

Diseño y desarrollo de una plataforma digital en rehabilitación y telesalud para la evaluación y formación en contextos rurales

Design and development of a digital platform for rehabilitation and telehealth for evaluation and training in rural contexts

Desenho e desenvolvimento de uma plataforma digital em reabilitação e telessaúde para avaliação e formação em contextos rurais

Andrea Torres Ruiz^{1,2}, Jorge Isaac Murillo¹, Mónica Paola Murcia Doncel¹, Laura María Roa Barrantes¹

¹ Universidad Manuela Beltrán. Bogotá, Colombia.

² Grupo de Investigación en Ingeniería Biomédica, Universidad Manuela Beltrán. Bogotá, Colombia.

RESUMEN

El estudio tiene como objetivo presentar el diseño y desarrollo preliminar de una plataforma digital orientada a la rehabilitación y la telesalud en contextos rurales, desarrollada en el marco del macroproyecto Consalud+, liderado por la Universidad Manuela Beltrán, sede Bogotá. El proyecto promueve la innovación y el desarrollo tecnológico tanto para la formación de los profesionales en salud como para la evaluación clínica, respondiendo a las necesidades que tienen las poblaciones rurales mediante herramientas digitales. El desarrollo basado en las TIC y en una arquitectura modelo-visor-controlador (MVC) fue implementado con el framework Ionic e integrado con Angular, React o Vue, empleando TypeScript, HTML y CSS para la gestión de contenido, el diseño visual y la funcionalidad. Como insumo inicial, la plataforma se alimentó con dos instrumentos validados en un proyecto de la Maestría en Neurorehabilitación: el Cuestionario de Actividades de la Vida Diaria Escolar (AVD-E) y una Escala de Valoración de Funciones Ejecutivas (FE) en adultos mayores, ambos orientados a la neurorehabilitación. El diseño permite hacer el registro de la información clínica y visualizar resultados, como apoyo a la promoción de la salud, prevención de la enfermedad y formación en la telepráctica a los profesionales en entornos rurales. Esta plataforma tiene el potencial de apoyar la salud rural y podría contribuir a la toma de decisiones clínicas, fomentando la equidad tecnológica y el acceso a servicios de rehabilitación. Asimismo, establece una base desde la ingeniería biomédica para consolidar un ecosistema integral de telesalud que articule innovación, educación y atención clínica.

Palabras clave: rehabilitación; telesalud; telepráctica; salud rural; plataformas digitales.

Recibido: 03-11-2025

Aceptado: 26-03-2026

En línea: 31-05-2026

OPEN ACCESS



© 2026 Los autores. Publicado por la
Revista Herediana de Rehabilitación.

CITAR COMO:

Torres A, Murillo JI, Murcia MP, et al. Diseño y desarrollo de una plataforma digital en rehabilitación y telesalud para la evaluación y formación en contextos rurales. *Rev Hered Rehab.* 2026;9(1):e7276. doi:[10.20453/rhr.v9i1.7276](https://doi.org/10.20453/rhr.v9i1.7276)

ABSTRACT

The objective of this study is to present the design and preliminary development of a digital platform focused on rehabilitation and telehealth in rural settings, developed as part of the Consalud+ macro-project led by Universidad Manuela Beltrán in Bogotá. The project promotes innovation and technological development for both healthcare professional training and clinical evaluation, addressing the needs of rural populations through digital tools. The development, based on information and communication technologies (ICTs) and a Model-View-Controller (MVC) architecture, was implemented using the Ionic framework and integrated with Angular, React, or Vue, employing TypeScript, HTML, and CSS for content management, visual design, and functionality. As an initial input, the platform incorporated two validated instruments in a Master's program in Neurorehabilitation: the School Activities of Daily Living Questionnaire (ADL-S) and an Executive Function Assessment Scale for older adults, both oriented toward neurorehabilitation. The platform design enables clinical data entry and visualization of results, supporting health promotion, disease prevention, and telepractice training for healthcare professionals in rural environments. This platform has the potential to strengthen rural healthcare and contribute to clinical decision-making, promoting technological equity and access to rehabilitation services. Furthermore, it establishes a foundation from a biomedical engineering perspective to consolidate an integrated telehealth ecosystem that connects innovation, education, and clinical care.

Keywords: rehabilitation; telehealth; telepractice; rural health; digital platforms.

RESUMO

O estudo tem como objetivo apresentar o desenho e desenvolvimento preliminar de uma plataforma digital voltada à reabilitação e à telessaúde em contextos rurais, desenvolvida no âmbito do macroprojeto Consalud+, liderado pela Universidad Manuela Beltrán, sede Bogotá. O projeto promove a inovação e o desenvolvimento tecnológico tanto para a formação de profissionais de saúde quanto para a avaliação clínica, respondendo às necessidades das populações rurais por meio de ferramentas digitais. O desenvolvimento, baseado nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e em uma arquitetura modelo-visão-controlador (MVC), foi implementado com o framework Ionic e integrado com Angular, React ou Vue, utilizando TypeScript, HTML e CSS para a gestão de conteúdo, o design visual e a funcionalidade. Como insumo inicial, a plataforma foi alimentada com dois instrumentos validados em um projeto do Mestrado em Neuroreabilitação: o Questionário de Atividades da Vida Diária Escolar (AVD-E) e uma Escala de Avaliação de Funções Executivas (FE) em adultos idosos, ambos orientados à neuroreabilitação. O desenho permite o registro de informações clínicas e a visualização de resultados, como apoio à promoção da saúde, prevenção de doenças e formação em teleprática para profissionais em ambientes rurais. Essa plataforma apresenta potencial para apoiar a saúde rural e pode contribuir para a tomada de decisões clínicas, promovendo a equidade tecnológica e o acesso a serviços de reabilitação. Além disso, estabelece uma base a partir da engenharia biomédica para consolidar um ecossistema integral de telessaúde que articule inovação, educação e assistência clínica.

Palavras-chave: reabilitação; telessaúde; teleprática; saúde rural; plataformas digitais.

