

Tendencias en Usabilidad y Accesibilidad: Un Análisis Bibliométrico

Trends in Usability and Accessibility: A Bibliometric Analysis

Carlos Andrés Casas D

Cauca

Universidad del Cauca

Popayán- Colombia

carloscasas@unicauca.edu.co

Andrés Felipe Solís Pino

Cauca

Corporación Universitaria

Comfacauca

Popayán- Colombia

asolis@unicomfacauca.edu.co

Vanessa Agredo Delgado

Cauca

Universidad del Cauca

Popayán- Colombia

vagredo@unicauca.edu.co

Pablo H. Ruiz

Cauca

Universidad del Cauca

Popayán- Colombia

Pruiz@unicauca.edu.co

Cesar A. Collazos

Cauca

Universidad del Cauca

Popayán- Colombia

ccollazo@unicauca.edu.co

Fernando Moreira

Portugal

Universidade Portucalense & IEETA

Aveiro, Portugal

fmoreira@upt.pt

Recibido: 09.09.2024 | Aceptado: 18.12.2024

Palabras Clave

Usabilidad

Accesibilidad

Evaluación

Desarrollo de software

Tendencias

Revisión bibliométrica

Resumen

La usabilidad y accesibilidad se han convertido en pilares esenciales en el desarrollo de software, ya que ambos factores son claves para ofrecer una experiencia de usuario óptima, facilitando una interacción eficiente y efectiva entre las personas y los sistemas tecnológicos. Reconocer la evolución de estos aspectos y su creciente relevancia es crucial para maximizar sus beneficios, lo que a su vez impacta positivamente en la calidad de los productos software. En este sentido, el estudio mostrado en este artículo, llevó a cabo un análisis bibliométrico utilizando la herramienta Bibliometrix, cuyo objetivo fue explorar las tendencias actuales de investigación en la evaluación de la usabilidad y accesibilidad en productos software. Los resultados del análisis revelan un crecimiento anual en las publicaciones científicas relacionadas del 3,1% entre el año 1988 y 2024, lo que refleja el interés sostenido y en aumento de la comunidad investigadora en estos temas. De igual forma, el análisis ofrece una visión general del estado actual en este campo, resaltando nuevas tecnologías, tendencias emergentes, redes de colaboración, investigaciones recientes y nuevas oportunidades para desarrollar investigaciones centradas en la usabilidad y la accesibilidad, como se evidencia a lo largo de este artículo.

Keywords

Usability

Accessibility

Evaluation

Software development

Trends

Bibliometric Analysis

Abstract

Usability and accessibility have become essential pillars in software development since both factors provide an optimal user experience and facilitate efficient and effective interaction between people and technological systems. Recognizing the evolution of these aspects and their growing relevance is crucial to maximizing their benefits, which positively impacts the quality of software products. In this sense, the study shown in this article carried out a bibliometric analysis using the Bibliometrix tool, whose objective was to explore current research trends in evaluating the usability and accessibility of software products. The analysis results reveal an annual growth in related scientific publications of 3.1% between 1988 and 2024, reflecting the sustained and increasing interest of the research community in these topics. Similarly, the analysis provides an overview of the field's current state, highlighting new technologies, emerging trends, collaborative networks, recent research, and new opportunities for developing research focused on usability and accessibility, as evidenced throughout this article.

1. Introducción

A lo largo de la evolución tecnológica, varios factores han determinado cómo se diseñan e implementan las interfaces de usuario. En los años 90, con el auge de las tecnologías las interfaces eran mayoritariamente simples y basadas en texto, debido a que no existía una necesidad o preocupación por adaptar estas tecnologías a distintos dispositivos ni de considerar la diversidad de usuarios. Sin embargo, con el tiempo, factores como la aparición de internet, la proliferación de una amplia gama de dispositivos, la integración de tareas cotidianas en aplicaciones digitales, y la creciente variedad de perfiles de usuarios han transformado estas necesidades. Estos cambios han impulsado la creación de interfaces más versátiles y accesibles, capaces de responder a las demandas de un entorno tecnológico cada vez más complejo y diverso (Cepymenews, 2023; Koumaditis & Hussain, 2017). En este contexto, los factores de usabilidad y accesibilidad se han convertido en elementos determinantes en el desarrollo de aplicaciones modernas (Donal Norman, 1988; Donald A Norman, 2013). Ambos conceptos, la usabilidad y la accesibilidad, tienen un impacto profundo en la experiencia del usuario, influyendo directamente en la facilidad con la que los usuarios interactúan con un producto o servicio. Una buena usabilidad y accesibilidad no solo mejoran la satisfacción del cliente, creando una experiencia más intuitiva y agradable, sino que también son cruciales para la retención de usuarios. En última instancia, estos factores desempeñan un papel vital en el éxito comercial de una empresa, ya que aplicaciones bien diseñadas y accesibles pueden diferenciarse en un mercado competitivo, aumentar la lealtad del cliente, y mejorar la reputación de la marca, contribuyendo significativamente a la rentabilidad y sostenibilidad del negocio (Baj-Rogowska & Sikorski, 2023; Gannouni et al., 2023; Santos et al., 2023). La implementación de una buena usabilidad en un proyecto tiene como resultado la satisfacción del cliente final, la fidelidad a la marca y la aceptación del producto como tal; por otro lado, una buena accesibilidad garantiza un mayor alcance de las personas que pueden utilizar el producto y, por lo tanto, respeta los principios éticos y legales de inclusividad (Baj-Rogowska & Sikorski, 2023; Gannouni et al., 2023; Santos et al., 2023).

