persisten desafíos estructurales, incluyendo conexiones a internet inestables, falta de dispositivos adecuados

y la necesidad de capacitación continua de profesionales locales. Estas barreras limitan la plena implementación de soluciones digitales, especialmente en áreas como la Amazonía, donde el aislamiento geográfico es un factor agravante.

3.2.2 Telemedicina durante la pandemia de COVID-19

La pandemia aceleró la adopción de servicios de teleconsultas, sobre todo en territorios con población vulnerable. Castro et al. (2020) relataron el uso innovador del WhatsApp para atendimientos en zonas rurales¹⁸, mientras Batista-da-Silva et al. (2023) demostraron que intervenciones que combinan telesalud y vigilancia comunitaria redujeron muertes por COVID-19 en favelas de Río de Janeiro¹⁹. Sin embargo, la exclusión digital surgió como un obstáculo crítico, con relatos de pacientes sin acceso estable a internet, en el estudio de Castro et al., 2020.

3.2.3 Tele-educación y capacitación profesional

La formación de profesionales mediante teleeducación ha demostrado ser prometedora para fortalecer la atención primaria, como lo evidencian los estudios de Oliveira et al. (2015) y Silva et al. (2020)^{21,22}. En Pernambuco, por

ejemplo, las sesiones de teleeducación fueron bien valoradas por los profesionales de la Estrategia de Salud Familiar, lo que indica su potencial para la formación continua. Sin embargo, la baja adherencia a la teleasistencia en algunos contextos sugiere la necesidad de estrategias de participación más efectivas, como la formación práctica y el apoyo técnico continuo ²¹.

DISCUSIÓN

El derecho a la salud, garantizado constitucionalmente a todos los ciudadanos brasileños, es la base para la implementación de políticas públicas como la telesalud, que tiene como objetivo ampliar el alcance de los servicios²³:

“La salud es un derecho de todos y deber del Estado, garantizando mediante políticas sociales y económicas para la reducción del riesgo de enfermedad y de otros problemas y el acceso universal e igualitario a las acciones y servicios para su promoción, protección y recuperación.”
(Brasil, 1988, p. 211).

A pesar de ese respaldo legal, la efectivización del acceso universal aún enfrenta desafíos significativos en regiones remotas de Brasil, marcadas por dificultades de desplazamiento, escasez de profesionales e infraestructura limitada. Poblaciones que habitan áreas rurales, comunidades ribereñas, indígenas y periferias urbanas componen uno de los grupos más impactados por esas desigualdades, vivenciando cotidianamente la ausencia de atención básica resolutive además de la falta de acceso a atención especializada.

En este contexto, la telesalud se presenta como una herramienta estratégica para reducir iniquidades, al permitir el atendimento a distancia, el apoyo diagnóstico, la educación permanente de profesionales y la articulación entre los niveles de atención. El Programa Telesalud Brasil Redes, instituido por la Ordenanza nº 2.546/2011 del Ministerio de Salud, tiene como objetivo apoyar la consolidación de las Redes de Atención a la Salud ordenadas por la Atención Básica, además de mejorar la calidad del atendimento, en todos los niveles de complejidad, por medio de tecnologías de la información y comunicación, particularmente para reducir desigualdades de acceso en regiones remotas y promover educación permanente de los profesionales.

Mediante la telesalud, es posible superar las barreras geográficas y socioeconómicas, garantizando que la atención llegue a las poblaciones más vulnerables y respetando el principio de equidad, que orienta la asignación de más recursos donde existe mayor necesidad. De esta manera, se refuerza el papel de la telesalud como política pública alineada con la misión

constitucional del Sistema Único de Salud (SUS) de Brasil, contribuyendo significativamente a la democratización de la atención sanitaria. Los artículos incluidos en este trabajo presentan algunos ejemplos exitosos que se han implementado en diversas regiones de Brasil.

