

Artículo de Revisión y/o Actualización de Literatura

# Áreas de investigación en la usabilidad y la experiencia del usuario de tecnologías de asistencia para discapacidad motriz: un análisis cientométrico

*Research areas in the usability and user experience of assistive technologies for motor disability: a scientometric analysis*

Áreas de pesquisa sobre usabilidade e experiência do usuário em tecnologias assistivas para deficiência motora: uma análise cientométrica

Jose David Rojas Anaya<sup>a</sup> , Marco Vinicio Ferruzca Navarro<sup>a</sup> , Diana Sureima Vásquez Sotelo<sup>b</sup> , Román Anselmo Mora Gutiérrez<sup>a</sup> 

<sup>a</sup>Universidad Autónoma Metropolitana, Mexico City, Mexico.

<sup>b</sup>Instituto Mexicano del Seguro Social - IMSS, Mexico City, Mexico.

**Cómo citar:** Anaya, J. D. R., Navarro, M. V. F., Sotelo, D. S. V., & Gutiérrez, R. A. M. (2026). Áreas de investigación en la usabilidad y la experiencia del usuario de tecnologías de asistencia para discapacidad motriz: un análisis cientométrico. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, 34, e4135. <https://doi.org/10.1590/2526-8910.cto419141353>

## Resumen

**Introducción:** Las Tecnologías de Asistencia (TA) destinadas a personas con discapacidad motriz enfrentan desafíos relacionados con su usabilidad y experiencia de usuario (UX). La evaluación adecuada de estos aspectos resulta esencial para garantizar su efectividad, aceptación y adopción en contextos reales. **Objetivo:** Identificar y analizar las áreas de investigación más relevantes en la evaluación de la usabilidad y la UX de TA dirigidas a personas con discapacidad motriz, mediante un análisis cientométrico de la producción científica en la última década. **Método:** Se realizó una revisión bibliográfica de 184 artículos indexados en Web of Science y PubMed (2014–2024), empleando el enfoque GQM (Goal-Question-Metric), criterios PICOC y análisis con algoritmos en MATLAB y visualización en Gephi. **Resultados:** Se identificaron ocho áreas de investigación centradas en diversos temas como innovación robótica, personalización, diseño participativo, desarrollo de sistemas de interacción, entre otras. Las tendencias destacan la importancia de enfoques centrados en el usuario, personalización tecnológica y evaluación multidimensional. **Conclusión:** Se reveló la necesidad de integrar dimensiones técnicas y subjetivas en el diseño de TA. Se recomienda fomentar metodologías participativas, evaluaciones longitudinales e integración de tecnologías emergentes para garantizar dispositivos funcionales y emocionalmente significativos.

**Palabras clave:** Ergonomía, Diseño Centrado en el Usuario, Personas con Discapacidad, Dispositivos de Autoayuda.

Recibido Jun. 6, 2025; 1ª Revisión Agosto 11, 2025; 2ª Revisión Oct. 23, 2025; Aceptado Nov. 17, 2025.



Este es un artículo publicado en acceso abierto (Open Access) bajo la licencia Creative Commons Attribution (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite su uso, distribución y reproducción en cualquier medio, sin restricciones siempre que el trabajo original sea debidamente citado.

## Abstract

**Introduction:** Assistive Technologies (AT) designed for individuals with motor disabilities face challenges related to their usability and user experience (UX). Proper evaluation of these aspects is essential to ensure their effectiveness, acceptance, and adoption in real-world contexts. **Objective:** To identify and analyze the most relevant research areas in the assessment of usability and UX of AT aimed at individuals with motor disabilities, through a scientometric analysis of scientific production over the past decade. **Method:** A literature review of 184 articles indexed in Web of Science and PubMed (2014–2024) was conducted, using the GQM (Goal-Question-Metric) approach, PICOC criteria, and algorithm-based analysis in MATLAB, with visualization in Gephi. **Results:** Eight research areas were identified, focusing on topics such as robotic innovation, personalization, participatory design, and the development of interaction systems, among others. Trends highlight the importance of user-centered approaches, technological customization, and multidimensional evaluation. **Conclusion:** The study revealed the need to integrate both technical and subjective dimensions in the design of AT. Participatory methodologies, longitudinal evaluations, and the integration of emerging technologies are recommended to ensure devices that are functional and emotionally meaningful.

**Keywords:** Ergonomics, User-centered Design, Persons with Disabilities. Self-help Devices.

## Resumo

**Introdução:** As Tecnologias Assistivas (TA) destinadas a pessoas com deficiência motora enfrentam desafios relacionados à sua usabilidade e à experiência do usuário (UX). A avaliação adequada desses aspectos é essencial para garantir sua eficácia, aceitação e adoção em contextos reais. **Objetivo:** Identificar e analisar as áreas de pesquisa mais relevantes na avaliação da usabilidade e da UX das TA voltadas à pessoas com deficiência motora, por meio de uma análise cienciométrica da produção científica na última década. **Método:** Foi realizada uma revisão bibliográfica de 184 artigos indexados nas bases Web of Science e PubMed (2014–2024), utilizando a abordagem GQM (Goal-Question-Metric), critérios PICOC e análise baseada em algoritmos no MATLAB, com visualização em Gephi. **Resultados:** Foram identificadas oito áreas de pesquisa com foco em temas como inovação robótica, personalização, desenho participativo, desenvolvimento de sistemas de interação, entre outros. As tendências destacam a importância de abordagens centradas no usuário, personalização tecnológica e avaliação multidimensional. **Conclusão:** O estudo revelou a necessidade de integrar dimensões técnicas e subjetivas no desenho das TA. Recomenda-se fomentar metodologias participativas, avaliações longitudinais e a integração de tecnologias emergentes para garantir dispositivos funcionais e emocionalmente significativos.

**Palavras-chave:** Ergonomia, Design Centrado no Usuário, Pessoas com Deficiência, Tecnologia assistiva.

## Introducción

Las Tecnologías de Asistencias, también llamadas Tecnologías de Apoyo (TA), son definidas por la Organización Mundial de la Salud (World Health Organization, 2022) como el conjunto de conocimientos, productos y servicios destinados a apoyar a personas con dificultades o limitaciones funcionales y que buscan promover la independencia y la inclusión social. Estas tecnologías abarcan desde dispositivos físicos como prótesis y sillas de ruedas hasta soluciones digitales y adaptaciones ambientales.

No obstante, su adopción y efectividad están condicionadas por factores que trascienden lo técnico, como la aceptación emocional, la adaptabilidad cultural y la coherencia con las necesidades reales de los usuarios.

El diseño de TA ha experimentado un avance significativo centrado en proporcionar una mejor funcionalidad y calidad de vida a personas con discapacidades físicas, mediante proyectos interdisciplinarios que evalúan, indican y desarrollan dispositivos adaptados a sus necesidades (Amaral et al., 2020). Sin embargo, el éxito de estos dispositivos no depende únicamente de su innovación técnica, sino también de su capacidad para integrarse de manera efectiva en la vida cotidiana de los usuarios (Bissoli et al., 2019). En este contexto, la Experiencia del Usuario (UX) y la Usabilidad emergen como pilares fundamentales para garantizar que las TA no solo cumplan con sus funciones técnicas, sino que también sean percibidas como herramientas accesibles, satisfactorias y emocionalmente significativas. Según la norma ISO 9241-210, la UX se define como las percepciones y respuestas de una persona que resultan del uso o del uso anticipado de un producto o servicio, abarcando así las reacciones emocionales que la tecnología despierta en el usuario (Godoi et al., 2020). Por su parte, la Usabilidad, de acuerdo con la ISO 9241-11, se refiere a la medida en que un producto puede ser utilizado por usuarios para alcanzar objetivos específicos con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto determinado, centrándose en la funcionalidad y los resultados prácticos de la interacción usuario-sistema (Godoi et al., 2020).

El objetivo de este estudio es identificar y analizar las principales áreas de investigación en la evaluación de la usabilidad y la UX en TA dirigidas a personas con discapacidad motriz. Dicho objetivo se lleva a cabo mediante un análisis cuantitativo de la producción científica publicada en la década del 2014 al 2024. Asimismo, no solo se buscó mapear el estado actual del conocimiento, sino también destacar brechas críticas, proponiendo directrices para futuros desarrollos que equilibren factores objetivos propios de la usabilidad y factores subjetivos inherentes a la UX.

Al integrar artículos con perspectivas interdisciplinarias este trabajo subraya la urgencia de abordar las dimensiones humanas y sociales en el desarrollo de TA. Los hallazgos pretenden orientar a investigadores, diseñadores y profesionales de la salud hacia soluciones que, más allá de su eficacia clínica, fomenten la autonomía, la dignidad y la plena participación de las personas con discapacidad motriz en la sociedad.