INTRODUCCIÓN

La salud en el contexto rural enfrenta múltiples desafíos, dados por la geografía, la infraestructura tecnológica deficiente y el bajo nivel de alfabetización digital (1). Estas barreras dificultan el acceso a servicios de salud, haciendo más grandes las brechas en la atención y la calidad de los tratamientos terapéuticos (2, 3). En este contexto, la telesalud (TS) y la telepráctica (TP) surgen

como estrategias importantes para garantizar la calidad en la atención, con herramientas digitales adaptadas a las necesidades locales (4, 5).

En Colombia se han implementado diversas iniciativas orientadas a promover estilos de vida saludables; no obstante, factores limitantes de corte logístico, de acceso geográfico y de disponibilidad de personal especializado impiden que estas zonas cuenten con

acompañamiento profesional. Adicionalmente, las intervenciones dirigidas a estas comunidades requieren lineamientos específicos que respondan a sus características particulares. La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) elaboraron un documento técnico para fortale-

cer la toma de decisiones en los sistemas sanitarios a nivel global, en el que se destaca la importancia de este tipo de herramientas y sus funciones clave (figura 1). Esto con el fin de contribuir a la evaluación clínica y a la formación del talento humano en salud, dentro lo que respecta a la TS y TP (6).

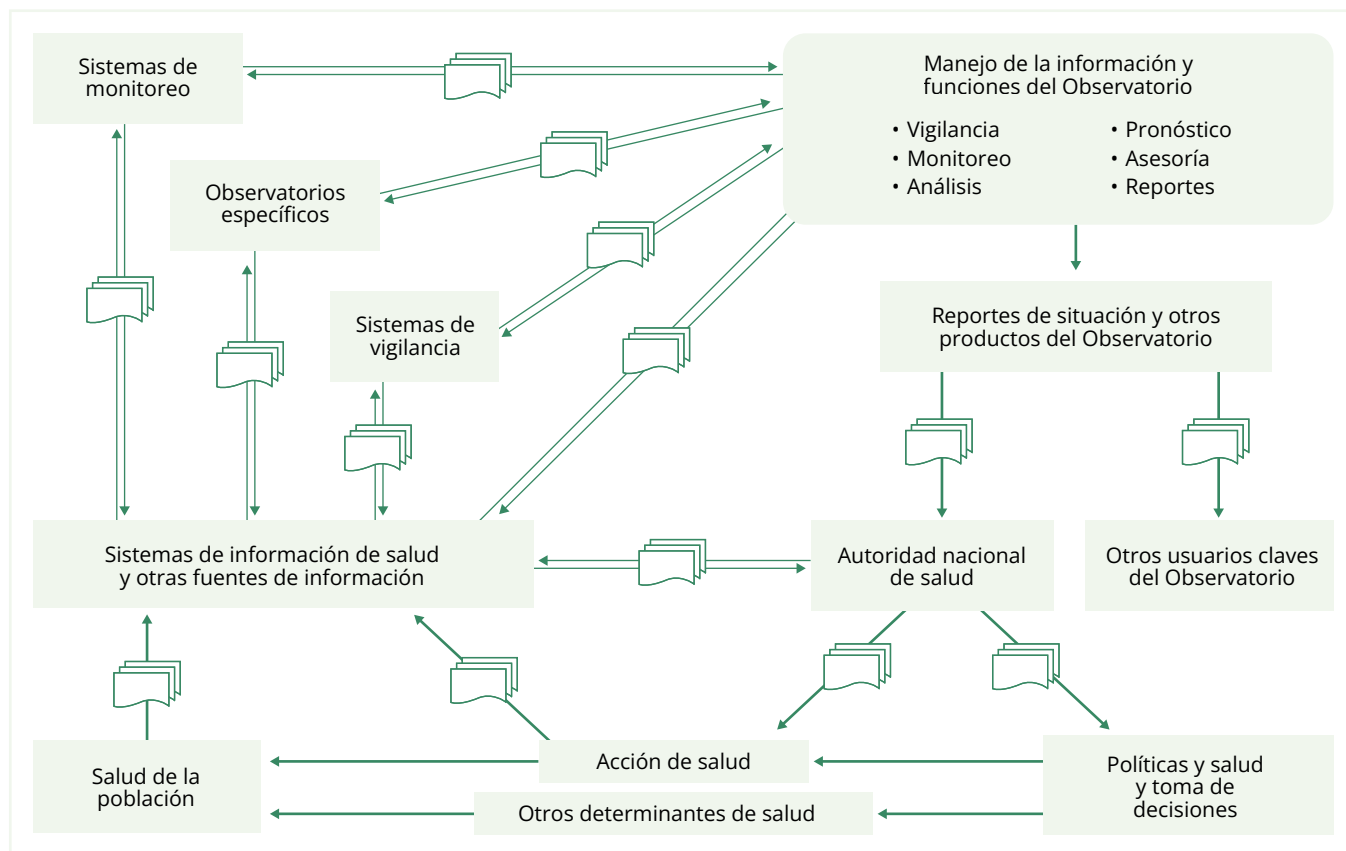


Figura 1. Manejo de información y funciones de plataformas digitales para la salud. Adaptado de OPS/OMS (6).

Estas iniciativas buscan mejorar los procesos de evaluación en rehabilitación y generar un ecosistema digital que integre formación, asistencia remota y apoyo profesional en contextos rurales. La Universidad Manuela Beltrán, en Colombia, trabaja en el proyecto Consalud+: Salud rural para eliminar barreras digitales a través de formación y teleservicios, orientado al desarrollo de una plataforma digital que facilite la formación continua del talento humano en salud, la implementación de teleservicios y la creación de un repositorio abierto de recursos clínicos y educativos.

En este contexto, surge la telerrehabilitación (TR) como la aplicación de la telemedicina a la rehabilitación, con servicios a distancia para la población que no puede acceder a la atención sanitaria, que integra terapia, recuperación y asistencia en la recuperación neurológica y psicológica, involucrando a familiares y cuidadores. Esto conlleva una reducción de los costos asociados, mejora la frecuencia de la atención, la comodidad del espacio o el desplazamiento, los horarios, entre otros (5).

De acuerdo con los datos del Ministerio de Salud y Protección Social (7), Colombia atraviesa un acelerado proceso

de envejecimiento poblacional, en el cual la proporción de personas mayores se sitúa cerca del 14%. Frente a este panorama, resulta imperativo fomentar la capacitación de los profesionales de la salud. El objetivo es implementar estrategias de promoción y prevención, considerando las graves repercusiones del deterioro cognitivo y sus patologías asociadas, las cuales comprometen significativamente la funcionalidad y la independencia de este grupo etario en sus actividades de la vida diaria (AVD).