El estudio realizado por Rodrigues et al., (2025) demostró resultados positivos en el uso de la implementación de la telesalud, a través de la iniciativa TeleNordeste, en el área de neuropediatría ¹⁶. En este estudio, se incluyeron todos los pacientes programados para consultas neuropediátricas por Unidades Básicas de Salud (UBS). El seguimiento de la mayoría de los pacientes atendidos se mantuvo con éxito en formato remoto; solo el 1,4% de los pacientes requirió intervención presencial. Las consultas virtuales fueron realizadas por profesionales de atención primaria y neurólogos pediátricos. Un punto que merece ser resaltado es que solo las unidades con una conexión a internet estable para realizar teleconsultas en tiempo real fueron elegibles para participar, lo que demuestra la necesidad de invertir en infraestructura para la correcta implementación de acciones en todo Brasil.

El estudio de Batista-da-Silva et al. (2023) trabajó con una intervención comunitaria multicomponente que, entre varias estrategias, incluyó vigilancia móvil y telemedicina, también en el contexto de la pandemia de COVID-19 ¹⁹. Los investigadores trabajaron con una comunidad vulnerable en el Complexo da Maré, en Río de Janeiro. La intervención del estudio redujo el impacto de las desigualdades en el acceso a la salud, mediante la promoción de acciones locales efectivas. Con los resultados de esta iniciativa, se hace evidente la urgencia de invertir en estrategias de salud pública que reconozcan las especificidades de los territorios vulnerables. La acción integrada entre tecnología, vigilancia sanitaria y participación comunitaria debe convertirse en parte permanente de las políticas públicas dirigidas a las poblaciones más invisibles. Invertir en estos territorios no es solo una cuestión de eficiencia, sino, sobre todo, de justicia social.

El artículo publicado por Bin et al. (2023) evaluó la experiencia de un proyecto de telemedicina que conectó la ciudad de São Paulo con Paysandú, un distrito ribereño en la Amazonía, donde el acceso a la atención médica más cercana requiere horas de viaje ²⁴. Los datos del estudio refuerzan el enorme potencial de la telemedicina para reducir las desigualdades en salud, especialmente en regiones remotas y desatendidas. Sin embargo, también resaltan un punto crucial: la inversión en infraestructura tecnológica es indispensable para garantizar la calidad de estas conexiones y, por consiguiente, la continuidad de la atención. Proyectos como este

no deben verse solo como soluciones de emergencia, sino como parte de una política nacional permanente de inclusión en salud. Llevar la atención médica a las riberas de los grandes ríos de la Amazonía es, sobre todo, una forma de reafirmar el derecho a la salud y la dignidad de estas poblaciones.

El ensayo clínico aleatorizado realizado por Ramos et al. (2023) evaluó la viabilidad y la eficacia de un programa de telerehabilitación para personas con enfermedad de Parkinson en una comunidad subrepresentada de la Amazonía brasileña¹⁷. Este estudio demostró otra aplicación de la telesalud: la rehabilitación de pacientes en regiones históricamente marginadas. Las enfermedades no conocen barreras geográficas, pero el acceso a la atención médica sí. Esta desigualdad expone a las poblaciones vulnerables a riesgos evitables, lo que refuerza la importancia de invertir en tecnologías que lleven la atención médica a donde aún no ha llegado.

El trabajo de Castro et al. (2020), publicado en el año de mayor impacto de la pandemia de COVID-19 en Brasil y el mundo, tuvo como objetivo reportar la experiencia de implementar la telemedicina a través de WhatsApp en una unidad de atención primaria de salud ubicada en una zona rural¹⁸. Los autores demostraron que fue una estrategia viable durante la pandemia de SARS-CoV-2 y destacaron que, en las zonas rurales, las vulnerabilidades son históricamente mayores. Sin embargo, plantean una nueva cuestión, mostrando cómo esta población es desatendida en más de una ocasión: no todos los habitantes pudieron acceder a la plataforma. Por lo tanto, es necesario reflexionar sobre cómo llegar a esta población para que reciba el apoyo integral que le corresponde.