## Metodo

### Enfoque metodológico

El presente estudio bibliométrico se planteó a partir del paradigma Objetivo – Pregunta – Métrica (GQM, por sus siglas en inglés: *Goal-Question-Metric*), desarrollado por Basili & Rombach (1988). Este planteamiento, proporcionó a la investigación una estructura sólida, partiendo de un objetivo definido, una pregunta central específica y métricas cuantificables que permitieron analizar los resultados de manera sistemática.

El planteamiento tuvo como objetivo (*Goal*) identificar las áreas de investigación relacionadas con los métodos, metodologías y modelos utilizados para evaluar la Usabilidad y la UX en productos de apoyo para personas con discapacidad motriz. Asimismo, la pregunta de investigación (*Question*) se delimitó a ¿Cuáles son los focos de investigación relacionados con las metodologías, técnicas y/o métodos que se han utilizado para evaluar la Usabilidad y la UX en productos de apoyo diseñados para personas con discapacidad motriz?

Finalmente, las métricas (*Metrics*) definidas fueron dos, la primera el número de publicaciones científicas relacionadas con la evaluación de Usabilidad y UX en productos de apoyo para personas con discapacidad motriz y la segunda, el número de áreas de investigación más recurrentes en los estudios analizados.

### Búsqueda y selección de estudios

La recopilación de literatura se llevó a cabo entre los meses de julio y noviembre de 2024 mediante un procedimiento sistemático en dos fases. Para delimitar el estado del conocimiento en la última década, la búsqueda de publicaciones se restringió al período comprendido entre 2014 y 2024.

En la primera fase, se realizó una evaluación preliminar de los títulos y resúmenes de los artículos recuperados, aplicando ciertos criterios de inclusión y exclusión. Aquellos documentos cuya pertinencia no fue posible determinar con certeza en esta etapa inicial fueron conservados para un análisis posterior más exhaustivo. La segunda fase consistió en la revisión completa del texto de los artículos preseleccionados, con el fin de confirmar su adecuación en relación con los objetivos específicos del estudio.

Se buscó explorar aquellos estudios que tenían como tópico principal la implementación, desarrollo y prueba de métodos, metodologías y modelos empleados para evaluar la Usabilidad y la UX en TA para personas con discapacidad motriz. Asimismo, este estudio se abordó desde la perspectiva de investigadores en temas ergonómicos y profesionales de la salud, especialmente aquellos vinculados al ámbito de la rehabilitación.

La elección de las fuentes de datos se basó en varios factores clave. En primer lugar, se priorizaron aquellas bases de datos que ofrecieran motores de búsqueda eficientes, facilitando la localización rápida y precisa de la información relevante. En segundo lugar, se consideró la capacidad de las fuentes para permitir la búsqueda utilizando términos similares dentro de las cadenas de búsqueda, lo cual es crucial para capturar la diversidad de vocabulario y enfoques utilizados en la investigación científica. Finalmente, se optó por fuentes de datos que abarcaran un amplio espectro de la literatura científica, garantizando un alto volumen de resultados y una mayor probabilidad de identificar todos los estudios pertinentes al tema de investigación.

Con base en lo anterior, el proceso de búsqueda se llevó a cabo en las bases de datos electrónicas Web of Science y PubMed, reconocidas por su rigor académico y su amplia cobertura de literatura científica en áreas como la salud, la ingeniería y el diseño.

Para definir las palabras clave de la cadena de búsqueda, se aplicó el criterio PICOC (Población, Intervención, Comparación, Resultados y Contexto), basado en Kitchenham & Charters (2007). Así, los criterios se definieron de la siguiente manera:

**Población (P):** Usuarios con discapacidad motriz que emplean TA.

**Intervención (I):** Metodologías y técnicas para evaluar la usabilidad y la UX.

**Comparación (C):** No aplica (el objetivo de esta investigación no es comparar la información).

**Resultados (O):** Impacto evaluado mediante satisfacción del usuario, usabilidad y UX.

**Contexto (C):** No aplica (no se estableció un contexto geográfico, social o técnico específico)

La Tabla 1 presenta la cadena de búsqueda que se utilizó en las bases de datos, la cual se estructuró a partir de la investigación de Godoi (2021).

**Tabla 1.** Términos y cadena de búsqueda.

Población	(“assistive technology” OR “adaptive technology” OR “assistive device” OR “rehabilitation technology” OR “disability equipment” OR “adaptive device”)	AND
Intervención	(“questionnaire” OR “tool” OR “framework” OR “technique” OR “method” OR “model” OR “process” OR “guideline” OR “pattern” OR “metric” OR “approach” OR “inspection” OR “principle” OR “heuristic” OR “evaluation” OR “assessment”)	AND
Resultados	(“satisfaction of the user” OR “user satisfaction” OR “usability evaluation” OR “usability assessment” OR “usability improvement” OR “usability assurance” OR “user evaluation” OR “user experience evaluation” OR “user experience assessment” OR “user experience improvement” OR “user experience assurance” OR “UX evaluation” OR “UX assessment” OR “UX improvement” OR “UX assurance”)	

### Criterios de inclusión

**CI1:** Artículos centrados en metodologías de evaluación de usabilidad y/o UX en TA para personas con discapacidad.

**CI2:** Estudios que presenten herramientas, modelos o procesos para evaluar usabilidad/UX en TA.

**CI3:** Trabajos experimentales que apliquen metodologías de evaluación de usabilidad/UX en TA.

**CI4:** Investigaciones con muestras específicas de usuarios con discapacidad motriz.

### Criterios de exclusión

**CE1:** Estudios sin acceso al texto completo (restringidos, de pago o no disponibles).

**CE2:** Artículos en idiomas distintos al inglés.

**CE3:** Publicaciones duplicadas.

**CE4:** Documentos no revisados por pares (tesis, actas, informes técnicos, etc.).

### Procesamiento y análisis de la información

Para el análisis se implementó un sistema de codificación para los artículos seleccionados. Cada publicación fue identificada con la etiqueta “Art\_x” (donde x representa un número consecutivo), complementada con cuatro variables clave: año de publicación, número total de citas según Google Académico, promedio anual de citas (calculado dividiendo las citas totales entre los años transcurridos desde su publicación), y su correspondiente referencia bibliográfica. Este procesamiento de la información puede evidenciarse en las investigaciones de Cázares Vieyra (2024) y Torres-Cockrell et al. (2024).

El identificador del artículo funciona como una etiqueta única para cada documento, estableciendo un vínculo directo con su respectiva referencia en la sección bibliográfica. El año de publicación permite examinar la distribución cronológica de los artículos, lo que facilita la identificación de patrones o tendencias en la producción académica a lo largo del tiempo. Asimismo, el promedio de citas por año se utiliza como un indicador del impacto y la relevancia de cada artículo dentro de la comunidad científica, permitiendo distinguir aquellos trabajos que han tenido una mayor influencia y reconocimiento en el ámbito de estudio.

El análisis se realizó mediante algoritmos desarrollados en MATLAB, adaptados de la metodología de Cázares Vieyra (2024). Esta metodología emplea máquinas de soporte vectorial para clasificar publicaciones científicas con base en la co-ocurrencia de términos clave, generando una matriz de elementos que representa la relación semántica entre documentos y conceptos. En dicha matriz, la intersección entre filas y columnas representa diversas relaciones entre los artículos analizados. Estas relaciones reflejan conexiones entre autores y todas las palabras que conforman el discurso del tema en cuestión, conformando una red compleja que captura las interrelaciones presentes en el corpus. Dicha matriz fue posteriormente exportada al software Gephi para su visualización y análisis estructural. En Gephi, se construyó una red compleja donde los nodos representaron tanto los artículos como los términos significativos extraídos del corpus, y las conexiones entre ellos reflejaron su nivel de co-ocurrencia.

### **Análisis de las comunidades (o áreas de investigación)**

En la visualización generada por Gephi, el tamaño de los nodos indica su nivel de autoridad, lo que ayuda a identificar su importancia y relevancia dentro de la estructura general de la red. Por otro lado, para identificar comunidades dentro de la red, se empleó el algoritmo de detección de comunidades de Louvain, implementado mediante el software Gephi. Este método permite dividir la red en subconjuntos optimizando el índice de modularidad. Se estableció un factor de resolución de 0,9, que favorece la detección de comunidades intermedias (ni demasiado fragmentadas ni excesivamente amplias). Una vez identificadas las comunidades, se procedió a un análisis cualitativo de cada grupo temático, mediante la lectura completa de los artículos pertenecientes a cada comunidad, para identificar patrones, enfoques metodológicos y líneas emergentes en la investigación de la usabilidad y la UX en TA. Finalmente, los grupos temáticos resultantes fueron sometidos a una revisión cualitativa para asegurar su coherencia interna y distinción, lo que llevó a la consolidación final de las áreas de investigación presentadas en este estudio.