En este sentido, la plataforma Consalud+ busca un proceso evaluativo en neurorrehabilitación para determinar el nivel neuropsicológico (8, 9) de las personas en contextos rurales y en el mundo real, a través de escalas, baterías y cuestionarios —previamente validadas en estudios bajo una metodología de validez ecológica (8, 10)— que reflejen de manera precisa el desempeño cognitivo del individuo en contextos funcionales y situaciones de la vida cotidiana. La plataforma, al tomar como insumo estos instrumentos, permitiría a los usuarios de la herramienta no solo la formación a través de la TP, sino la aplicación de los mismos en las poblaciones rurales para utilizarlos como acciones de promoción y prevención de la enfermedad.

Por lo anterior, el objetivo de esta propuesta fue presentar el diseño y desarrollo preliminar de una herramienta digital enfocada en procesos de rehabilitación en salud rural, formación educativa a través de la TS y centrada en la neurorrehabilitación con la digitalización del Cuestionario de Actividades de la Vida Diaria Escolar (AVD-E) (10) y de una Escala de Valoración de Funciones Ejecutivas (FE) en adultos mayores (8). Ambas intervenciones se articulan a través de la plataforma digital mencionada, la cual está diseñada para almacenar datos de manera sistemática y generar resultados gráficos inmediatos. Esta herramienta servirá de apoyo para la toma de decisiones terapéuticas, facilitará los procesos de evaluación neuropsicológica (9) y promoverá la educación en salud dirigida a los cuidadores y grupos familiares (5).

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se enmarca en una investigación aplicada de diseño y desarrollo de tecnologías para la rehabilitación, con alcance descriptivo, orientada al diseño preliminar de una plataforma digital para rehabilitación y TS en contextos rurales. Dado que se trata de una fase inicial de desarrollo tecnológico, se emplean como insumo instrumentos previamente validados de un proyecto de la Maestría en Neurorrehabilitación (8), sin utilizar datos originales, solo la estructura conceptual para su digitalización. Dichos instrumentos validados fueron aprobados por el Comité de Ética de la Universidad Manuela Beltrán, bajo el radicado CE-242-21365-015. La aprobación corresponde a los instrumentos originales y no a esta fase de digitalización, en la cual no hubo participación directa de usuarios ni uso de datos clínicos originales.

El proceso metodológico se desarrolló a lo largo de cuatro momentos de la siguiente manera: 1) análisis de requerimientos y diseño conceptual; 2) digitalización y prototipado de instrumentos clínicos; 3) diseño preliminar del sistema; y 4) pruebas técnicas internas de verificación inicial.

En la primera etapa, se realizó la revisión documental y el análisis de las necesidades en el campo de la neurorrehabilitación y en contextos rurales para definir funcionalidades prioritarias, considerando criterios de accesibilidad digital, pertinencia clínica y aplicabilidad en TS.

En la segunda etapa, se adaptaron al entorno digital dos herramientas validadas en estudios previos con aprobación del Comité de Ética: el Cuestionario de Actividades de la Vida Diaria Escolar (AVD-E) y una Escala de Valoración de Funciones Ejecutivas (FE) para adultos mayores (8, 10).

En la tercera etapa, se implementó una arquitectura MVC (modelo-vista-controlador) basada en el *framework* Ionic, integrada con tecnologías web modernas, para el desa-

rollo de la interfaz y la funcionalidad de la plataforma. Esta elección permitió optimizar el diseño, la usabilidad y la eficiencia del proceso de desarrollo, favoreciendo una experiencia de usuario adecuada para entornos de TS. Se desarrolló un prototipo conceptual y funcional de la plataforma, orientado a la captura, almacenamiento y visualización de información clínica en entornos rurales. Se definieron los flujos de usuario, las funcionalidades principales y la estructura general del sistema, priorizando criterios de usabilidad, accesibilidad y simplicidad en la interfaz. Asimismo, se diseñó el modelo de datos para la gestión de la información clínica, garantizando la consistencia, integridad y escalabilidad del sistema para futuras aplicaciones.

En la cuarta etapa, se realizaron pruebas técnicas internas orientadas a verificar la navegación, la estabilidad del sistema, el rendimiento y la representación gráfica de datos, por lo que el paso a seguir será implementar pruebas de usabilidad y, posteriormente, llevar el desarrollo tecnológico a niveles de madurez tecnológica TRL 5 y 6, para ir acoplado estrategias progresivamente en la plataforma Consalud+.

RESULTADOS

El resultado de este proyecto es el diseño y desarrollo preliminar de la plataforma digital en rehabilitación y TS, con la digitalización de dos herramientas de neurorrehabilitación: el cuestionario AVD-E, con visualización inmediata de resultados cuantitativos que favorecen la toma de decisiones clínicas, y la proyección de una herramienta interactiva para la valoración de FE en adultos mayores (8, 10). Ambas están enfocadas tanto a nivel educativo como clínico e integradas como parte de un ecosistema digital de TS y TP, con el potencial de incorporar elementos gamificados que facilitan la comprensión y su uso (11-13).

Se definieron un total de 17 casos de uso y 5 actores del sistema para la plataforma. El diagrama de los casos de uso se estructuró a partir de los siguientes actores: entidad, profesional de la salud, familiares y cuidadores, investigador y administrador, tal como se muestra en la figura 2. La entidad tiene acceso a la visualización de fichas técnicas e indicadores. Los profesionales de la salud pueden visualizar indicadores, así como diligenciar, consultar y editar encuestas. Los familiares o cuidadores cuentan con acceso a contenidos educativos, juegos y a la visualización de indicadores por usuario. Los investigadores pueden consultar encuestas y visualizar indicadores, mientras que los administradores disponen de funciones para la configuración de indicadores, creación y eliminación de entrevistadores, la gestión de encuestas, contenidos educativos y juegos. La descripción detallada de los casos de uso se presenta en la tabla 1.