En el estudio de Silva et al. (2020), el proceso de implantación de sesiones de teleeducación dirigidas a profesionales de la APS y de los Núcleos de Apoyo a la Salud de la Familia (NASF), en Pernambuco, en el contexto de la tríplice epidemia (dengue, zika y chikungunya)²². Los resultados de los investigadores muestran el alto nivel de aceptación, con 100% de los participantes considerando los temas relevantes e importantes para su calificación. Ese tipo de acción muestra el papel transformador de la teleeducación como herramienta de fortalecimiento de la educación permanente en salud.

El estudio de Viana et al. (2019) se realizó en comunidades indígenas de la Amazonía¹⁵. Los autores destacan la escasez de profesionales de la salud en sus municipios y enfatizan que, a menudo, el acceso solo es posible por vía fluvial. Los principales desafíos que enfrentaron los investigadores incluyen: falta de comprensión de la diversidad cultural; infraestructura inadecuada;

dificultades en el transporte de equipos; interrupciones en el suministro eléctrico; y alta rotación de personal debido al difícil acceso a las regiones.

Finalmente, el trabajo de Oliveira et al. (2015) trae algunos casos importantes referentes al estado de Pernambuco, donde, desde 2003, la Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) instituyó el Núcleo de Telesalud (NutesUFPE), que integra el Programa Telesalud Brasil y desarrolla acciones para la Estrategia Salud de la Familia, por medio de los servicios de teleasistencia y teleeducación²¹. Ese trabajo evaluó el grado de implantación de las estrategias en algunos municipios del estado. Los autores demostraron que, para que los objetivos sean plenamente alcanzados, hay necesidad de ampliación de la cobertura, inversiones, mayor adherencia a los servicios ofrecidos y mejora de la conectividad.

CONCLUSIÓN

La telesalud se consolida como estrategia vital para reducir desigualdades y fortalecer la Atención Primaria (APS) en el SUS, especialmente en áreas remotas. Esta revisión integradora demuestra que la salud digital amplía el acceso en regiones aisladas, beneficiando a poblaciones vulnerables como ribereñas, indígenas y comunidades rurales. Los resultados comprueban la viabilidad técnica, la alta satisfacción de los usuarios y el fortalecimiento de las redes de cuidado e integración profesional.

La muestra de ocho estudios refleja la escasa producción sobre telesalud en esas regiones brasileñas, lo que limita la generalización de los resultados. Sin embargo, tal limitación resalta la urgencia de investigaciones y políticas que completen estas lagunas. Los artículos revisados también evidencian desafíos como la infraestructura de red precaria y la necesidad de mayor capacitación profesional.

Esta revisión reafirma la telesalud como estratégica para la equidad, especialmente en áreas remotas. Es vital integrar la salud digital al SUS con enfoque en la reducción de desigualdades, exigiendo inversiones en infraestructura, capacitación e investigaciones con poblaciones tradicionales. El estudio consolida evidencias y dirige a acciones prácticas para fortalecer el SUS y garantizar el acceso universal, independientemente de la localización.

REFERENCIAS

1. Brasil. Ministério da Saúde. Guia Metodológico para Programas e Serviços em Telessaúde. Brasília: Ministério da Saúde. 2019. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/g>

uia_metodologico_programas_servicos_telessaud
e.pdf

2.Cezário LRA, Ferreira BF, Manoel AV, Oliveira JM, Mendes KLC, Pecorari VA. Telessaúde no Brasil: uma revisão de escopo. *Rev Baiana Saude Publica*. 2024;48(2). doi: 10.22278/2318-2660.2024.v48.n2.a4010. Disponível em: <https://rbsp.sesab.ba.gov.br/index.php/rbsp/article/view/4010>

3.Lisboa KO, Hajjara AC, Sarmiento IP, Sarmiento RP, Gonçalves SHR. A história da telemedicina no Brasil: desafios e vantagens. *Saude Soc*. 2023;32(1). doi: 10.1590/S0104-12902022210170pt. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sausoc/a/htDNpswTKXwVr667LV9V5cP/?format=html&lang=pt>

4.Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.546, de 27 de outubro de 2011. Redefine e amplia o Programa Telessaúde Brasil, que passa a ser denominado Programa Telessaúde Brasil Redes. *Diário Oficial da União*. 28 out 2011 [acesso 18 jun 2025]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2546_27_10_2011.html.