### **Resultados**

La búsqueda bibliográfica inicial arrojó un total de 398 registros. De estos, se excluyeron 3 documentos por no disponer del texto completo y 112 por corresponder a duplicados, priorizándose los registros provenientes de PubMed frente a los de Web of Science. Tras la depuración, 283 artículos fueron sometidos a lectura completa en la segunda fase, resultando en la selección final de 184 documentos por su relevancia temática en torno a la usabilidad y UX de TA dirigidas a personas con discapacidad motriz.

Del total de los 184 artículos analizados, se evidenció que 63 de estos (34.23%) fueron elaboradas por, o en colaboración con, escuelas, facultades, laboratorios o instituciones especializadas en terapia ocupacional. Este dato pone de manifiesto la relevancia de dicha disciplina en los procesos de evaluación y desarrollo de TA, particularmente en lo relativo a la adecuación funcional y la experiencia del usuario.

La Figura 1 ilustra la distribución temporal de los artículos resultantes a lo largo del período de estudio. Este gráfico permite visualizar la distribución temporal de las publicaciones, ofreciendo una perspectiva clara sobre la evolución y el volumen de la producción académica durante el intervalo de tiempo analizado.

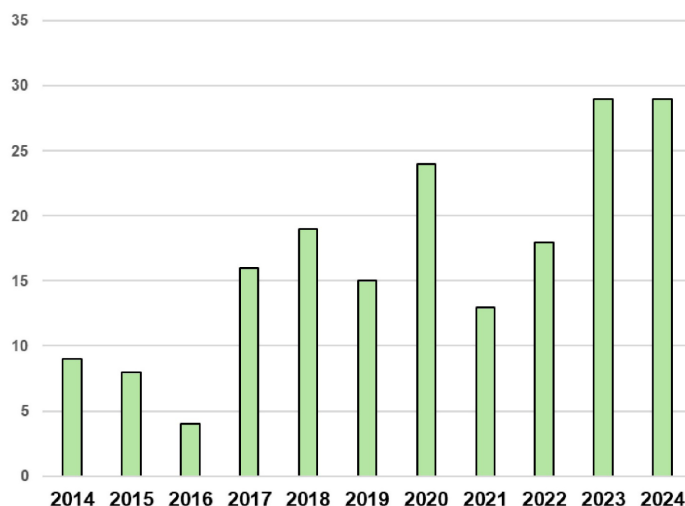


Figura 1. Distribución temporal de los artículos seleccionados.

Por otra parte, la dispersión del promedio de citas anuales de los artículos incluidos en la revisión revela que la mayoría de las publicaciones presentan una tasa de citación moderada, situándose predominantemente entre 1 y 5 citas por año. No obstante, se identifican algunos trabajos excepcionales con un impacto significativamente mayor, llegando a alcanzar valores cercanos a 20 citas anuales. Esta variabilidad en el índice de citación podría estar asociada a factores como la relevancia temática, el alcance interdisciplinario o la influencia de los autores en su área de especialización.

Asimismo, la Figura 2 muestra una nube de palabras generada por MATLAB a partir del conjunto completo de documentos analizados, la cual resalta los términos o palabras más recurrentes (aquellas de mayor tamaño). Entre las palabras predominantes se encuentran: “participant”, “development”, “adaptive”, “accept”, “activity”, “effect”, “robotic”, “validity”, “assistive”, “functionality” y “personalize”. Estos términos reflejan un enfoque investigativo centrado en la validación técnica y subjetiva de los dispositivos.



Figura 2. Nube de palabras.

En la Figura 3 se presenta la red compleja generada por Gephi, donde los nodos representan tanto los identificadores de los artículos como las palabras. El código de colores utilizado en la Figura 3 indica la pertenencia de los nodos (artículos y palabras clave) a las comunidades temáticas identificadas por el algoritmo de detección de comunidades de Louvain. Cada color representa un grupo temático distinto (un área de investigación), lo cual facilita la visualización de la estructura del conocimiento y los núcleos de co-ocurrencia dentro del corpus. La clasificación de los nodos también se distingue mediante este código de colores. Por otro lado, en la Figura 4 se ofrece un análisis detallado de los conceptos “usuario”, “Tecnología de Asistencia” y “dispositivo”, que actúa como un nodo central dentro de sus respectivas redes.

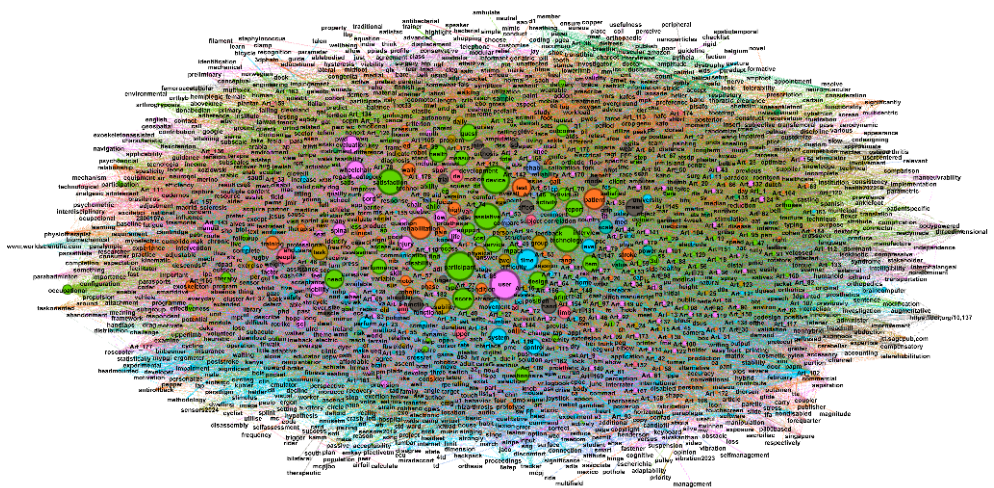


Figura 3. Red compleja con citas generada por Gephi.

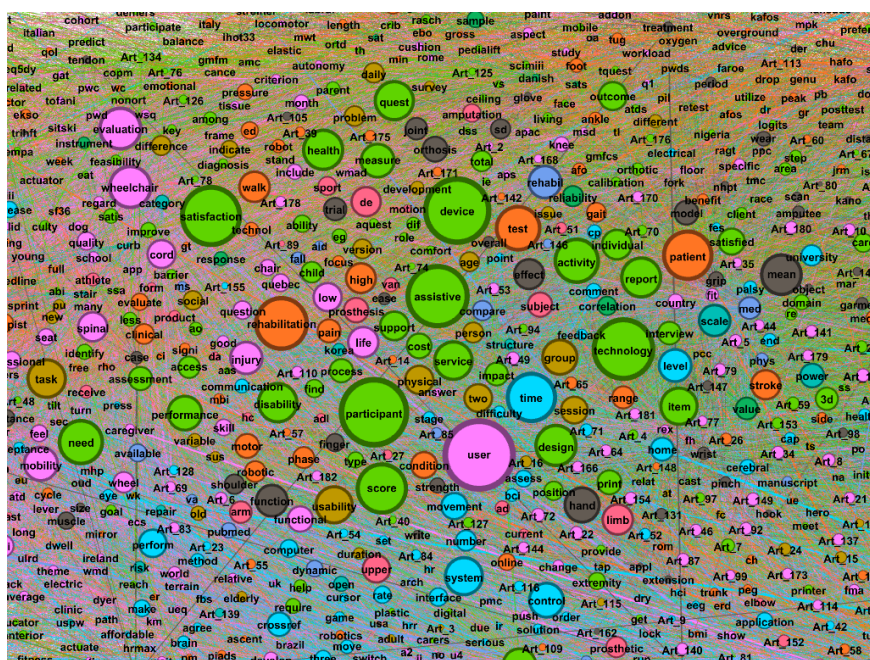


Figura 4. Detalle de la red generada por Gephi.

Como resultado del análisis, se identificaron nueve comunidades distintas, cada una representando un agrupamiento temático específico dentro del campo de estudio. Estas comunidades reflejan diferentes líneas de investigación relacionadas con las metodologías, técnicas y/o enfoques utilizados para evaluar la usabilidad y la UX en productos de apoyo diseñados para personas con discapacidad motriz.