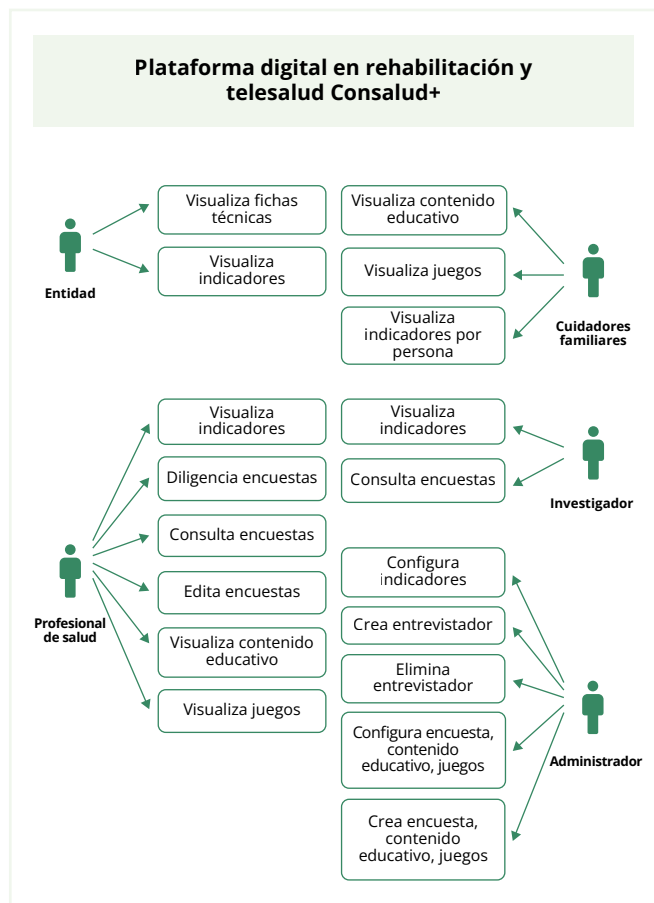


Figura 2. Diagrama de casos de uso de la plataforma digital en rehabilitación y telesalud.

Tabla 1. Casos de uso de la plataforma digital.

Caso	Nombre	Descripción
1	Visualizar fichas técnicas	Se presentan las fichas técnicas e instrumentos: cuestionario AVD-E y valoración FE en el adulto mayor.
2	Visualizar indicadores	Se presentan los resultados con gráficas de barras de color distintivo y porcentajes en la parte superior de estas.
3	Consultar encuestas	A partir de parámetros de filtración, se genera una consulta a la base de datos.
4	Visualizar indicadores de entidad	Se visualizan los indicadores limitados al área rural a partir de los indicadores generales.
5	Visualizar indicadores restringidos por persona	A partir de los indicadores generales, se toman los datos restringidos por persona a una muestra.
6	Diligenciar encuesta	Se provee la interfaz de los instrumentos: cuestionario AVD-E y valoración FE en el adulto mayor.
7	Seleccionar encuesta	La interfaz permite que se realice la elección de una encuesta.

Tabla 1. (Continuación).

Caso	Nombre	Descripción
8	Crear registro de encuesta	Se crea un nuevo registro de una encuesta seleccionada.
9	Consultar encuesta	Se seleccionan parámetros de búsqueda para consultar un registro de encuesta de la base.
10	Editar encuesta	Se muestra la interfaz de la encuesta seleccionada de acuerdo con el registro consultado.
11	Configurar indicadores	Se asocia un rol a cada indicador y se asignan permisos.
12	Crear entrevistador	Se registra un nuevo entrevistador a la base de datos.
13	Eliminar entrevistador	Se elimina un registro de entrevistador de la base de datos.
14	Configurar encuesta, contenido educativo y juegos	Se provee la encuesta seleccionada (puede modificar preguntas y opciones de respuesta), contenido educativo y juegos.
15	Crear encuesta, contenido educativo y juegos	Se genera un nuevo registro en la base de datos de una encuesta (incluye preguntas y respuestas), el contenido educativo y los juegos.
16	Visualizar contenido educativo	Se visualiza el contenido educativo en neurorrehabilitación: etiologías, AVD-E y FE en el adulto mayor.
17	Visualizar juegos	Se visualiza el contenido gamificado en neurorrehabilitación.

Con los casos de uso definidos, se modeló la interfaz gráfica con el diseño de *mockups*, siguiendo una aplicación simple y estructurada con las normas de diseño convencional, teniendo en cuenta la usabilidad, las barras de navegación y la creación de maquetas de interfaz compatibles con Android. En este modelado se crearon diferentes enfoques de vista. El primero, orientado a la navegación estándar de la herramienta, donde se incluye el perfil para dar inicio a la sesión o *login*, como se aprecia en la figura 3; el segundo, de navegación para visualizar los indicadores, cuestionarios, contenido educativo y juegos; el tercero, donde se evidencian las páginas de alimentación de la base de datos, aquí los profesionales pueden diligenciar los instrumentos con la información de cada usuario y ver la información por medio de gráficas como se aprecia en las figuras 4 y 5; y el cuarto enfoque muestra los datos administrativos del contenido del sistema, como las páginas de encuestas por perfiles y por el rol de administrador, entre otras. En las figuras 3, 4 y 5 se aprecian algunas de las páginas diseñadas, correspondientes al modelado de la interfaz gráfica de la herramienta con vistas *mockups*.