5.Brasil. Ministério da Saúde. Manual de telessaúde para atenção básica / atenção primária à saúde. Brasília: Ministério da Saúde; 2013 [acesso 18 jun 2025]. Disponível em: http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/publicacoes/manual_telessaude.pdf

6.Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 467, de 20 de março de 2020. Dispõe sobre as ações de telemedicina. *Diário Oficial da União*. 23 mar 2020; Seção 1:1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/portaria/prt/portaria%20n%C2%BA%20467-20-ms.htm

7.Sarti TD, Almeida APSC. Incorporação de telessaúde na atenção primária à saúde no Brasil e fatores associados. *Cad Saude Publica*. 2022 May 9;38(4):e00202821. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/tVcMcH4ZvL95vYLw6HD4S5M/?lang=pt>

8.Caetano R, Silva AB, Guedes ACCM, Paiva CCN, Ribeiro GR, Santos DL, et al. Desafios e oportunidades para telessaúde em tempos da pandemia pela COVID-19: uma reflexão sobre os espaços e iniciativas no contexto brasileiro. *Cadernos de Saúde Pública*. 2020;36(5). doi: 10.1590/0102-311X00088920. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/csp/a/swM7NVTnYRw98Rz3drwpJf/?format=html&lang=pt>

9.Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância de Zoonoses e Doenças de Transmissão Vetorial. Panorama epidemiológico da malária em 2021: buscando o caminho para a eliminação da malária no Brasil. Brasília: Ministério da Saúde, 2022. (Boletim Epidemiológico, v. 53, n. 17). Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/m/malaria/situacao-epidemiologica-da-malaria/boletins-epidemiologicos-de-malaria/boletim-epidemiologico-vol-53-no17-2022-panorama-epidemiologico-da-malaria-em-2021-buscando-o-caminho-para-a-eliminacao-da-malaria-no-brasil/view>

10.Pinheiro AKC, Nogueira LMV, André SR, Rodrigues ILA, Trindade LNM, Oliveira APR. Doenças infecciosas e a rede de atenção primária à saúde em comunidades ribeirinhas. *Cogitare Enfermagem*. 2021;26:e76347. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cent/a/6MhK5RKdx34JyBksbcqVpBq/?format=html&lang=pt>

11.Macías Saint-Gerons D, Rodovalho S, Dias ALB, Carvalho ALU, Beratarrechea A, Monteiro WM, et al. Strengthening therapeutic adherence and pharmacovigilance to antimalarial treatment in Manaus, Brazil: a multicomponent strategy using mHealth. *Malaria Journal*. 2022 Jan 29;21:28. doi: 10.1186/s12936-022-04047-3. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8800548/>

12.Brasil. Ministério da Saúde. Telemal+: canal de teleconsultoria para profissionais de saúde na Amazônia. Brasília; 2025 [acesso 21 jun 2025]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/m/malaria/tratamento/telemal>

13.Murta F, Strand E, Farias AS, Rocha F, Santos AC, Rondon EAT, et al. "Two Cultures in Favor of a Dying Patient": Experiences of Health Care Professionals Providing Snakebite Care to Indigenous Peoples in the Brazilian Amazon. *Toxins (Basel)*. 2023 Mar 3;15(3):194. doi: 10.3390/toxins15030194. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10051728/>

14.Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020

statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71. Disponível em: <https://www.bmj.com/content/372/bmj.n71>

15.Viana R, Martins A, Marangoni V, Bezerra A. Telehealth: a tool for technological innovation with perspectives of promotion of indigenous healthcare in the state of Amazonas, Brazil. *Journal of Information Systems and Technology Management*. 2019;16:e201916005. doi: 10.4301/S1807-1775201916005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jistm/a/BSpnFDLJZfjsHnGjzn4TKLD/?lang=en>