Es importante señalar que, si bien el análisis algorítmico en Gephi identificó inicialmente nueve comunidades temáticas, se realizó un posterior análisis cualitativo para validar su coherencia y distinción conceptual. Como resultado de esta etapa interpretativa, se determinó que dos de las comunidades, una centrada en la valoración del impacto de las tecnologías desde la UX (compuesta por solo 3 artículos) y otra en la Evaluación multidimensional de las TA (17 artículos), presentaban una superposición temática tan significativa que su separación no era justificable. Ambas abordaban la evaluación del impacto en la calidad de vida del usuario desde una perspectiva holística. Por lo tanto, se tomó la decisión metodológica de fusionarlas en una única y más robusta área de investigación, resultando en la clasificación final de ocho áreas principales que se describen a continuación, organizadas en orden descendente según el número de artículos que las conforman:

- Exploración de la usabilidad en entornos multiculturales mediante el uso del instrumento QUEST 2.0 (80 artículos).
- Diseño participativo y co-creación de TA (39 artículos).
- Evaluación multidimensional de las TA (20 artículos).
- Diseño y desarrollo de sistemas de control basados en HCI y BCI (12 artículos).
- Desarrollo, adaptación y personalización de TA (10 artículos).
- Diseño paramétrico e impresión 3D en TA (9 artículos).
- Realidad virtual en entornos clínicos y domésticos (9 artículos).
- Innovación en exoesqueletos y dispositivos robóticos (5 artículos).

## Análisis y Discusión

Respecto al análisis de la nube de palabras (Figura 2) reveló los términos más frecuentes en los estudios científicos seleccionados, lo cual ofrece una perspectiva significativa sobre los ejes conceptuales predominantes en la investigación de la usabilidad y UX en TA para discapacidad motriz. Un concepto central identificado es “*development*”, que refleja el dinamismo de la producción tecnológica en el área. La investigación se ha enfocado en el diseño y mejora continua de dispositivos que buscan responder a limitaciones específicas de movilidad (Moineau et al., 2021; Gowran et al., 2022). No obstante, este desarrollo ha trascendido los aspectos técnicos, incorporando progresivamente dimensiones adaptativas y contextuales, tal como se evidencia en la frecuente aparición del término “*adaptive*”. Esto indica que los dispositivos ya no se conciben como soluciones estandarizadas, sino como sistemas configurables que responden a variaciones individuales, lo cual es particularmente relevante para la diversidad de las afectaciones motrices (Howard et al., 2024; Thorsen et al., 2024).

En este mismo sentido, el término “*personalize*” también resalta la importancia de la personalización en el diseño de TA. La literatura enfatiza que la efectividad de un dispositivo está íntimamente relacionada con su capacidad de ajustarse a las preferencias, morfología corporal, y estilo de vida del usuario (Moineau et al., 2021; Benham et al., 2024; Davoudian Talab et al., 2024). Esta orientación hacia la personalización se vincula con mejoras en la aceptación del dispositivo, como lo sugiere la presencia destacada de la palabra “*accept*”. Varios estudios reportan que la aceptación no solo depende de la funcionalidad técnica, sino también de factores subjetivos como la comodidad, la estética, la percepción social y la autovaloración del usuario (De Lima & Alves, 2020; Silva & Alves, 2020).

El término “*functionality*” también ocupa una posición relevante, lo cual confirma que las TA deben cumplir con criterios de eficiencia operativa en tareas específicas. No obstante, su sola presencia no garantiza la adherencia o continuidad en el uso del dispositivo (Meyer et al., 2022). La UX, como variable mediadora, determina en gran medida si una TA funcional será también satisfactoria y significativa. Esto se relaciona con el término “*effect*”, que aparece vinculado tanto a resultados clínicos como psicosociales. Estudios recientes analizan el efecto de las TA en actividades de la vida diaria, bienestar emocional y participación social, lo que denota un abordaje más holístico en la evaluación de su impacto (Chen et al., 2014; Domingues et al., 2019).

Por otro lado, la recurrencia del término “*robotic*” refleja una investigación robusta relacionada con exoesqueletos, prótesis inteligentes y sistemas de rehabilitación automatizada. La robótica, en este campo, no solo aporta en términos de movilidad, sino también en la posibilidad de programar ajustes personalizados, retroalimentación sensorial y automatización de tareas (Ambrosini et al., 2014; Barria et al., 2023; Fernández-Vázquez et al., 2021). No obstante, estos avances tecnológicos exigen procesos de validación rigurosos, lo que explica la relevancia del término “*validity*” en la literatura analizada. Esto destaca la necesidad de estudios controlados, pruebas estandarizadas y el uso de métricas comparables, que permitan demostrar de forma objetiva la eficacia, seguridad y confiabilidad de las soluciones desarrolladas (Fernández-Vázquez et al., 2021; Hampshire et al., 2022).

Adicionalmente, la alta frecuencia del término “*assistive*” no solo confirma el foco temático del corpus analizado, sino que también revela la consolidación de esta área como un campo interdisciplinar. En este, confluyen conocimientos del diseño industrial, la ergonomía, la ingeniería, la fisioterapia y la psicología (Amaral et al., 2020; Silva & Alves, 2020).

### Áreas de investigación identificadas a partir de las comunidades generadas

Se definieron las siguientes líneas de investigación que agrupan los distintos enfoques metodológicos y temáticos en torno a la evaluación de la usabilidad y la UX en TA para personas con discapacidad motriz. A continuación, se presentan en orden descendente según el número de artículos que las conforman:

#### Área 1 - Exploración de la usabilidad en entornos multiculturales mediante el uso del instrumento QUEST 2.0 (*Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology*).

Conformada por 80 artículos, esta área aborda la evaluación estandarizada de la usabilidad en contextos multiculturales. El cuestionario QUEST 2.0 emerge como la herramienta fundamental para medir la satisfacción con los dispositivos de TA y los servicios asociados, buscando prevenir el abandono de los productos de TA (Guerreiro et al., 2022).

La investigación se focaliza en la necesidad de adaptación cultural y lingüística del instrumento, que ha sido traducido y validado en numerosos idiomas (Carvalho et al., 2014; Colucci et al., 2021; Guerreiro et al., 2022; Kablan et al., 2022). Aunque el QUEST 2.0 busca la universalidad, es esencial validar sus propiedades psicométricas en poblaciones específicas que usan distintas TA, como prótesis (Kablan et al., 2022), ortesis (Yang et al., 2018) y sillas de ruedas (Berardi et al., 2021; Gitlow et al., 2020).

Esta evaluación sistemática de la usabilidad (Janson et al., 2020; Colucci et al., 2021; Kablan et al., 2022) es crucial para identificar determinantes de satisfacción y factores de uso continuo, permitiendo optimizar el diseño de dispositivos y refinar los procesos de prescripción.

## **Área 2 - Diseño participativo y co-creación de TA.**

Esta área que agrupa 39 artículos se distingue por su enfoque en la metodología y el proceso de diseño, más que en los atributos del producto final. La premisa es que, para la integración exitosa de las TA, los usuarios deben ser considerados socios activos en el desarrollo, no receptores pasivos. El diseño participativo y la co-creación emergen como metodologías clave para identificar necesidades reales, barreras de uso y preferencias individuales que los procesos tradicionales omiten (Alder et al., 2023; Clanchy et al., 2024).

El desarrollo de TA como ortesis o interfaces hombre-máquina busca facilitar actividades diarias (Roentgen et al., 2021), pero su adopción depende críticamente de este enfoque. Diversos estudios reportan que la falta de una adecuación funcional, estética y contextual limita severamente el uso de los dispositivos (Vegt et al., 2017; Surucu et al., 2022). Por ello, se valora la comodidad, la estética y la aceptabilidad social, como demuestran los desarrollos de ortesis de carbono ligeras visualmente aceptadas (Gasq et al., 2023; Schladen et al., 2020). Por lo tanto, esta línea resulta esencial para diseñar TA verdaderamente efectivas, sostenibles y humanizadas, que respondan a la diversidad de experiencias y promuevan la participación plena en la sociedad.

## **Área 3 - Evaluación multidimensional de las TA**

Esta área conformada por 20 artículos supera los enfoques centrados solo en la funcionalidad técnica (Chen et al., 2014; Swinnen et al., 2017). En esta se propone una evaluación holística que integra dimensiones técnicas, psicosociales y de servicio, centrada en el impacto en la calidad de vida desde la UX. Su aporte es identificar los factores determinantes para la aceptación y el uso continuo del dispositivo de TA (Young et al., 2023).

La investigación en esta área parte de que una TA funcional no garantiza su uso (Chen et al., 2014); ignorar la UX puede conducir al abandono temprano del dispositivo (Meyer et al., 2022). Por ello, es crucial la participación de los usuarios en la evaluación (Meyer et al., 2022; Young et al., 2023), abordando factores ergonómicos, cognitivos y emocionales. Se revela que, si bien la funcionalidad es primordial, aspectos como la apariencia y la discreción influyen significativamente en la aceptación (Swinnen et al., 2017). Metodológicamente, se aportan modelos que integran métricas objetivas y subjetivas (Ensink et al., 2022), destacando también la importancia de la prescripción oportuna y la personalizada de la TA, mostrando que intervenciones tempranas con diseños adaptados mejoran la adherencia y tolerancia a las TA (Bertini et al., 2024).