En el contexto empresarial, es crucial conocer y aplicar estos principios, ya que, en un mercado cada vez más competitivo y centrado en el cliente, ignorarlos puede significar quedarse atrás, perder oportunidades valiosas o no destacar frente a la competencia (Bin Deraman & Salman, 2022; Kraeling & Tania, 2019; Toshihiro et al., 2020). Dado que actualmente no se ha realizado un análisis bibliométrico (Aria & Cuccurullo, 2017; Codina, 2018; Donthu et al., 2021) que abarque de manera integral tanto la usabilidad como la accesibilidad, llevar a cabo este estudio resulta fundamental. Un análisis bibliométrico proporciona una evaluación cuantitativa de las publicaciones científicas, permitiendo identificar y evaluar las

tendencias y patrones de investigación en estos campos. Este tipo de análisis permitirá descubrir las tendencias actuales, las áreas de investigación más activas, y las lagunas o brechas en el conocimiento existente. Además, facilitará la identificación de oportunidades de investigación y tecnologías emergentes relevantes. Contar con esta información es crucial para orientar futuros proyectos de investigación, optimizar el desarrollo de nuevas contribuciones y mantenerse a la vanguardia en un campo en constante evolución (Aria & Cuccurullo, 2017; Codina, 2018). Por otro lado, analizar el número de publicaciones y citas en un periodo determinado permite evaluar el impacto de la investigación en estos temas de usabilidad y accesibilidad para la comunidad en general y las empresas, ayudando a determinar la importancia del campo y su contribución al desarrollo del conocimiento que posteriormente puede ser aplicado (Aria & Cuccurullo, 2017; Donthu et al., 2021; Wang et al., 2021). Considerando esta información, este artículo presenta un estudio bibliométrico exhaustivo sobre los enfoques, métodos y herramientas utilizados en la evaluación de la usabilidad y la accesibilidad. Se examinan las tendencias históricas de ambos temas, se identifican y destacan a los autores más relevantes, se mencionan los países con mayor contribución y se señalan las revistas que contienen la mayor cantidad de información sobre estos temas. Además, se analizan los temas clave, los temas básicos y los de nicho en el ámbito de la usabilidad y la accesibilidad.

Este análisis pretende ofrecer una visión global de la evolución y estado actual de estos campos, identificar las referencias primarias, señalar las bases de datos más relevantes y, a partir de ello, reconocer áreas emergentes de investigación y posibles direcciones futuras que puedan contribuir a resolver las necesidades y problemas detectados a lo largo del estudio. Para ello, se organiza el siguiente artículo: material y métodos, resultados, discusión y conclusiones, y trabajos futuros.

2. Materiales y Métodos

Esta investigación lleva a cabo un análisis bibliométrico centrado en las tendencias y lo relacionado con evaluación de la usabilidad y accesibilidad. El objetivo fue identificar la evolución y el estado actual de estos factores, las tendencias contemporáneas, las necesidades actuales, y cómo a partir de este análisis se puede contribuir en generar e identificar nuevos enfoques de estudio de estos dos factores, además ofrecer información valiosa para orientar futuros proyectos y estrategias en el campo del desarrollo de software y tecnología. Para llevar a cabo el análisis, se siguieron las directrices establecidas por Donthu en (Donthu et al., 2021), que definen las pautas principales para efectuar este tipo de análisis estadístico en un campo específico. Además, se aplicó la metodología denominada Science Mapping Workflow (Aria & Cuccurullo, 2017), ampliamente reconocida en el ámbito de

la bibliometría. También se integraron los enfoques propuestos por (Koumaditis & Hussain, 2017), que permiten un análisis específico de la usabilidad y accesibilidad, así como la metodología sugerida por Wang (Wang et al., 2021). Dado que Scopus fue utilizado como fuente de datos, los resultados reflejan solo los estudios indexados en esta base de datos, excluyendo otros repositorios relevantes como ACM Digital Library, IEEE Xplore y SpringerLink, que también contienen investigaciones significativas en usabilidad y accesibilidad. Esta limitación puede introducir un sesgo en la cobertura de publicaciones y restringir la diversidad de perspectivas, particularmente en áreas menos representadas en Scopus. No obstante, Scopus fue elegido por su amplia cobertura de estudios de alta calidad en ingeniería y tecnología, lo que ofrece un panorama robusto de investigaciones relevantes en estos campos (Wang et al., 2021). Finalmente, RStudio(Posit, 2011) fue utilizado para la elaboración de los gráficos generados por el análisis.

2.1 Recopilación de información

Para obtener una recopilación sistemática de la información, se utilizó la cadena de búsqueda presentada en la Tabla 1. El objetivo era obtener una visión general de ambos ámbitos, teniendo en cuenta tanto conferencias como artículos sobre la evolución de la usabilidad y, así como los sinónimos de los términos a lo largo del tiempo. Esto se evidencia en la segunda parte de la cadena de búsqueda, que limitó la exploración sólo a los contextos de interés, que en este caso son las áreas de informática e ingeniería, dejando de lado áreas como matemáticas y ciencias sociales, entre otras. Para el análisis de datos, se utilizó la librería Bibliometrix de R, una herramienta que permite realizar análisis bibliométricos avanzados y visualizaciones detalladas de las redes de coautoría, palabras clave y citas. La elección de Bibliometrix se fundamenta en su flexibilidad y en la capacidad de generar análisis visuales que facilitan la identificación de tendencias, relaciones y patrones clave. Sin embargo, Bibliometrix presenta una limitación al depender de datos exportados de repositorios específicos, lo que puede influir en los resultados al restringir la inclusión de otros repositorios. Para los gráficos, se empleó RStudio (Singh et al., 2021). que facilitó una visualización clara de los resultados obtenidos.

Tabla 1 Cadena de búsqueda

(TITLE-ABS-KEY ("Accessibility") OR TITLE-ABS-KEY ("usability" OR "Easy to use") AND TITLE-ABS-KEY ("evaluate" OR "Measure" OR "validate") AND TITLE-ABS-KEY ("Software development" OR "software development company")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "COMP") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI"))

2.2 Ejecución de la búsqueda

La aplicación de la cadena de búsqueda se limitó a los títulos, resúmenes y palabras clave de los documentos científicos. Todos los textos utilizados fueron revisados por pares para garantizar su calidad académica. No se estableció un marco temporal específico para la búsqueda, ya que se pretendía cartografiar el dominio desde sus inicios hasta la actualidad. La búsqueda se realizó en marzo de 2024 y se encontraron 421 documentos, que abarcaban publicaciones desde 1988 hasta la actualidad.

De los 421 artículos, se filtraron aquellos que no cumplían con los criterios de búsqueda requeridos para realizar el análisis en las herramientas necesarias, limitándolos a los contextos específicos requeridos, dando como resultado 374 documentos finales. Por último, los documentos obtenidos se exportaron a la herramienta Bibliometrix para su análisis descriptivo e inferencial.

3. Resultados

A continuación, se presenta un análisis descriptivo e inferencial de los resultados obtenidos en la búsqueda realizada sobre la evolución, tendencias, artículos, documentos y demás trabajos relacionados con la usabilidad y accesibilidad a lo largo del tiempo. Como se mencionó antes, el estudio se enfocó en identificar a los autores más relevantes, los artículos con mayor número de citas, las revistas más frecuentemente utilizadas, la producción científica por país y las afiliaciones de los investigadores, así como las conexiones existentes dentro del dominio. Este enfoque permitió evaluar el estado actual de la investigación en el área y detectar las tendencias, desafíos y oportunidades para futuras investigaciones.