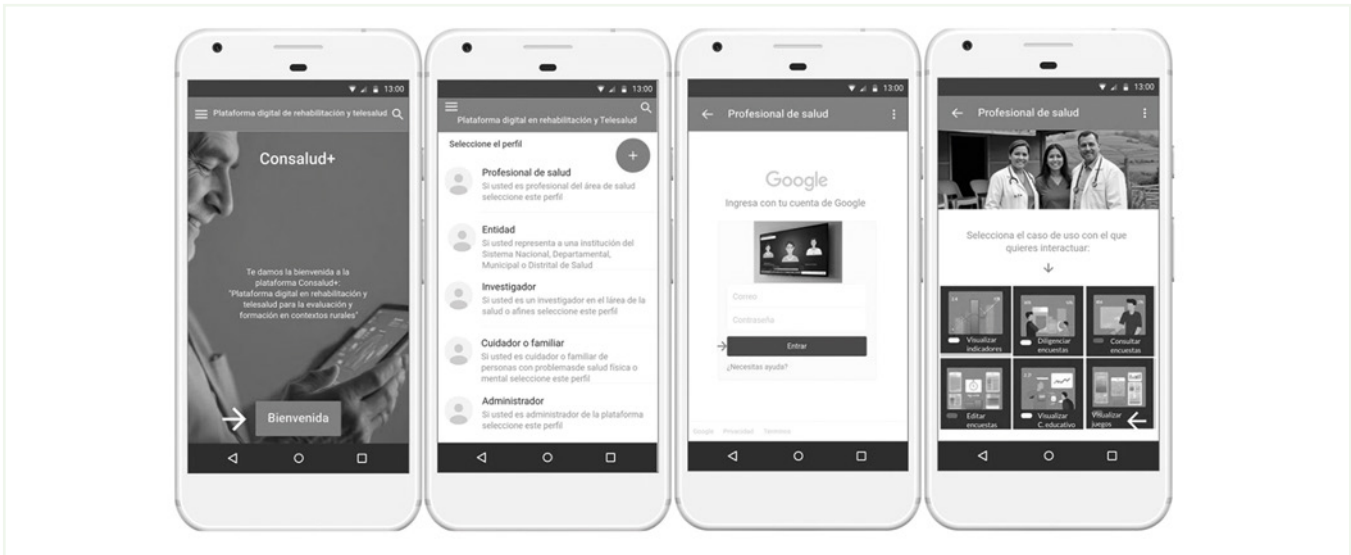


Figura 3. Página de navegación estándar de la plataforma: perfil e inicio de sesión.

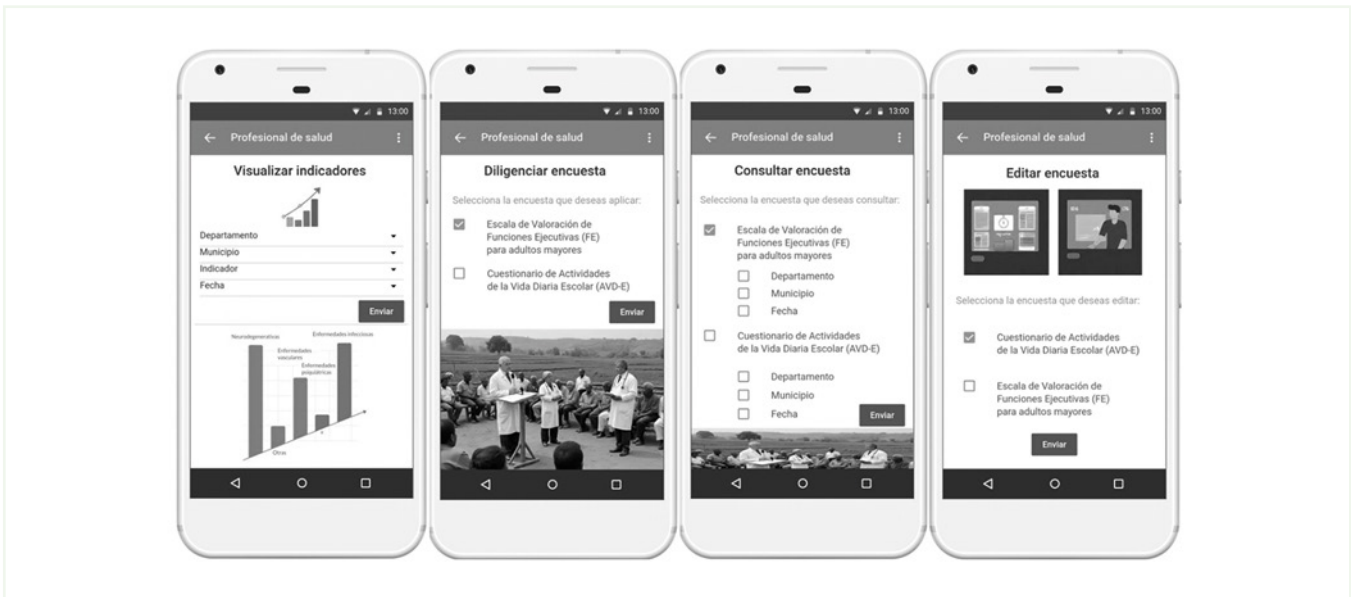


Figura 4. Página de navegación para visualizar indicadores y cuestionarios.

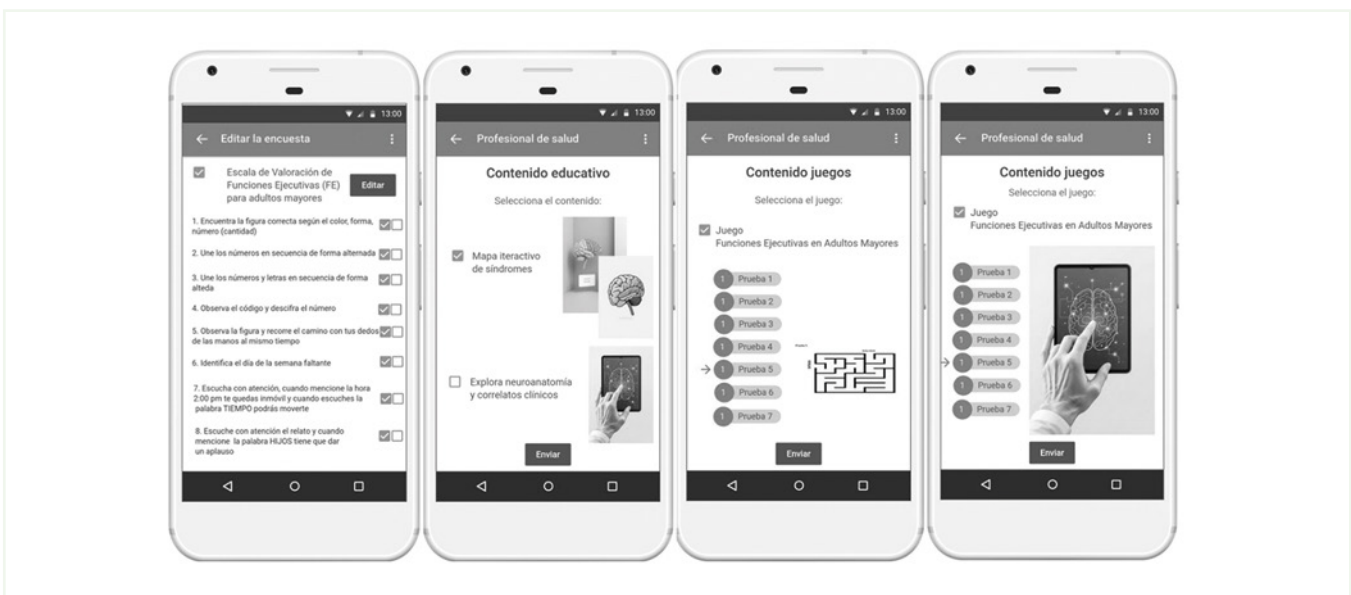


Figura 5. Página de navegación para visualizar contenido educativo y juegos.