## **Área 4 - Diseño y desarrollo de sistemas de control basados en HCI y BCI.**

Conformada por 12 artículos, esta área propone soluciones tecnológicas para personas con discapacidad motriz severa (Esclerosis Lateral Amiotrófica, parálisis cerebral). Ante la ineficacia de las interfaces tradicionales, emergen sistemas basados en Interacción Persona-Ordenador (HCI - *Human-Computer Interaction*) e Interfaces Cerebro-Ordenador (BCI - *Brain Computer Interface*), que permiten el control de dispositivos mediante señales neurofisiológicas, sin movimiento muscular (Schettini et al., 2015; Šumak et al., 2019). Esta área es vital para ofrecer nuevas vías de comunicación e interacción, mejorando la autonomía y la calidad de vida (Borges et al., 2022; Holz et al., 2015; Noda, 2018; Schettini et al., 2015).

Una óptima evaluación y el diseño centrado en el usuario son esenciales para trasladar estas tecnologías del laboratorio al contexto cotidiano (Bissoli et al., 2019; Käthner et al., 2017;

Riccio et al., 2015). Aunque las BCI demuestran viabilidad, persisten desafíos en la velocidad de respuesta; sin embargo, su usabilidad (eficacia, eficiencia y satisfacción) no difiere significativamente de las interfaces convencionales (Schettini et al., 2015). En esta área se exploran sistemas modulares, personalizables (Schettini et al., 2015) e híbridos (BCI con electromiografía) (Käthner et al., 2017; Riccio et al., 2015), así como el seguimiento ocular en interfaces alternativas (Bissoli et al., 2019; Borges et al., 2022).

### **Área 5 - Desarrollo, adaptación y personalización de TA.**

Esta área conformada por 10 artículos se centra en los atributos finales y el resultado técnico de las TA, enfatizando que la innovación debe traducirse en soluciones personalizadas y efectivas. El enfoque no es el proceso de diseño, sino las características que garantizan el éxito en el uso real: dispositivos funcionales, seguros, cómodos y motivadores.

La investigación en esta área busca crear sistemas robustos y fiables para el uso autónomo en cualquier entorno (Guillén-Climent et al., 2021). Esto implica una adaptación profunda a las características individuales, desde las capacidades motoras residuales hasta las preferencias estéticas y el propósito de uso (deportes o uso diario) (Barria et al., 2023; Ju et al., 2021; Yurkewich et al., 2020). El objetivo de esta área de investigación es desarrollar dispositivos fáciles de usar, ligeros (Ju et al., 2021; Suulker et al., 2024) y con un ajuste preciso para evitar dolor o fatiga (Barria et al., 2023; Guillén-Climent et al., 2021). La retroalimentación continua de usuarios y terapeutas es vital para el desarrollo iterativo de productos de TA y la reducción del abandono de estos (Barria et al., 2023; Guillén-Climent et al., 2021; Yurkewich et al., 2020). Este enfoque integral asegura que la tecnología no solo funcione, sino que mejore significativamente la calidad de vida de las personas con discapacidad motriz, al permitirles realizar actividades diarias de forma más independiente (Ju et al., 2021).

### **Área 6 - Diseño paramétrico e impresión 3D en dispositivos de TA.**

Conformada por 9 artículos, esta área transforma el campo de las TA al combinar el diseño industrial con la fabricación digital. Su relevancia radica en abordar la necesidad de personalización, la reducción de barreras de acceso y el uso de materiales innovadores.

El diseño paramétrico, mediante escaneo 3D y modelado digital, permite crear dispositivos adaptados a la morfología del usuario, de tal manera que optimiza las geometrías en prótesis para tareas específicas (Lee et al., 2018) y mejora la ergonomía de las ortesis (Chu et al., 2022). En cuanto a eficiencia, la impresión 3D reduce drásticamente tiempos y costos, permitiendo la fabricación de prótesis funcionales en menos de 48 horas (Lee et al., 2018), lo cual es crucial para la rehabilitación temprana (Zuniga, 2018).

En materiales, se explora el uso de filamentos con propiedades antibacterianas (Zuniga, 2018) y la fabricación de ortesis sin costuras con materiales dúctiles que incrementan el confort (Chu et al., 2022). Esta combinación de diseño computacional y fabricación aditiva redefine los estándares de las TA, ofreciendo mayor confort y acceso democrático a soluciones personalizadas (Lee et al., 2019; Marinho et al., 2020).

### **Área 7 - Realidad virtual en entornos clínicos y domésticos.**

Esta área compuesta por 9 artículos evalúa TA avanzadas con énfasis en la Realidad Virtual (RV) para mejorar la función, calidad de vida y participación social de personas con discapacidad motriz, tanto en entornos clínicos como domésticos (Tamplin et al., 2020; Van Dijsseldonk et al., 2020).

La importancia de la RV radica en su capacidad para ofrecer experiencias inmersivas que trascienden las limitaciones de la tele salud convencional. Por ejemplo, en intervenciones de musicoterapia, la RV ha demostrado ser una solución accesible que permite a individuos con tetraplejía participar en grupos de canto desde sus hogares, eliminando barreras de desplazamiento (Tamplin et al., 2020). Los participantes reportan experiencias positivas y un “escape” temporal de su condición física. Además, el uso de avatares en RV puede reducir inhibiciones y vergüenza (Tamplin et al., 2020). Estos hallazgos señalan que las TA inmersivas pueden mejorar significativamente la participación social y la calidad de vida en personas con discapacidad (Van Dijksseldonk et al., 2020).

### **Área 8 - Innovación en exoesqueletos y dispositivos robóticos.**

Esta área conformada por 5 artículos se centra en el desarrollo de exoesqueletos y sistemas robóticos orientados a una interacción eficiente y personalizada, integrando la usabilidad y la UX para restaurar la movilidad y mejorar la calidad de vida.

Las investigaciones abordan soluciones para amputaciones de miembros inferiores, donde prótesis de rodilla con microprocesador mejoran significativamente el equilibrio, la movilidad y la satisfacción del usuario (Lansade et al., 2018). Para personas con esclerosis múltiple (EM), los exoesqueletos motorizados emergen como una alternativa viable y segura (Kozłowski et al., 2017), reportando alta satisfacción de usuarios y terapeutas, junto con mejoras en la marcha y el bienestar psicosocial (Fernández-Vázquez et al., 2021). En sillas de ruedas eléctricas, la innovación se enfoca en la estabilidad y seguridad en terrenos irregulares, utilizando sistemas de suspensión robótica controlada y evaluando la usabilidad para optimizar el diseño (Sivakanthan et al., 2020). Como señalan los estudios analizados, el éxito de estas tecnologías depende no solo de su eficacia clínica, sino de su capacidad para adaptarse a las necesidades reales de las personas con discapacidad motriz.

### **Conclusiones**

Este estudio bibliométrico ha identificado y analizado las principales áreas de investigación en torno a la evaluación de la usabilidad y la UX en TA para discapacidad motriz, revelando ocho áreas clave que abarcan desde exoesqueletos robóticos hasta sistemas HCI/BCI. Los hallazgos destacan tres pilares fundamentales para el diseño efectivo de TA: la personalización y adaptabilidad de los dispositivos, la integración de metodologías participativas y la evaluación multidimensional que trasciende lo técnico para incorporar dimensiones subjetivas como los factores psicosociales.

Para los diseñadores, estos resultados subrayan la necesidad de adoptar enfoques centrados en el usuario desde las etapas iniciales del proceso de diseño, donde se pueden incorporar principios de ergonomía, manufactura aditiva y metodologías de co-creación. Particularmente, la impresión 3D emerge como tecnología clave para balancear personalización, funcionalidad y accesibilidad económica. Asimismo, el estudio revela que el éxito de las TA depende críticamente de su capacidad para integrarse fluidamente en la vida cotidiana, requiriendo soluciones que equilibren su complejidad técnica con simplicidad de uso.

Por otro lado, este estudio presenta limitaciones metodológicas que delimitan oportunidades para futuras investigaciones. La selección de fuentes bibliográficas, restringida a las bases de datos Web of Science y PubMed, junto con el criterio de exclusión de publicaciones en idiomas distintos al inglés, podría haber omitido contribuciones relevantes en otros contextos geográficos o lingüísticos. Estas limitaciones motivan el planteamiento de cuatro condicionantes que podrían contribuir al avance del conocimiento en este campo.