3.1 Información general del dominio

Como se observa en la Figura 2, las publicaciones científicas en el ámbito de la evaluación de la usabilidad y accesibilidad abarcan un periodo desde 1988 hasta 2024, con un total de 374 documentos publicados, distribuidos en 220 fuentes como revistas y libros. Esto refleja un crecimiento sostenido de la investigación en este campo. La tasa media de crecimiento anual es del 3,1%, lo que indica un aumento constante en la producción de publicaciones a lo largo del tiempo. La antigüedad media de los documentos es de aproximadamente ocho años lo cual se afirma indicando que En los últimos 5 años se publicaron 129 artículos, lo que representa el 34.5% del total. En comparación, en las dos décadas previas, el promedio anual de publicaciones fue menor, lo que indica un crecimiento exponencial reciente (ver Figura 3). Este crecimiento refleja el creciente interés y relevancia de estos temas en el contexto tecnológico actual. Además, el número medio de citas por documento es de 9,275 lo que indica que las publicaciones en este campo no solo son frecuentemente referenciadas, sino también muy valoradas por la comunidad

científica. Esto subraya la importancia de la evaluación de la usabilidad y accesibilidad como áreas clave de referencia para el desarrollo tecnológico y la innovación (Cepymenews, 2023; Erick Alejandro García, 2020; Politécnica et al., 2008).



Figura 2 información general del dominio

De igual forma, considerando la Figura 2, el número total de referencias asciende a 10.601, lo que refleja una considerable diversidad temática y un amplio respaldo científico a las publicaciones analizadas. El número total de autores, en el periodo de tiempo analizado, es de 1.194, con una colaboración media por artículo del 3,48% y un porcentaje de coautoría internacional del 18,98%, lo que destaca la frecuencia y relevancia de las colaboraciones internacionales en este campo de investigación, subrayando su carácter global y multidisciplinario (Baj-Rogowska & Sikorski, 2023; De Godoi et al., 2020; Francis Xavier Engineering College & Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2019; Koumaditis & Hussain, 2017; Meinel & von Thienen, 2016; Rodrigues et al., 2018).

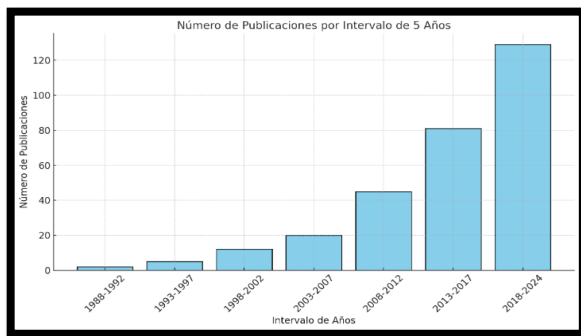


Figura 3 Intervalo años

Los documentos identificados en el análisis comprenden una diversidad significativa de formatos, tales como artículos científicos, libros, capítulos de libros, ponencias y revistas de congresos, documentos de datos, cartas editoriales, revisiones sistemáticas y revisiones de literatura. Esta variedad sugiere un enfoque multidimensional hacia la investigación en el campo de la usabilidad y la accesibilidad, abarcando desde estudios empíricos y teóricos hasta análisis exhaustivos del estado del arte. Teniendo en cuenta estos resultados, se puede afirmar que la investigación en este ámbito ha mostrado un crecimiento continuo y sostenido. La alta colaboración observada entre autores, con contribuciones conjuntas a nivel nacional e internacional, evidencia que el campo es dinámico

y está en constante expansión. Este nivel de cooperación científica no solo fortalece el desarrollo de nuevas ideas, sino que también facilita la transferencia de conocimientos y la innovación a través de fronteras geográficas. Además, la creciente colaboración sugiere un potencial incremento en la cantidad y calidad de las investigaciones futuras, lo que, a su vez, abrirá nuevas brechas y desafíos por explorar. La evolución constante del campo augura una demanda creciente de soluciones que aborden las necesidades emergentes de usabilidad y accesibilidad, lo que consolidará su relevancia en el desarrollo tecnológico y académico.

3.2 Producción científica anual en el dominio

Como se ilustra en la Figura 4, las publicaciones en el campo de la usabilidad y la accesibilidad han observado una tendencia constante a lo largo de casi 36 años, de 1988 a 2024. Sin embargo, en la última década se observa un marcado aumento del número de artículos, con un crecimiento notable a partir de 2011. En particular, 2022 marca el pico más alto de publicaciones con 39 artículos, mientras que los años 2020 y 2021 también destacan con 34 y 32 artículos, respectivamente, consolidando una tendencia al alza en el interés por estos temas. Por otro lado, existen períodos como 1990 y entre 1992 y 1994, no se registraron publicaciones en este campo, lo que sugiere que la investigación en usabilidad y accesibilidad no era prioritaria ni relevante durante esos años. A partir de 2002, se empieza a evidenciar un crecimiento gradual, coincidiendo con la expansión del acceso a internet, el desarrollo de tecnologías más avanzadas y la diversificación de dispositivos interactivos. Este análisis permite inferir que entre los años 1990 y 2000, las cuestiones de usabilidad y accesibilidad no ocupaban un lugar relevante en la investigación científica. Sin embargo, en la última década, el creciente número de publicaciones refleja una mayor atención a la mejora de la experiencia del usuario y a la adaptación de las tecnologías a los distintos perfiles de usuario, lo que ha impulsado una mayor producción académica en estas áreas, además que el interés en estos temas ha crecido en correlación con el aumento de dispositivos y aplicaciones más versátiles, lo cual exige más atención en usabilidad y accesibilidad. Esto sugiere que la importancia de estos factores ha crecido en paralelo a la complejidad y diversificación de los entornos tecnológicos, consolidándose como áreas críticas de estudio en el desarrollo de software y sistemas interactivos.