16.Rodrigues DLG, Frota MA, Malta MVS, Maeyama MA, Padilha F, Miyauchi A, et al. Revolutionizing pediatric neurology care: telemedicine advancements and regulatory impact in the Northeast of Brazil. *Arquivos de Neuropsiquiatria*. 2025;83(2):1-7. doi: 10.1055/s-0045-1806733. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/anp/a/sPgVNddMnRmrHWGttMf5nnq/?lang=en>

17.Ramos LFP, Vilacorta-Pereira TCS, Duarte JS, Yamada ES, Santos-Lobato BL. Feasibility and effectiveness of a remote individual rehabilitation program for people with Parkinson's disease living in the Brazilian Amazon: a randomized clinical trial. *Front Neurol*. 2023;14:1244661. doi: 10.3389/fneur.2023.1244661. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/neurology/articles/10.3389/fneur.2023.1244661/full?field=&journalName=Frontiers_in_Neurology&id=1244661

18.Castro FAG, Santos ÁO, Reis GVL, Viveiros LB, Torres MH, Oliveira Junior PP. Telemedicina rural e COVID-19: ampliando o acesso onde a distância já era regra. *Revista Brasileira de Medicina da Família e Comunidade*. 2020;15(42):2484. [https://doi.org/10.5712/rbmfc15\(42\)2484](https://doi.org/10.5712/rbmfc15(42)2484).

19.Batista-da-Silva AA, Moraes CB, Bozza HR, Bastos LDSL, Ranzani OT, Hamacher S, et al. Effectiveness of a multicomponent intervention to face the COVID-19 pandemic in Rio de Janeiro's favelas: difference-in-differences analysis. *BMJ Glob Health*. 2023 May;8(5):e009997. DOI: 10.1136/bmjgh-2022-009997. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37253531/>

20.Silva AB, Sindico SRF, Carneiro AC, Henrique SM, Fernandes AG, Gomes JP, et al. COVID-19 Remote Consultation Services and Population in Health Inequity-Concentrating Territories: A

Scoping Review. *Telemed J E Health*. 2021 Aug;27(8):881-897. doi: 10.1089/tmj.2021.0145. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34232749/>

21.Oliviera DG, Frias PG, Vanderlei LCM, Vidal SA, Novaes MA, Souza WV. Análise da implantação do Programa Telessaúde Brasil em Pernambuco, Brasil: estudo de casos. *Cad Saude Publica*. 2015;31(11). doi: 10.1590/0102-311X00125914. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/DymDy3qyv8DTfjcmR3FhcQp/abstract/?lang=pt>

22.Silva TPS, Sousa FOS, Leite GA, Pereira MEM, Gomes MCT, Rodrigues M, et al. Tele-education applied to human communication health to cope with triple epidemics in the state of Pernambuco, Brazil: an experience report. *Rev CEFAC*. 2020;22(3). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcefac/a/LpKXCg76g4wwwZkcd8BmWgpS/?lang=pt>

23.Brasil. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal; 1988. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf

24.Bin KJ, Alves PGS, Costa R, Eiras PC, Araujo LN, Pereira AJR, et al. User Experience Regarding Digital Primary Health Care in Santarém, Amazon: Evaluation of Patient Satisfaction and Doctor's Feedback. *JMIR Formative Research*. 2023 Jan 11;7:e39034. doi: 10.2196/39034. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9878359/>

Statement of responsibility: Todos los autores participaron en el desarrollo y la elaboración de este trabajo. Las responsabilidades de cada autor en la realización de este artículo se detallan a continuación.

Funding: Nada que declarar.

Conflict of interest: Los autores declaran que no existen conflictos de interés relacionados con la investigación, la autoría o la publicación de este artículo.

How to cite this article: Campos GB, Ferreira SKS. La telesalud como apoyo a la atención primaria de salud en regiones remotas de Brasil: una revisión integradora de la literatura. *Latin Am J telehealth*, Belo Horizonte, 2025; 12(2): 258-269 ISSN: 2175-2990.