En primer lugar, se requiere implementar evaluaciones longitudinales que examinen el impacto sostenido de las TA en la calidad de vida de los usuarios, superando los enfoques puntuales predominantes en la literatura actual. En segundo término, resulta imperativo establecer protocolos estandarizados para el diseño participativo, con especial atención a su aplicabilidad en entornos multiculturales, donde factores socioculturales pueden influir significativamente en los procesos de co-creación.

Asimismo, se hace necesario investigar sistemáticamente la incorporación de tecnologías emergentes (como sistemas de inteligencia artificial) en los procesos iterativos de evaluación, diseño y desarrollo de TA. Por último, se evidencia la urgencia de perfeccionar metodologías de evaluación integrales que articulen métricas objetivas con indicadores subjetivos de UX, atendiendo particularmente a las dimensiones emocionales y psicosociales en el uso de estos dispositivos.

Estas directrices no solo responden a las limitaciones identificadas, sino que además orientan el desarrollo de investigaciones futuras hacia enfoques más robustos y multidimensionales en el estudio de la usabilidad y UX en TA para población con discapacidad motriz. Finalmente, este trabajo refuerza que la innovación en TA debe trascender lo tecnológico para abordar dimensiones humanas y sociales. La colaboración entre diseñadores, ingenieros, profesionales de salud y usuarios finales será clave para desarrollar soluciones verdaderamente inclusivas que cierren la brecha entre innovación tecnológica y accesibilidad práctica.

## Referencias

- Alder, G., Taylor, D., Rashid, U., Olsen, S., Brooks, T., Terry, G., Niazi, I. K., & Signal, N. (2023). A brain computer interface neuromodulatory device for stroke rehabilitation: iterative user-centered design approach. *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, *10*, e49702. PMID:38079202. <https://doi.org/10.2196/49702>.
- Amaral, D. S., Amorim, B. E. F. D., Rosa, C. S., Sanguinetti, D. C. D. M., Cabral, A. K. P. D. S., Merino, G. S. A. D., & Merino, E. A. D. (2020). Aplicabilidade da captura de movimentos na pesquisa interdisciplinar de tecnologia assistiva: um relato de experiência. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, *28*(4), 1297-1310. <https://doi.org/10.4322/2526-8910.ctore2023>.
- Ambrosini, E., Ferrante, S., Rossini, M., Molteni, F., Gföhler, M., Reichenfeller, W., Duschau-Wicke, A., Ferrigno, G., & Pedrocchi, A. (2014). Functional and usability assessment of a robotic exoskeleton arm to support activities of daily life. *Robotica*, *32*(8), 1213-1224. <https://doi.org/10.1017/S0263574714001891>.
- Barria, P., Riquelme, M., Reppich, H., Cignal, A., Fraile, J.-C., Pérez-Turiel, J., Sierra, D., Aguilar, R., Andrade, A., & Nuñez-Espinosa, C. (2023). Hand rehabilitation based on the RobHand exoskeleton in stroke patients: a case series study. *Frontiers in Robotics and AI*, *10*, 1-15. PMID:37033674. <https://doi.org/10.3389/frobt.2023.1146018>.
- Basili, V. R., & Rombach, H. D. (1988). The TAME project: towards improvement-oriented software environments. *IEEE Transactions on Software Engineering*, *14*(6), 758-773. <https://doi.org/10.1109/32.6156>.
- Benham, S., Milstrey, B., Stemple, J., Davis, J., Scatena, D., Bush, J., Kolakowsky-Hayner, S., & Amy, K. (2024). Mobile device accessibility with 3D printed devices for individuals with physical disabilities. *Disability and Rehabilitation. Assistive Technology*, *19*(6), 2279-2284. PMID:37982729. <https://doi.org/10.1080/17483107.2023.2280244>.
- Berardi, A., Galeoto, G., Lucibello, L., Panuccio, F., Valente, D., & Tofani, M. (2021). Athletes with disability' satisfaction with sport wheelchairs: an Italian cross sectional study. *Disability and Rehabilitation. Assistive Technology*, *16*(4), 420-424. PMID:32730722. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1800114>.

- Bertini, A., Manganelli, F., Fabrizi, G. M., Schenone, A., Santoro, L., Cavallaro, T., Tagliapietra, M., Grandis, M., Previtali, S. C., Falzone, Y. M., Allegrì, I., Padua, L., Pazzaglia, C., Tramacere, I., Cavalca, E., Saveri, P., Quattrone, A., Valentino, P., Tozza, S., Gentile, L., Russo, M., Mazzeo, A., Vita, G., Prada, V., Zuccarino, R., Ferraro, F., Pisciotta, C., Pareyson, D., & Italian, C. M. T., & ITALIAN CMT NETWORK (2024). Use, tolerability, benefits and side effects of orthotic devices in Charcot-Marie-Tooth disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 95(5), 434-441. PMID:37918904.
- Bissoli, A., Lavino-Junior, D., Sime, M., Encarnação, L., & Bastos-Filho, T. (2019). A human-machine interface based on eye tracking for controlling and monitoring a smart home using the internet of things. *Sensors (Basel)*, 19(4), 1-26. PMID:30791414. <https://doi.org/10.3390/s19040859>.
- Borges, L. R., Naves, E. L. M., & Sa, A. A. R. (2022). Usability evaluation of an electric-powered wheelchair driven by eye tracking. *Universal Access in the Information Society*, 21(4), 1013-1022. <https://doi.org/10.1007/s10209-021-00809-z>.
- Carvalho, K. E. C. D., Gois Júnior, M. B., & Sá, K. N. (2014). Tradução e validação do Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology (QUEST 2.0) para o idioma português do Brasil. *Revista Brasileira de Reumatologia*, 54(4), 260-267. PMID:25627220. <https://doi.org/10.1016/j.rbr.2014.04.003>.
- Cázares Vieyra, J. I. (2024). *Clasificación de textos científicos a través de máquinas de soporte vectorial. Caso de estudio: Textos sobre ciberseguridad 2018 al 2023* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco.
- Chen, C.-L., Teng, Y.-L., Lou, S.-Z., Lin, C.-H., Chen, F.-F., & Yeung, K.-T. (2014). User satisfaction with orthotic devices and service in Taiwan. *PLoS One*, 9(10), e110661. PMID:25338026. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110661>.
- Chu, C.-H., Wang, I.-J., Sun, J.-R., & Liu, C.-H. (2022). Customized designs of short thumb orthoses using 3D hand parametric models. *Assistive Technology: The Official Journal of RESNA*, 34(1), 104-111. PMID:31891329. <https://doi.org/10.1080/10400435.2019.1709917>.
- Clanchy, K., Mitchell, J., Mulholland, K., Jurd, E., Kendall, E., Lloyd, D. G., Palipana, D., Pizzolato, C., & Shirota, C. (2024). Towards co-design of rehabilitation technologies: a collaborative approach to prioritize usability issues. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, 5, 1302179. PMID:38450206. <https://doi.org/10.3389/fresc.2024.1302179>.
- Colucci, M., Tofani, M., Trioschi, D., Guarino, D., Berardi, A., & Galeoto, G. (2021). Reliability and validity of the Italian version of Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology 2.0 (QUEST-IT 2.0) with users of mobility assistive device. *Disability and Rehabilitation. Assistive Technology*, 16(3), 251-254. PMID:31553245. <https://doi.org/10.1080/17483107.2019.1668975>.
- Davoudian Talab, A. H., Mokaramiyan, S., & Kamari Ghanavati, F. (2024). Iranian translation and psychometric of the Quebec user evaluation of satisfaction with Assistive technology (QUEST2.0) on wheelchair users. *Disability and Rehabilitation*, 46(10), 2125-2129. PMID:37198952. <https://doi.org/10.1080/09638288.2023.2212179>.
- Domingues, I., Pinheiro, J., Silveira, J., Francisco, P., Jutai, J., & Correia Martins, A. (2019). Psychosocial impact of powered wheelchair, users' satisfaction and their relation to social participation. *Technologies*, 7(4), 1-11. <https://doi.org/10.3390/technologies7040073>.
- Ensink, C. J., Keijsers, N. L. W., & Groen, B. E. (2022). Translation and validation of the System Usability Scale to a Dutch version: D-SUS. *Disability and Rehabilitation*, 46(2), 395-400. PMID:36573399. <https://doi.org/10.1080/09638288.2022.2160837>.
- Fernández-Vázquez, D., Cano-de-la-Cuerda, R., Gor-García-Fogeda, M. D., & Molina-Rueda, F. (2021). Wearable robotic gait training in persons with multiple sclerosis: a satisfaction study. *Sensors (Basel)*, 21(14), 4940. PMID:34300677. <https://doi.org/10.3390/s21144940>.
- Gasq, D., Dumas, R., Caussé, B., Scandella, M., Cintas, P., Acket, B., & Arné-Bes, M. C. (2023). Comparison between a novel helical and a posterior ankle-foot orthosis on gait in people with unilateral foot drop: A randomised crossover trial. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 20(1), 63. PMID:37170277. <https://doi.org/10.1186/s12984-023-01184-x>.
- Gitlow, L., Frailey, S., Garson, N., Simon, R., Smith, M., Winsor, S., Yacovoni, J., & Yuu, C. (2020). Parenting with a disability: exploring the satisfaction and efficacy of the PediaLift wheelchair accessible crib. *Disability and Rehabilitation. Assistive Technology*, 16(8), 902-909. PMID:32274947. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1749894>.