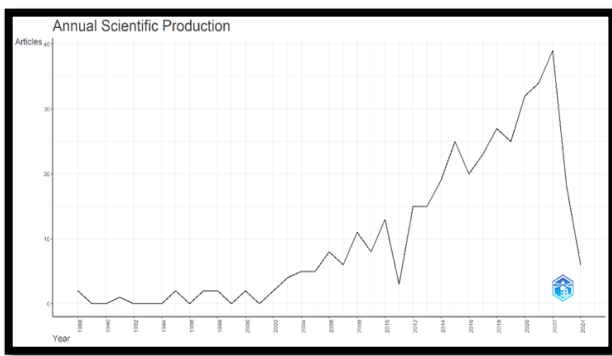


Figura 4 Frecuencia de Publicaciones anuales en el dominio

Esto puede deberse a varios factores, como el auge de las tecnologías en la década de 1990 (De Lima Salgado et al., 2019; Khan et al., 2017), debido a que la tecnología se encontraba en las primeras etapas de desarrollo. En este sentido, si comparamos una interfaz de aquella época con las actuales, notaremos una mayor simplicidad, la gran mayoría basada en texto. Sin la inclusión de nuevas tecnologías que permitieran nuevos medios de interacción, por otro lado, no existía un acceso a internet tan sobresaliente ni diferentes dispositivos digitales, lo que limitaba la preocupación o relevancia de la usabilidad y accesibilidad en las aplicaciones realizadas; asimismo, en la actualidad se consideran diferentes tipos de usuarios, y se busca eliminar las brechas en el uso de la tecnología que tienen los usuarios con discapacidad (Donald Norman, 1988; Donald A Norman, 2013). En el contexto empresarial, muchas empresas y desarrolladores no comprendían del todo cómo la usabilidad y la accesibilidad podían afectar a la experiencia del usuario y al éxito comercial de un producto (Ben Shneiderman, 1997; Francis Xavier Engineering College & Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2019; Jakob Nielsen, 1994). Si se realiza una comparación de épocas se puede observar que, muchos de los procesos o tareas de la vida cotidiana diaria y actual, se empezaron a ejecutar con aplicaciones o dispositivos tecnológicos, a diferencia de la época pasada, un claro ejemplo es específicamente en el año 2020 con la pandemia por COVID 19, hubo un cambio forzado en la sociedad que obligó a la misma a adoptar el mundo digital para el desarrollo continuo de cada una de las tareas (De Godoi et al., 2020; Mateus et al., 2020; Mower et al., 2020), la creciente demanda de una experiencia del usuario satisfactoria y accesible impulsa a investigadores y profesionales a explorar nuevas técnicas, metodologías y herramientas para abordar los desafíos en el diseño y desarrollo de productos digitales, que sean más naturales, más fáciles de usar y que permitan el uso a una gran cantidad de usuarios. Con el crecimiento constante en el número de usuarios que adoptan tecnologías digitales, la relevancia de la usabilidad y accesibilidad continúa en ascenso (Andrés Paniagua L et al., 2020; Ben Shneiderman, 1997; De Lima Salgado et al., 2019; Víctor Chimarro C et al., 2015). No obstante, este avance también presenta nuevos desafíos, ya

que las investigaciones deberán centrarse en cerrar brechas emergentes y garantizar que todos los usuarios, independientemente de sus habilidades o limitaciones, puedan acceder y utilizar productos y servicios digitales de manera eficiente y satisfactoria (Carlos et al., n.d.; Donald A Norman, 2013; Francis Xavier Engineering College & Institute of Electrical and Electronics Engineers, n.d.). Estas iniciativas serán clave para asegurar que la tecnología siga siendo inclusiva y efectiva en un entorno digital cada vez más diversificado.

3.3 Fuentes relevantes en el dominio

En el contexto de la evaluación de usabilidad y accesibilidad, se identificaron 220 fuentes en el dominio, es decir los recursos como revistas que sustentan o apoyan el conocimiento en el contexto de usabilidad y accesibilidad. La Figura 5 muestra las 13 fuentes más destacadas y relevantes en este campo. Cabe mencionar que la fuente con el mayor número de artículos publicados es "Lecture Notes in Computer Science" (incluyendo las subseries "Lecture Notes in Artificial Intelligence" y "Lecture Notes in Bioinformatics"), conocida por su amplia cobertura y significativa contribución al avance del conocimiento en computación, con un total de 34 documentos. Esto representa más del doble de los artículos publicados por la segunda fuente más importante, "ACM International Conference Proceeding Series", que cuenta con 17 artículos. Esto resalta la importancia de las conferencias en la comunidad informática para la difusión de resultados de investigación y la promoción de la colaboración entre investigadores. Ambas publicaciones son series de libros en ciencias de la computación que recogen los resultados de investigaciones presentadas en diversas conferencias, talleres y monografías. Es notable que, entre las fuentes más publicadas en este dominio, las seis primeras sean series de libros. En cuanto a las revistas, las dos más influyentes en este ámbito son "Computers in Human Behavior" y "IEEE Access".

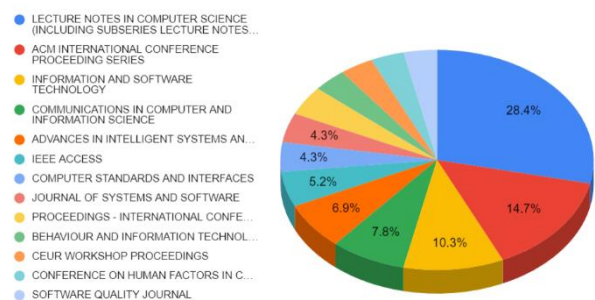


Figura 5 Distribución de fuentes de revistas y conferencias

El análisis revela que muchas de las revistas están clasificadas como A1 y A2 según la clasificación Nacional de MinCencias (Publindex -Metodología Para La Homologación de Revistas, 2010) lo que refleja un alto impacto en el campo. Además, se observa que la mayoría de

las publicaciones son en conferencias y algunas en secciones de libros, lo que sugiere una necesidad de contribuciones rápidas en esta área. Por ello, resulta beneficioso realizar estudios más detallados que se publiquen en revistas con procesos de revisión por pares más exhaustivos y rigurosos, con el objetivo de generar resultados sólidamente fundamentados que puedan tener un impacto más significativo tanto en la investigación actual como en futuras exploraciones (Delgado et al., 2020; Stake, 1998). En términos generales, se puede concluir que este campo está experimentando un crecimiento notable. La usabilidad y la accesibilidad están adquiriendo la relevancia que merecen, lo cual se refleja en el aumento de publicaciones en revistas de alta calidad. Este impulso está siendo alimentado tanto por las demandas emergentes de la era digital actual (Alahmadi, 2017; De Godoi et al., 2020) como por la dedicación de autores y revistas que buscan promover y avanzar en el conocimiento de estas áreas críticas.