DISCUSIÓN

Los trastornos del neurodesarrollo comprenden un amplio espectro de alteraciones que suponen una limitación en el funcionamiento cognitivo o adaptativo, dando lugar a trastornos de conducta o déficit intelectual (10, 14). Estas limitaciones se convierten en barreras para la participación en diferentes AVD, las cuales resaltan el valor en la calidad de vida para el desempeño personal, profesional y social del individuo, así como las actividades básicas de la vida diaria (ABVD), tales como la alimentación, movilidad personal, aseo, baño, vestido, sueño y descanso (15).

En este contexto, la plataforma propuesta podría facilitar tanto la evaluación de las FE como el seguimiento del progreso en la recuperación, la independencia y la participación en AVD de las poblaciones en contextos rurales, donde existen limitaciones de acceso a servicios especializados (2, 3). Por esto, la TR es un método promisorio para la rehabilitación cognitiva de pacientes neurológicos, considerando las barreras anteriormente descritas y las restricciones que muchas veces presentan estas poblaciones para el tratamiento presencial tradicional (16). La plataforma podría constituirse en un aliado inteligente de la TR para gestionar, recolectar, organizar y analizar datos relacionados con la rehabilitación y la TP de las comunidades rurales para analizar el proceso salud-enfermedad (17).

Según Maggio et al. (5), la TR en el ámbito cognitivo brinda diversas posibilidades, como permitir al terapeuta ofrecer servicios de rehabilitación con monitorización continua del paciente en su domicilio y eliminar las barreras de la distancia y tiempo, al favorecer la comodidad y seguridad, incluso sin la presencia física del terapeuta. Algunas herramientas pueden proporcionar tratamientos motores, cognitivos y lingüísticos mediante dispositivos tecnológicos remotos avanzados (18, 19). Asimismo, el uso de plataformas de videojuegos comerciales como Nintendo Wii (20), Kinect (21) y dispositivos robóticos ha permitido extender la rehabilitación hacia dominios cognitivos en pacientes neurológicos. Por tales motivos, esta plataforma podría constituirse en una herramienta de apoyo en dicha área para contextos rurales.

Adicionalmente, Leochico et al. (1) indican que la TR no se ha consolidado plenamente en países en desarrollo, aunque en la pandemia de la COVID-19 se impulsó su implementación. Diversos casos de éxito de programas en Canadá y Australia han demostrado mejoras en el acceso, reduciendo tiempo, costos y barreras geográficas (22, 23). India, un país de ingresos medio-bajos, según el World Bank Group (24), cuenta con un programa de teleneurorehabilitación para brindar servicios de forma remota en un contexto de recursos médicos limitados (25), lo que evidencia que

cada país adopta la TR en función de las necesidades de su población y de su sistema de salud.

La integración de ambas escalas de valoración en la plataforma permitiría una mejor comprensión de las lesiones cerebrales y una evaluación más precisa de las habilidades cognitivas, tal como refieren Delgado y Sánchez (26). En este contexto, las FE articulan diversos procesos de orden superior; de acuerdo con López (8), estas abarcan componentes como la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva, la planificación y la toma de decisiones. En consecuencia, la evaluación rigurosa de estos dominios podría optimizar el diseño de intervenciones neuropsicológicas orientadas a la población adulta mayor en contextos rurales (8, 10). Es importante tener en cuenta que estas pruebas neuropsicológicas son más efectivas si se aplican en la vida diaria de las personas (26) o en entornos cotidianos con validez ecológica (8).

Según Miyake et al. (27) y Ortega-Muñoz et al. (10), las FE comprenden tres componentes: actualización, inhibición y alternancia, los cuales se integran en la plataforma para permitir el desarrollo de habilidades de tipo ejecutivo y el desempeño de las AVD para la independencia y la funcionalidad; entendidas, según Buitrago et al. (28), como las capacidades fundamentales para la autonomía y para facilitar la integración y adaptación al contexto en un ambiente biológico, genético y social. Todas estas herramientas de neurorehabilitación contribuyen al proceso de evaluación, diagnóstico y seguimiento, como lo indican Lira y Caballero (29). De igual modo, autores como Cordero-Andrés et al. (30) afirman que estos modelos permiten comprender los procesos cognitivos involucrados en diferentes contextos.

Por otro lado, y en coherencia con lineamientos internacionales, la OMS y la OPS han promovido el desarrollo de plataformas y observatorios nacionales de salud (6). En la misma línea, el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia ha implementado registros, observatorios y sistemas de seguimiento (ROSS) como herramientas para la gestión de datos, resultados y calidad de seguimientos de la información en salud (31), así como estrategias para la prevención de enfermedades no transmisibles (ENT) (32). En este marco, la plataforma diseñada podría constituirse en una herramienta de apoyo para la gestión de información en salud rural. Adicionalmente, la incorporación de estrategias de gamificación podría fortalecer procesos de formación, motivación, aprendizaje y participación en profesionales y usuarios (13, 33, 34).

Es importante señalar que este trabajo corresponde a un desarrollo tecnológico en fase preliminar y, por lo tanto, presenta algunas limitaciones. En primer lugar, se trata de un prototipo conceptual y funcional que aún no ha sido validado clínicamente en población real. Además,

no se realizaron pruebas de usabilidad, lo cual limita la evaluación de la experiencia de usuario en contextos reales. Sumado a lo anterior, el desarrollo se encuentra en un nivel inicial de madurez tecnológica, por lo cual hay que avanzar hacia fases de validación experimental y aplicación en entornos reales mediante estudios con población objetivo para evaluar su impacto en procesos de evaluación y formación en salud. Se proyecta el escalamiento tecnológico con el fin de avanzar en niveles de madurez e integrar nuevas funcionalidades que fortalezcan el sistema digital en TS y TR.