- Godoi, T. X. (2021). *UUXAC-DAT: checklist de avaliação de tecnologias assistivas sob a perspectiva da usabilidade, experiência do usuário e acessibilidade para surdos em aplicações móveis* (Tesis de maestría). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Godoi, T. X., García, L. S., & Valentim, N. M. C. (2020). Evaluating a usability, user experience and accessibility checklist for assistive technologies for deaf people in a context of mobile applications. *Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, (14), 1–10. <https://doi.org/10.1145/3424953.3426631>.
- Gowran, R. J., Clifford, A., Gallagher, A., McKee, J., O'Regan, B., & McKay, E. A. (2022). Wheelchair and seating assistive technology provision: A gateway to freedom. *Disability and Rehabilitation*, 44(3), 370-381. PMID:32510246. <https://doi.org/10.1080/09638288.2020.1768303>.
- Guerreiro, J., Jiménez-Arberas, E., Porto Trillo, P., Vilar Figueira, O., Saézn-López Buñuel, P., Pais, S., Tierra Orta, J., & Pousada García, T. (2022). Cross-cultural validation of quebec user satisfaction with Assistive Technology 2.0 for Spanish Population (QUEST-2.0 ES). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15), 9349. PMID:35954705. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159349>.
- Guillén-Climent, S., Garzo, A., Muñoz-Alcaraz, M. N., Casado-Adam, P., Arcas-Ruiz-Ruano, J., Mejías-Ruiz, M., & Mayordomo-Riera, F. J. (2021). A usability study in patients with stroke using MERLIN, a robotic system based on serious games for upper limb rehabilitation in the home setting. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 18(1), 41. PMID:33622344. <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00837-z>.
- Hampshire, L., Dehghani-Sanij, A., & O'Connor, R. J. (2022). Restorative rehabilitation robotics to promote function, independence and dignity: Users' perspectives on clinical applications. *Journal of Medical Engineering & Technology*, 46(6), 527-535. PMID:35730525. <https://doi.org/10.1080/03091902.2022.2089256>.
- Holz, E. M., Botrel, L., Kaufmann, T., & Kübler, A. (2015). Long-term independent brain-computer interface home use improves quality of life of a patient in the locked-in state: a case study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(3, Suppl.), S16-S26. PMID:25721543. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.03.035>.
- Howard, J., Fisher, Z., Tasker, L. H., & Tree, J. (2024). The extended impact of co-designed personalised aids for people living with chronic conditions: an exploratory study in a healthcare setting. *Disability and Rehabilitation. Assistive Technology*, 19(8), 3050-3062. PMID:38722100. <https://doi.org/10.1080/17483107.2024.2341844>.
- Janson, R., Burkhart, K., Firchau, C., Hicks, K., Pittman, M., Yopps, M., Hatfield, S., & Garabrant, A. (2020). Three-dimensional printed assistive devices for addressing occupational performance issues of the hand: a case report. *Journal of Hand Therapy : Official Journal of the American Society of Hand Therapists*, 33(2), 164-169. PMID:32423845. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2020.03.025>.
- Ju, N., Lee, K.-H., Kim, M.-O., & Choi, Y. (2021). A user-driven approach to prosthetic upper limb development in Korea. *Healthcare (Basel)*, 9(7), 1-13. PMID:34356217. <https://doi.org/10.3390/healthcare9070839>.
- Kablan, N., Bakhsh, H. R., Alammari, W., Tatar, Y., & Ferriero, G. (2022). Psychometric evaluation of the Arabic version of the Quebec user evaluation of satisfaction with assistive technology (A-QUEST 2.0) in prosthesis users. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 58(1), 118-126. PMID:34247472. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.21.06880-5>.
- Käthner, I., Halder, S., Hintermüller, C., Espinosa, A., Guger, C., Miralles, F., Vargiu, E., Dauwalder, S., Rafael-Palou, X., Solà, M., Daly, J. M., Armstrong, E., Martin, S., & Kübler, A. (2017). A multifunctional brain-computer interface intended for home use: an evaluation with healthy participants and potential end users with dry and gel-based electrodes. *Frontiers in Neuroscience*, 11, 1-21. PMID:28588442. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00286>.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. Recuperado el 6 de enero de 2026, de [https://legacyfileshare.elsevier.com/promis\\_misc/525444systematicreviewsguide.pdf](https://legacyfileshare.elsevier.com/promis_misc/525444systematicreviewsguide.pdf)
- Kozłowski, A. J., Fabian, M., Lad, D., & Delgado, A. D. (2017). Feasibility and Safety of a Powered Exoskeleton for Assisted Walking for Persons With Multiple Sclerosis: A Single-Group Preliminary Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 98(7), 1300-1307. PMID:28315666. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.02.010>.

- Lansade, C., Vicaut, E., Paysant, J., Ménager, D., Cristina, M.-C., Braatz, F., Domayer, S., Pérennou, D., & Chiesa, G. (2018). Mobility and satisfaction with a microprocessor-controlled knee in moderately active amputees: A multi-centric randomized crossover trial. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 61(5), 278-285. PMID:29753888. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2018.04.003>.
- Lee, K. H., Kim, D. K., Cha, Y. H., Kwon, J.-Y., Kim, D.-H., & Kim, S. J. (2019). Personalized assistive device manufactured by 3D modelling and printing techniques. *Disability and Rehabilitation. Assistive Technology*, 14(5), 526-531. PMID:30318956. <https://doi.org/10.1080/17483107.2018.1494217>.
- Lee, K. H., Kim, S. J., Cha, Y. H., Kim, J. L., Kim, D. K., & Kim, S. J. (2018). Three-dimensional printed prosthesis demonstrates functional improvement in a patient with an amputated thumb: A technical note. *Prosthetics and Orthotics International*, 42(1), 107-111. PMID:27913783. <https://doi.org/10.1177/0309364616679315>.
- Lima, P. B., & Alves, A. C. D. J. (2020). An intervention of occupational therapy in parasports using the matching person and technology model: a case study. *Work : A Journal of Prevention, Assessment, and Rehabilitation*, 67(4), 881-893. PMID:33325435. <https://doi.org/10.3233/WOR-203339>.
- Marinho, F. D., Santos, P. M. D., Nardi, S. M. T., Sime, M. M., & Coutinho, G. C. (2020). Use of 3D printed orthosis and occupational therapeutic treatment in rhizarthrosis. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, 28(4), 1151-1164. <https://doi.org/10.4322/2526-8910.ctoAO2083>.
- Meyer, J. T., Weber, S., Jäger, L., Sigrist, R., Gassert, R., & Lambercy, O. (2022). A survey on the influence of CYBATHLON on the development and acceptance of advanced assistive technologies. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 19(1), 38. PMID:35366930. <https://doi.org/10.1186/s12984-022-01015-5>.
- Moineau, B., Myers, M., Ali, S. S., Popovic, M. R., & Hitzig, S. L. (2021). End-user and clinician perspectives on the viability of wearable functional electrical stimulation garments after stroke and spinal cord injury. *Disability and Rehabilitation. Assistive Technology*, 16(3), 241-250. PMID:31592679. <https://doi.org/10.1080/17483107.2019.1668974>.
- Noda, K. (2018). Google Home: smart speaker as environmental control unit. *Disability and Rehabilitation. Assistive Technology*, 13(7), 674-675. PMID:28830267. <https://doi.org/10.1080/17483107.2017.1369589>.
- Riccio, A., Holz, E. M., Aricò, P., Leotta, F., Aloise, F., Desideri, L., Rimondini, M., Kübler, A., Mattia, D., & Cincotti, F. (2015). Hybrid P300-based brain-computer interface to improve usability for people with severe motor disability: electromyographic signals for error correction during a spelling task. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(3, Suppl.), S54-S61. PMID:25721548. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.05.029>.
- Roentgen, U. R., Heide, L. A. V. D., Kremer, I. E. H., Creemers, H., Brehm, M. A., Groothuis, J. T., Hagedoren, E. A. V., Daniëls, R., & Evers, S. M. A. A. (2021). Effectiveness and cost-effectiveness of an optimized process of providing assistive technology for impaired upper extremity function: protocol of a prospective, quasi-experimental non-randomized study (OMARM). *Technology and Disability*, 33(3), 207-220. <https://doi.org/10.3233/TAD-210335>.
- Schettini, F., Riccio, A., Simone, L., Liberati, G., Caruso, M., Frasca, V., Calabrese, B., Mecella, M., Pizzimenti, A., Inghilleri, M., Mattia, D., & Cincotti, F. (2015). Assistive device with conventional, alternative, and brain-computer interface inputs to enhance interaction with the environment for people with amyotrophic lateral sclerosis: a feasibility and usability study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(3, Suppl.), S46-S53. PMID:25721547. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.05.027>.
- Schladen, M. M., Koumpouros, Y., Sandison, M., Casas, R., & Lum, P. (2020). Conceptualization of Hand-TaPS to measure the subjective experience of dynamic hand orthoses in promoting functional recovery at home after stroke. *Technology and Disability*, 32(4), 285-294. PMID:34421288. <https://doi.org/10.3233/TAD-200289>.
- Silva, I. C. N., & Alves, A. C. J. (2020). Identification of assistive technologies in paralympic sports: contributions and barriers. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, 28(3), 917-930. <https://doi.org/10.4322/2526-8910.ctoAO1933>.
- Sivakanthan, S., Candiotti, J. L., Sundaram, S. A., Battles, C., Daveler, B. J., Chung, C.-S., Grindle, G. G., Cooper, R., Dicianno, B. E., & Cooper, R. A. (2020). Usability evaluation of attitude control for a robotic wheelchair for tip mitigation in outdoor environments. *Medical Engineering & Physics*, 82(1), 86-96. PMID:32709269. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2020.07.002>.