3.4 Autores relevantes en el dominio

Tras analizar los resultados obtenidos, se identifican a los autores más destacados en el campo de la evaluación de la usabilidad y la accesibilidad. Esta sección presenta un análisis detallado de sus contribuciones, destacando las influencias más significativas y su impacto en la evolución de la investigación en estos temas. En la Figura 6, los autores se ordenan según el número de artículos publicados. El autor con más publicaciones es Macías José Antonio, de la Universidad autónoma de Madrid-España, con cinco artículos, seguido de Grundy Jhon C. la Universidad Monash de Clayton-Australia, con cuatro artículos en este dominio. De acuerdo con los resultados, Brasil lidera en número de publicaciones en el campo de la evaluación de la usabilidad y accesibilidad, mientras que España ocupa el cuarto lugar, y Australia se sitúa en la novena posición. Sin embargo, no hay una correlación directa entre el país con mayor cantidad de publicaciones y el autor con más publicaciones individuales (Ali et al., 2022; Ben Shneiderman, 1997; Jesus et al., 2022). Además, la presencia de autores de diversos países refleja una rica variedad cultural y metodológica en el abordaje de problemas relacionados con la usabilidad y accesibilidad. Esta diversidad cultural permite que los problemas se analicen desde múltiples perspectivas, lo que puede dar lugar a soluciones más innovadoras y contextualizadas. La variedad de enfoques también fomenta la creación de colaboraciones internacionales, ya que investigadores de diferentes partes del mundo aportan distintas experiencias y conocimientos, trabajando conjuntamente hacia objetivos comunes o intereses compartidos (Lopez et al., 2023).

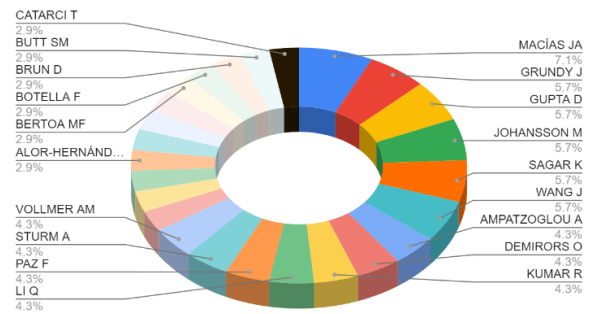


Figura 6 Distribución de los 10 autores más destacados

Este entorno colaborativo internacional no solo enriquece la investigación, sino que también facilita el intercambio de ideas y la generación de contribuciones más robustas en el campo. Al examinar la producción de cada autor a lo largo del tiempo, se observa que la cantidad de citas por artículo varía considerablemente entre los autores y los años. Algunos artículos tienen un impacto más significativo en el campo de la usabilidad y la accesibilidad que otros. Esta variabilidad sugiere que ciertos trabajos han logrado una mayor influencia en el área, lo cual puede estar relacionado con su relevancia, calidad o novedad (Henderson Sellers et al., 2014; Maida & Pacienza, 2015; Sandra M. Hurtado et al., 2018). Para mantener la relevancia y el impacto en el ámbito, es crucial generar una consistencia en la publicación. Esto no solo contribuye a fortalecer la influencia de los autores, sino que también ayuda a establecer un estándar en el campo. Al analizar la actividad de publicación de los autores, se pueden identificar áreas de enfoque específicas dentro del amplio campo de la usabilidad y la accesibilidad. Por ejemplo, algunos autores se especializan en temas concretos como el diseño centrado en el usuario, métricas de evaluación, monitoreo, calidad de software, o diseño, entre otros (Jakob Nielsen, 1994). Entender estas áreas de especialización y la trayectoria de los autores puede proporcionar una perspectiva valiosa para abordar temas desde ángulos específicos. Esto permite continuar el estudio de temas ya investigados con un enfoque renovado o identificar lagunas en la literatura existente donde se pueda hacer una contribución significativa. De esta manera, se pueden detectar oportunidades para avanzar en el conocimiento y cubrir aspectos que aún no han sido suficientemente explorados.

3.5 Países más productivos en el contexto

En cuanto a la producción científica de los países, como se muestra en la Figura 7, Brasil y Estados Unidos destacan como los principales países con mayor producción en este tema, con 125 y 121 artículos, respectivamente. Esto indica que estos países tienen una fuerte presencia en la investigación sobre usabilidad y accesibilidad en el ámbito del desarrollo de software. Este fenómeno puede deberse a varios factores, como la presencia de instituciones académicas de renombre y centros de investigación dedicados al estudio de la

tecnología y la informática en ambos países. Por su parte, Brasil y Estados Unidos poseen una sólida infraestructura de investigación que apoya la producción científica en áreas especializadas como usabilidad y accesibilidad (*Índice Mundial de Innovación 2022, 2022*; Samimi & Roshan, 2011). Estos países también cuentan con industrias tecnológicas consolidadas, maduras y dinámicas, con una gran cantidad de empresas dedicadas al desarrollo de software y tecnología, una alta inversión en investigación y desarrollo del campo de la tecnología, y ambos países cuentan con comunidad académica activa y colaborativa (Grupo Banco Mundial, 2023; Samimi & Roshan, 2011). Por otro lado, Alemania y España también presentan una representación significativa en la producción científica, con 91 y 85 artículos, respectivamente.

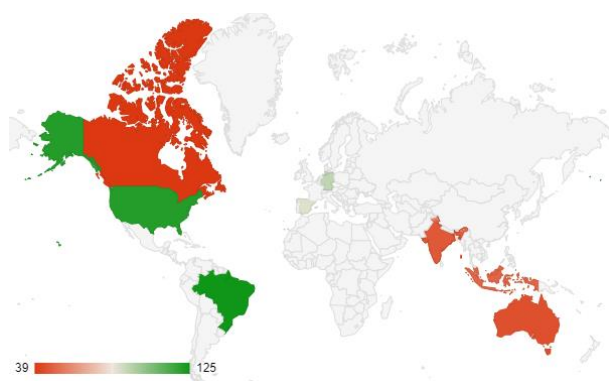


Figura 7 Contribución científica de los países

Australia y Canadá contribuyen de manera notable a la producción científica con 45 y 39 artículos, respectivamente. Esto sugiere que los países de habla inglesa también están activamente involucrados en la investigación sobre usabilidad y accesibilidad en el desarrollo de software.