Con esta propuesta, se contribuye al llamado a la acción de la OMS para la Rehabilitación 2030 (35), con el fin de mejorar el acceso a los servicios de esta disciplina. Aún quedan muchos desafíos humanos, organizativos y técnicos de la implementación de la TR en países como Colombia; sin embargo, desarrollos como el presentado, en articulación con expertos en TS e informática médica, pueden contribuir con la innovación tecnológica para la evaluación y formación de procesos de neurorrehabilitación en contextos rurales (36, 37).

CONCLUSIONES

Se generó el diseño preliminar de una plataforma digital de rehabilitación y TP en contextos rurales, con instrumentos clínicos validados en neurorrehabilitación y con componentes tecnológicos basados en arquitectura MVC. Se trata de un primer paso en la consolidación de un sistema digital de evaluación, seguimiento e intervención.

Los resultados preliminares sugieren que la implementación de TIC podría contribuir a reducir brechas de acceso a servicios y fortalecer la toma de decisiones clínicas, la formación del talento humano y brindar herramientas para promoción y prevención en comunidades apartadas. De igual manera, el enfoque adoptado apoya procesos terapéuticos y educativos, con recursos gamificados que favorecen el aprendizaje.

Este diseño preliminar sienta las bases del papel transformador de la ingeniería biomédica en el desarrollo de tecnologías digitales aplicadas al sector salud y a zonas rurales, sustentadas en evidencia científica.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Financiamiento:

El presente trabajo recibió apoyo financiero de la Universidad Manuela Beltrán. Su desarrollo fue producto del trabajo interdisciplinario de la Vicerrectoría de Investigaciones.

Aprobación de ética:

Cuenta con aprobación del Comité de Ética de la Universidad Manuela Beltrán, bajo el radicado CE-242-21365-015. La aprobación corresponde a los instrumentos originales y no la fase de digitalización, en la cual no hubo participación directa de usuarios ni uso de datos clínicos originales.

Contribución de autoría:

ATR: investigación, redacción del borrador original.

JIM: redacción (revisión y edición).

MPMD: supervisión.

LMRB: metodología.

Correspondencia:

Andrea Torres Ruiz

✉ andrea.torres@docentes.umb.edu.co

REFERENCIAS

1. Leochico CF, Espiritu AI, Ignacio SD, et al. Challenges to the emergence of telerehabilitation in a developing country: a systematic review. *Front Neurol*. 2020;11:1007. doi:10.3389/fneur.2020.01007
2. Narváez F, Marín-Castrillón DM, Cuenca MC, et al. Development and implementation of technologies for physical telerehabilitation in Latin America: a systematic review of literature, programs and projects. *Tecnol [Internet]*. 2017;20(40):155-76. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992017000300012
3. De la Torre A, Díaz P, Perdomo R. Analysis of the virtual healthcare model in Latin America: a systematic review of current challenges and barriers. *mHealth*. 2024;10:20. doi:10.21037/mhealth-23-47
4. Pacichana-Quinayaz SG, Rodríguez LM, Sánchez D, et al. Telerehabilitation in Colombia: a country report and qualitative analysis during the COVID-19