- Šumak, B., Špindler, M., Debeljak, M., Heričko, M., & Pušnik, M. (2019). An empirical evaluation of a hands-free computer interaction for users with motor disabilities. *Journal of Biomedical Informatics*, 96, 103249. PMID:31295624. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2019.103249>.
- Surucu, S., Aydın, M., Güray Batma, A., Karaşahin, D., & Mahiroğulları, M. (2022). Evaluation of the patient satisfaction of using a 3D printed medical casting in fracture treatment. *Joint Diseases and Related Surgery*, 33(1), 180-186. PMID:35361093. <https://doi.org/10.52312/jdrs.2022.372>.
- Suulker, C., Greenway, A., Skach, S., Farkhatdinov, I., Charles Miller, S., & Althoefer, K. (2024). Let me give you a hand: enhancing human grasp force with a soft robotic assistive glove. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 9(9), 7811-7818. <https://doi.org/10.1109/LRA.2024.3433202>.
- Swinnen, E., Lafosse, C., Van Nieuwenhoven, J., Ilsbrouckx, S., Beckwée, D., & Kerckhofs, E. (2017). Neurological patients and their lower limb orthotics: an observational pilot study about acceptance and satisfaction. *Prosthetics and Orthotics International*, 41(1), 41-50. PMID:26246356. <https://doi.org/10.1177/0309364615592696>.
- Tamplin, J., Loveridge, B., Clarke, K., Li, Y., & Berlowitz, J. (2020). Development and feasibility testing of an online virtual reality platform for delivering therapeutic group singing interventions for people living with spinal cord injury. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 26(6), 365-375. PMID:30823854. <https://doi.org/10.1177/1357633X19828463>.
- Thorsen, R., Cugnod, D., Ramella, M., Converti, R., & Ferrarin, M. (2024). A parametric 3D printed assistive device for people with cerebral palsy – assessment of outcomes and comparison with a commercial counterpart. *Assistive Technology : The Official Journal of RESNA*, 36(1), 16-21. PMID:37083458. <https://doi.org/10.1080/10400435.2023.2202696>.
- Torres-Cockrell, G. S., Mora-Gutiérrez, R. A., Rincón-García, E. A., Montes-Orozco, E., De-los-Cobos-Silva, S. G., Lara-Velazquez, P., & Gutiérrez-Andrade, M. Á. (2024). Bi-objective model for community detection in weighted complex networks: non overlap multiobjective k\_core community detection. *EAI Endorsed Transactions on Industrial Networks and Intelligent Systems*, 11(4), 1-19. <https://doi.org/10.4108/eetinis.v11i4.4059>.
- Van Dijsseldonk, R. B., Van Nes, I. J. W., Geurts, A. C. H., & Keijsers, N. L. W. (2020). Exoskeleton home and community use in people with complete spinal cord injury. *Scientific Reports*, 10(1), 15600. PMID:32973244. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72397-6>.
- Vegt, A. E., Grond, R., Gruschke, J. S., Boomsma, M. F., Emmelot, C. H., Dijkstra, P. U., & Sluis, C. K. (2017). The effect of two different orthoses on pain, hand function, patient satisfaction and preference in patients with thumb carpometacarpal osteoarthritis: a multicentre, crossover, randomised controlled trial. *The Bone & Joint Journal*, 99-B(2), 237-244. PMID:28148667. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.99B2.37684>.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION, & United Nations Children's Fund. (2022). *Global report on assistive technology*. Recuperado el 6 de enero de 2026, de <https://apps.who.int/iris/handle/10665/354357>
- Yang, B.-S., Chen, Y.-W., & Tong, J.-R. (2018). User experience of lower-limb orthosis. *Assistive Technology : The Official Journal of RESNA*, 30(5), 267-273. PMID:28598300. <https://doi.org/10.1080/10400435.2017.1322157>.
- Young, R., Sage, K., Broom, D., Hext, A., Snowdon, N., & Smith, C. (2023). Evaluating the usability of a co-designed power assisted exercise graphical user interface for people with stroke. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 20(1), 95. PMID:37488564. <https://doi.org/10.1186/s12984-023-01207-7>.
- Yurkewich, A., Kozak, I. J., Hebert, D., Wang, R. H., & Mihailidis, A. (2020). Hand Extension Robot Orthosis (HERO) Grip Glove: enabling independence amongst persons with severe hand impairments after stroke. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 17(1), 33. PMID:32102668. <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00659-5>.
- Zuniga, J. M. (2018). 3D printed antibacterial prostheses. *Applied Sciences (Basel, Switzerland)*, 8(9), 1-10. <https://doi.org/10.3390/app8091651>.

### **Contribución de los Autores**

*Jose David Rojas Anaya:* Conceptualización (Formulación de las ideas y definición de los objetivos generales de la investigación), Investigación (Realización del proceso investigativo, incluyendo la búsqueda, recolección y sistematización de la información), Análisis formal (Aplicación de técnicas computacionales y estadísticas para el análisis cuantitativo de los datos), Redacción – borrador original (Elaboración del manuscrito completo en su versión inicial), Curación de datos (Organización, depuración y mantenimiento de los datos bibliográficos recolectados), Visualización (Diseño y desarrollo de representaciones gráficas como figuras, nubes de palabras y redes temáticas), Administración del proyecto (Coordinación general del trabajo investigativo en el marco de su tesis doctoral), Metodología (Estructuración del marco metodológico, incluyendo el uso del enfoque Goal-Question-Metric (GQM) y técnicas de minería de texto.

*Marco Vinicio Ferruzca Navarro:* Supervisión (Dirección académica y seguimiento continuo del desarrollo a la investigación doctoral), Revisión y edición de redacción (Corrección, edición y evaluación crítica del manuscrito), Conceptualización (Asistencia en la definición inicial de los lineamientos temáticos y del marco teórico del estudio).

*Diana Sureima Vásquez Sotelo:* Recursos (Aportación de conocimientos clínicos especializados para contextualizar los resultados desde el ámbito de la rehabilitación médica), Validación (Revisión de la pertinencia médica de los hallazgos obtenidos a través del análisis bibliométrico), Revisión y edición de redacción (Aporte en la corrección de los apartados relacionados con la salud y la discapacidad).

*Román Anselmo Mora Gutiérrez:* Metodología (Codiseño de la estructura metodológica, particularmente en lo referente a algoritmos y procesamiento automatizado de datos), Software (Participación en el desarrollo y aplicación de herramientas computacionales utilizadas en el procesamiento y análisis de los datos), Análisis formal (Contribución en la interpretación técnica y cuantitativa de los resultados), Revisión y edición de redacción (Revisión de los aspectos metodológicos y técnicos del documento). Todos los autores aprueban la versión final del texto.

### **Disponibilidad de los datos**

Los datos que respaldan los resultados de este estudio están disponibles a través del autor de correspondencia, previa solicitud razonable.

### **Autor para la correspondencia**

Jose David Rojas Anaya  
e-mail: al2233802332@azc.uam.mx

### **Editora de sección**

Profa. Dra. Roseli Esquerdo Lopes