En general, estos datos muestran que la investigación sobre usabilidad y accesibilidad es un tema de interés en todo el mundo, con una amplia participación de diversos países.

3.6 Relaciones entre países por autores

Al analizar la autoría de correspondencia de los artículos en los dominios de evaluación de la usabilidad y accesibilidad, se pueden distinguir dos categorías principales de publicaciones: aquellas realizadas exclusivamente dentro de un solo país (por sus siglas en inglés - SCP) y aquellas elaboradas en colaboración con investigadores de múltiples países (por sus siglas en inglés - MCP). Las publicaciones de un solo país reflejan la cantidad de artículos producidos dentro de las fronteras de un único país, mientras que las publicaciones de varios países representan el número de artículos resultantes de colaboraciones internacionales entre investigadores de diferentes naciones. Esta clasificación permite evaluar no solo la actividad investigativa interna de cada país, sino también la extensión y la intensidad de las colaboraciones internacionales

en el campo, proporcionando una visión más completa de la dinámica global de la investigación en usabilidad y accesibilidad (Sik-Lanyi & Orbán-Mihálykó, 2019a, 2019b). Como se evidencia en la Figura 8. entre los países más destacados en este ámbito, se encuentra Estados Unidos con el mayor número de publicaciones de un solo país, con 16, mientras que en publicaciones en conjunto con otros países cuenta con dos. En cuanto a la colaboración en los primeros países productores en el dominio, España tiene el mayor porcentaje de publicaciones en colaboración, con un 47% del total de sus publicaciones, seguido de China con un 18.7% en colaboración.

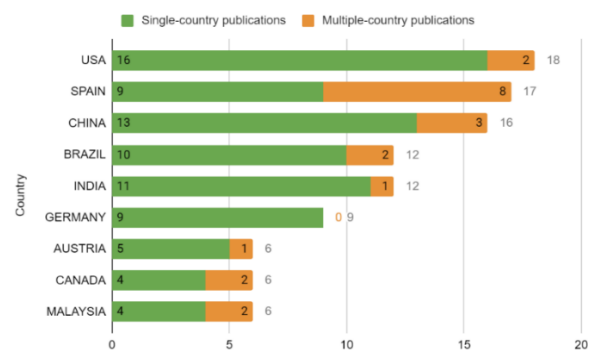


Figura 8 Relación país – autor

Se puede identificar que Estados Unidos cuenta con una colaboración baja en comparación a los demás países, aunque se encuentra en el liderazgo de más documentos publicados estos son de forma individual. En relación con lo mencionado previamente, se puede observar que los porcentajes de autoría en colaboración con autores de múltiples países son generalmente bajos en comparación con los de autoría nacional exclusiva. Esto contrasta con lo que se ha reportado en la literatura, donde se indica que la colaboración internacional puede ser beneficiosa para el intercambio de conocimientos y recursos, así como para mejorar la calidad y alcance de la investigación (Rani et al., 2023; Sagar & Saha, 2017). Por lo tanto, este es un aspecto que podría ser objeto de mayor atención en este dominio, a fin de fortalecer aún más este indicador.

3.7 Producción de los países a lo largo del tiempo

Al continuar con el análisis de los países como centros clave de avances en el campo, la Figura 9 ilustra los países que han realizado las contribuciones más significativas desde 1988 hasta la fecha. Estados Unidos ha mantenido una posición de liderazgo a lo largo del tiempo, mostrando un crecimiento constante desde el inicio del período analizado (Mascheroni et al., 2013; Ribeiro et al., 2018). Esto se debe a su sólida inversión en investigación y desarrollo, situándolo a la vanguardia en temas como usabilidad y accesibilidad. Estos factores, como se ha evidenciado a lo largo del estudio, son esenciales para el desarrollo de software.

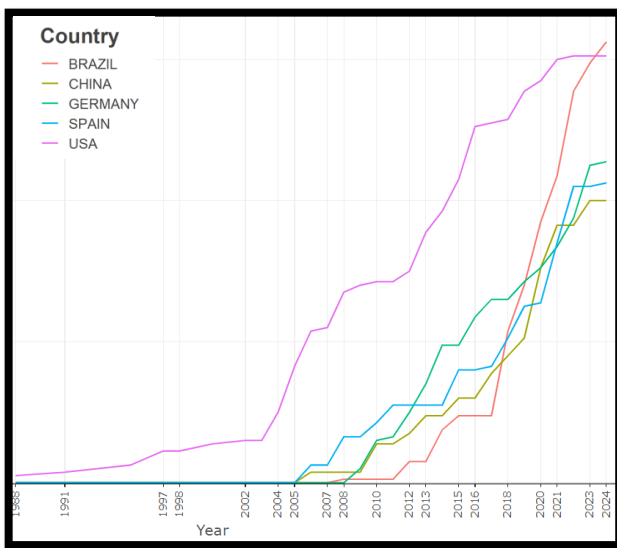


Figura 9 Producción Países a lo largo del tiempo

Por otro lado, China ha experimentado un crecimiento exponencial, especialmente a partir de la década de 2000. Aunque inicialmente el tema no recibió tanta atención, el ritmo de su avance es notablemente más rápido en comparación con otros países. Brasil y España también han mostrado un crecimiento significativo, aunque su tasa de incremento es más gradual en comparación con la de China y Estados Unidos. Sin embargo, el aumento constante en ambos países refleja un mayor enfoque en la investigación y producción académica relacionada con usabilidad y accesibilidad. Alemania, por su parte, presenta un crecimiento más moderado y estable, lo que puede indicar una inversión continua en investigación sin grandes fluctuaciones en su política científica. El análisis de la producción de artículos científicos revela que China se ha consolidado como un líder global en este aspecto, lo que sugiere un cambio en la dinámica global de la ciencia y la tecnología, con Asia desempeñando un papel cada vez más prominente. Estos datos indican que los países están aumentando su producción científica en relación con la usabilidad y accesibilidad, subrayando la creciente importancia de estos temas a nivel mundial. El gráfico refuerza la idea de que la usabilidad y accesibilidad son factores fundamentales en el desarrollo de productos y en la vida cotidiana, confirmando su relevancia creciente en diferentes regiones del mundo.

3.8 Evolución de la tendencia de temas

El análisis de las tendencias en el uso de palabras clave por parte de los autores, tal como se presenta en la Figura 10, revela que desde 2014 la usabilidad ha comenzado a emerger como una tendencia prominente en los procesos de desarrollo de software, testing e ingeniería. No obstante, la importancia de la usabilidad se acentuó considerablemente a partir de 2018. Este cambio puede explicarse por la evolución tecnológica y la creciente necesidad de herramientas

tecnológicas adaptadas a las demandas del usuario final, especialmente con el impacto de la pandemia, que transformó la usabilidad de una característica adicional en una necesidad esencial.