- pandemic - perceptions of healthcare providers and patients. *Int J Telerehabil.* 2024;16(1):e6605. doi:10.5195/ijt.2024.6605
5. Maggio MG, Baglio F, Arcuri F, et al. Cognitive telerehabilitation: an expert consensus paper on current evidence and future perspective. *Front Neurol.* 2024;15:1338873. doi:10.3389/fneur.2024.1338873
 6. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud en Chile. Implementación de observatorios nacionales de salud: enfoque operacional y recomendaciones estratégicas [Internet]. Santiago de Chile: OPS, OMS; 2009. Disponible en: https://web.archive.org/web/20240624065928/paho.org/sites/default/files/observatorios%20nacionales%20de%20salud_final.pdf
 7. Ministerio de Salud y Protección Social (CO), Dirección de Epidemiología y Demografía. Análisis de Situación de Salud (ASIS). Colombia, 2021 [Internet]. Bogotá: MinSalud; 2021. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/PSP/analisis-situacion-salud-colombia-2021.pdf>
 8. López D. Diseño de una escala de valoración de las funciones ejecutivas en adultos mayores con validez ecológica [tesis de maestría]. Bogotá: Universidad Manuela Beltrán; 2025.
 9. Hu Y, Li Y, Li J, et al. Effectiveness of telehealth interventions on cognitive function and quality of life in adults with neurological disorders: a systematic review and meta-analysis. *J Am Med Dir Assoc.* 2025;26(4):105491. doi:10.1016/j.jamda.2025.105491
 10. Ortega-Muñoz L, López-Bello A, Pedraza-Vargas S, et al. Validación ecológica y de contenido del cuestionario de evaluación de las actividades de la vida diaria-escolar (AVD-E) en el contexto colombiano. *Rev Ecuat Neurol.* 2024;33(1):55-63. doi:10.46997/revecuatneurol33100055
 11. Abd-alrazaq A, Alhuwail D, Ahmed A, et al. Effectiveness of serious games for improving executive functions among older adults with cognitive impairment: systematic review and meta-analysis. *JMIR Serious Games.* 2022;10(3):e36123. doi:10.2196/36123
 12. Van Gaalen AE, Brouwer J, Schönrock-Adema J, et al. Gamification of health professions education: a systematic review. *Adv Health Sci Educ Theory Pract.* 2021;26:683-711. doi:10.1007/s10459-020-10000-3
 13. Dereli M, Kahraman T. Gamification in physiotherapy and rehabilitation education: a narrative review. *Bull Fac Phys Ther.* 2024;29:4. doi:10.1186/s43161-023-00168-1
 14. Medina M. Alteraciones del neurodesarrollo en niños con antecedente de encefalopatía hipóxico-isquémica: una comparación por estadios de gravedad [tesis de licenciatura en Internet]. La Laguna, España: Universidad de La Laguna; 2020. Disponible en: <http://riullull.es/xmlui/handle/915/20355>
 15. Moruno P. Definición y clasificación de las actividades de la vida diaria. En: Moruno P, Romero DM, editores. *Actividades de la vida diaria.* Barcelona: Masson Elsevier; 2005. pp. 3-22.
 16. Lin KH, Chen CH, Chen YY, et al. Bidirectional and multi-user telerehabilitation system: clinical effect on balance, functional activity, and satisfaction in patients with chronic stroke living in long-term care facilities. *Sensors.* 2014;14(7):12451-66. doi:10.3390/s140712451
 17. Resolución 416 de 2009 [Internet]. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social (CO); 2009, 18 de febrero. Disponible en: https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/RESOLUCI%C3%93N%200416%20DE%202009.pdf
 18. Latimer NR, Dixon S, Palmer R. Cost-utility of self-managed computer therapy for people with aphasia. *Int J Technol Assess Health Care.* 2013;29(4):402-9. doi:10.1017/S0266462313000421
 19. Maresca G, Maggio MG, Latella D, et al. Toward improving poststroke aphasia: a pilot study on telerehabilitation for the continuity of care. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2019;28(10):104303. doi:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104303
 20. Martin-Moreno J, Ruiz-Fernandez D, Soriano-Paya A, et al. Monitoring 3D movements for rehabilitation of joints in physiotherapy. En: 2008 30th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Vancouver, Canada: IEEE; 2008. pp. 4836-9. doi:10.1109/iembs.2008.4650296
 21. Da Gama A, Fallavollita P, Teichrieb V, et al. Motor rehabilitation using Kinect: a systematic review. *Games Health J.* 2015;4(2):123-35. doi:10.1089/g4h.2014.0047
 22. Hailey D, Roine R, Ohinmaa A, et al. Evidence on the Effectiveness of Telerehabilitation Applications [Internet]. Edmonton: Institute of Health Economics; 2010. Disponible en: https://www.ihe.ca/files/evidence_on_the_effectiveness_of_telerehabilitation_applications.pdf
 23. Russell T. Telerehabilitation: a coming of age. *Aust J Physiother.* 2009;55(1):5-6. doi:10.1016/s0004-95-14(09)70054-6
 24. World Bank Group. World Bank country and lending groups [Internet]. World Bank; [s. f.]. Disponible en: <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups>
 25. Khanna M, Gowda GS, Bagevadi VI, et al. Feasibility and utility of tele-neurorehabilitation service in India: experience from a quaternary center. *J Neurosci Rural Pract.* 2018;9(4):541-4. doi:10.4103/jnrp.jnrp_104_18
 26. Delgado AC, Sánchez JV. Evaluación neuropsicológica y realidad virtual: una revisión sistemática. *Informes Psicol.* 2023;23(1):108-24. doi:10.18566/infpsic.v23n1a07
 27. Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, et al. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex frontal lobe tasks: a latent variable analysis. *Cogn Psychol.* 2000;41(1):49-100. doi:10.1006/cogp.1999.0734
 28. Buitrago JA, González DA, Pedraza SF, et al. Diseño de una prueba de valoración de la marcha en el adulto

- mayor con validez ecológica. *Cienc Lat Rev Multidiscip.* 2022;6(5):857-73. doi:[10.37811/cl_rcm.v6i5.3147](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3147)
29. Lira MT, Caballero E. Adaptación transcultural de instrumentos de evaluación en salud: historia y reflexiones del por qué, cómo y cuándo. *Rev Méd Clín Las Condes.* 2020;31(1):85-94. doi:[10.1016/j.rmcl.2019.08.003](https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2019.08.003)
 30. Cordero-Andrés P, Hernández-Goñi P, Luna-Lario P, et al. Propuesta de un modelo de funciones ejecutivas basado en análisis factoriales. *Rev Neurol.* 2017;64(2):75-84. doi:[10.33588/rn.6402.2016227](https://doi.org/10.33588/rn.6402.2016227)
 31. Dirección de Epidemiología y Demografía. Guía metodológica para registros, observatorios, sistemas de seguimiento y salas situacionales nacionales en salud. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social; 2013.
 32. Ministerio de la Protección Social (CO), Departamento Administrativo del Deporte, la Recreación, la Actividad Física y el Aprovechamiento del Tiempo Libre. Hábitos y Estilos de Vida Saludable. Tomo 2. Documento técnico con los contenidos de direccionamiento pedagógico para la promoción de hábitos de vida saludable, con énfasis en alimentación saludable y el fomento de ambientes 100 % libres de humo de cigarrillo a través de la práctica regular de la actividad física cotidiana, dirigidos a los referentes de las entidades territoriales [Internet]. Bogotá: MinSalud; 2011. Disponible en: <https://www.mindeporte.gov.co/index.php/files/a08e3678-bee4-42a0-8839-e2649691f6fc/a08e44d8-7c8c-4415-a46e-2aff00f4c768/Tomo-II-HEVS-Ministerio-del-Deporte.pdf>
 33. Deterding S, Khaled R, Nacke L, et al. Gamification: toward a definition [Internet]. En: CHI 2011 Gamification Workshop Proceedings. Vancouver, Canadá: ACM; 2011. Disponible en: <http://gamification-research.org/wp-content/uploads/2011/04/02-Deterding-Khaled-Nacke-Dixon.pdf>
 34. Sera L, Wheeler E. Game on: The gamification of the pharmacy classroom. *Curr Pharm Teach Learn.* 2017;9(1):155-9. doi:[10.1016/j.cptl.2016.08.046](https://doi.org/10.1016/j.cptl.2016.08.046)
 35. World Health Organization. Rehabilitation 2030: A call for action [Internet]. Geneva: WHO; 2017. Disponible en: <https://www.who.int/publications/m/item/rehabilitation-2030-a-call-for-action>
 36. Kruse CS, Karem P, Shifflett K, et al. Evaluating barriers to adopting telemedicine worldwide: a systematic review. *J Telemed Telecare.* 2018;24(1):4-12. doi:[10.1177/1357633X16674087](https://doi.org/10.1177/1357633X16674087)
 37. Bettger JP, Liu C, Gandhi DB, et al. Emerging areas of stroke rehabilitation research in low-and middle-income countries: a scoping review. *Stroke.* 2019;50(11):3307-13. doi:[10.1161/strokeaha.119.023565](https://doi.org/10.1161/strokeaha.119.023565)