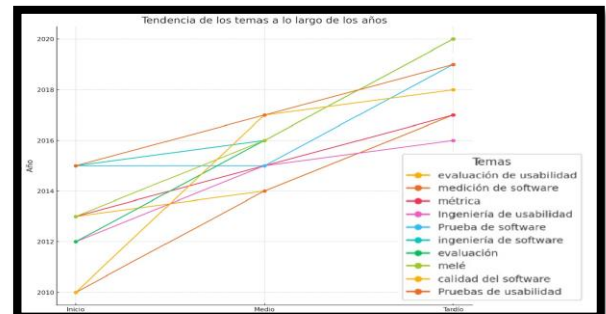


Figura 10 Evolución tendencia de temas

El término 'accesibilidad' comienza a ser relevante a partir de 2020 (De Godoi et al., 2020; Mateus et al., 2020), aunque aún permanece relativamente desconocido en comparación con la usabilidad. Esto indica que, a pesar de los avances e investigaciones en el campo de la accesibilidad, persisten numerosas brechas y áreas sin explorar. Mientras que la usabilidad cuenta con una trayectoria consolidada de estudios y desarrollos, la accesibilidad requiere una mayor atención y difusión para ser plenamente integrada en los productos tecnológicos.

En conclusión, el enfoque actual se centra en la experiencia del usuario, ya que el objetivo principal en estos ámbitos es ofrecer un software o herramienta de alta calidad que garantice una experiencia satisfactoria, facilite el uso y promueva la adopción de las herramientas.

3.9 Análisis del mapa temático

Un mapa temático es una representación visual que organiza datos en torno a un tema específico, facilitando el análisis y la comprensión de diversos aspectos relacionados con ese tema (López-Robles et al., 2019). Esta representación gráfica permite visualizar la información de manera clara y comprensible, lo que ayuda a identificar patrones, tendencias y relaciones que podrían no ser evidentes en presentaciones de datos tradicionales, como tablas (López-Robles et al., 2019). Los mapas temáticos son herramientas valiosas para explorar y organizar temas de investigación, identificando áreas clave como temas motores, nichos, emergentes y básicos. En el análisis de la evaluación de usabilidad y accesibilidad, el mapa temático mostrado en la Figura 11 destaca los temas predominantes. En el cuadrante superior derecho, los temas motores, como heurísticas, diseño centrado en el usuario, y APIs de usabilidad, son fundamentales para dirigir la investigación en este campo. Además, el mapa revela temas nicho, que abordan aspectos especializados, y temas emergentes, que están ganando relevancia y podrían convertirse en futuros temas motores (ver Figura 12). Los

temas básicos proporcionan una base fundamental para entender el campo, aunque no sean el foco principal de la investigación actual. Este análisis ayuda a identificar las áreas clave y orientar futuros estudios y desarrollos en usabilidad y accesibilidad.

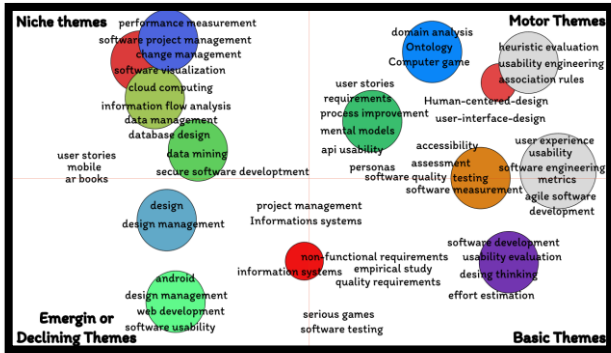


Figura 11 Mapa temático

La mayoría de los documentos se enfocan en estos temas, ofreciendo una visión detallada de los aspectos más relevantes y fundamentales del campo. Este análisis resalta las áreas clave que están en el centro de la investigación actual, las cuales tienen una alta probabilidad de recibir nuevas investigaciones y aportaciones en el futuro (Åberg & Sandahl, 2017; Nemeth & Bekmukhambetova, 2022).

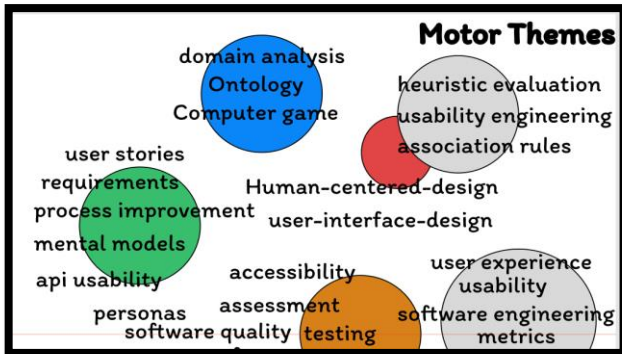


Figura 12 Temas motor

En el cuadrante inferior derecho, conocido como Temas básicos (ver Figura 13), se incluyen temas como pruebas de software, estudios empíricos, desarrollo ágil de software, diseño de usabilidad y scrum. Estos temas son fundamentales y pueden ser explorados por áreas con menos experiencia o para introducirse en este campo. Al analizar algunos de estos temas primarios, es posible que se conviertan en temas motores (De Godoi et al., 2020; Rodrigues et al., 2018). Un tema importante a destacar en este sector es el tema de la accesibilidad, de esta manera podemos ver y concluir que la accesibilidad es un tema relevante e importante pero que al día de hoy no cuenta con la importancia o relevancia necesaria, el tener en cuenta estas características aparte de beneficiar directamente al usuario final, beneficia al desarrollador y al

producto en general dado que se tendrá en cuenta un rango mayor de público objetivo, para que esto funcione es importante la experiencia de usuario dado que es un factor determinante, conocer e identificar las necesidades reales del usuario no las que se piensan o se asumen en el proceso de desarrollo.

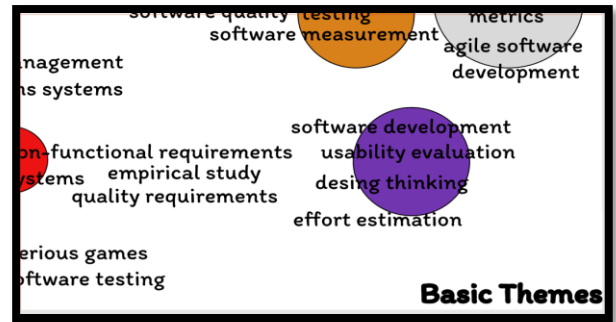


Figura 13 Temas Básicos

En el cuadrante superior izquierdo, conocido como de temas nichos (ver Figura 14), se agrupan temas como el desarrollo seguro de software, la medición del rendimiento, la gestión de proyectos de software, el diseño de bases de datos, el pensamiento de datos, la computación en la nube y la gestión del cambio. Estos temas constituyen una parte poco o nada atendida en el contexto analizado, es decir, han tenido una relevancia insuficiente, están poco abordados y han recibido escaso enfoque en cuanto a investigación. Por lo tanto, también representan áreas que pueden ser exploradas para generar innovación y contribuciones significativas en el futuro (Bin Deraman & Salman, 2022; Paz et al., 2016; Quintal & Macías, 2021).

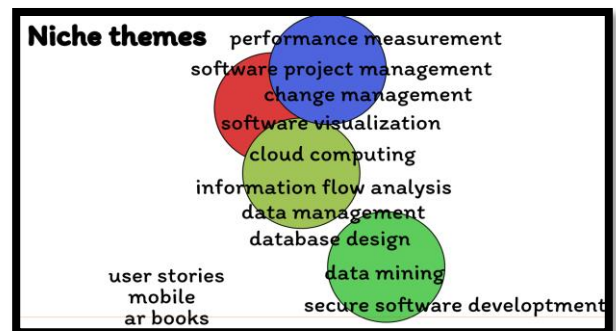


Figura 14 Temas Nicho

Finalmente, el cuadrante inferior izquierdo, conocido como temas emergentes o en declive (ver Figura 15), incluye temas como Android, usabilidad de software, procesos de desarrollo de software, mejora de procesos de software y gestión del diseño. Estos temas representan áreas que están comenzando a ganar atención y relevancia en el campo, pero que aún no han alcanzado la prominencia de los temas motores. La clasificación de estos temas como emergentes indica que están en una fase de desarrollo y expansión, señalando la necesidad

Otro punto de vista importante en este contexto, es la variedad de temas que pueden ser abordados para realizar investigaciones que puedan aportar a la usabilidad y accesibilidad, o los diferentes enfoques en los que estos factores pueden ser aplicados o centrados, si se analiza la imagen se puede concluir que la usabilidad es el centro de esta investigación, en cuanto a la accesibilidad se ve como una rama de esta misma. La accesibilidad aun en estos tiempos modernos no cuenta con una relevancia o importancia necesaria, esta debería estar cerca al nivel de importancia de la usabilidad, por lo cual, un tema relevante para realizar una investigación es la accesibilidad. Por lo tanto, una red de concurrencia nos facilita la detección de temas para abordar nuevas investigaciones, además de mostrar la importancia de un tema central y de su cohesión con temas que en un principio no se pensaba que podía existir.

4. Discusión

El análisis bibliométrico realizado proporciona una base sólida para investigar la evaluación de usabilidad y accesibilidad en el desarrollo de software. Este trabajo ha permitido identificar autores clave, citas relevantes, temas de interés, áreas emergentes y tendencias actuales, así como las revistas más influyentes en el campo. Con esta información, ahora disponemos de una herramienta valiosa para avanzar en investigaciones más específicas y profundas, enriqueciendo nuestra comprensión y contribución en esta área (Codina, 2018). Este análisis proporciona una herramienta valiosa para nuevos investigadores, ofreciendo una visión integral de los aspectos clave en el estudio de la usabilidad y accesibilidad en el desarrollo de software. A diferencia de los enfoques tradicionales que tienden a analizar estos factores de manera individual, este trabajo destaca la importancia de un análisis integrado de ambos temas (Ahmad et al., 2020; Wang et al., 2021). El estudio revela que la usabilidad goza de una mayor relevancia y cantidad de investigación en comparación con la accesibilidad, la cual, aunque está emergiendo y ganando importancia, aún no alcanza el mismo nivel de enfoque. A medida que avanzamos hacia una era moderna y futura, es crucial que tanto la usabilidad como la accesibilidad se aborden de manera conjunta. Por lo tanto, se sugiere que futuras investigaciones exploren cómo integrar estos dos factores o cómo combinar estudios separados para desarrollar productos que realmente satisfagan las necesidades contemporáneas y futuras.

Finalmente resaltar la importancia y los resultados de ejecutar un buen análisis bibliométrico, dado que es una de las bases para iniciar con el desarrollo de una buena investigación.

5. Conclusiones y trabajos futuros

En el presente estudio se realizó un análisis bibliométrico sobre el campo de la evaluación de la usabilidad y accesibilidad a lo largo del tiempo, para ello se utilizó la

herramienta Bibliometrix, que permitió examinar un total de 374 documentos de estos 129 han sido publicados en los últimos cinco años, lo que representa aproximadamente el 34.5% del total. Este dato reafirma que el interés y relevancia de estos temas sigue en aumento en la comunidad investigadora., de los que se extrajo información cuantitativa que abarcaba un período de publicación desde 1988 hasta la actualidad, haciendo hincapié en los autores principales, los países de origen y la estructura del conocimiento. Se observó que el campo presenta una tasa de crecimiento anual de publicaciones del 3,1%, lo que sugiere que está en constante evolución. Además, se identificaron redes consolidadas de investigación colaborativa entre diferentes países, siendo Estados Unidos y España los líderes en publicaciones. Igualmente se identifican los autores que más han contribuido en los temas de usabilidad y accesibilidad entre los que se encuentran en primer lugar Macías, José Antonio de Madrid-España y en segundo lugar Grundy, John C. de Clayton-Australia. Este análisis bibliométrico permite identificar diversas formas de mejorar la evaluación de la usabilidad y la accesibilidad. Este análisis permitió detectar los enfoques, métodos y herramientas más utilizados en la investigación sobre estos factores, sirviendo de base para detectar y actualizar puntos específicos que han cambiado con el tiempo, como que las necesidades de los usuarios de la era moderna son muy diferentes a las de épocas pasadas. Al identificar áreas emergentes, se pueden descubrir necesidades de investigación que aún no han sido ampliamente exploradas, lo que puede orientar a los profesionales a enfocarse en aspectos menos estudiados e innovar en prácticas que mejoren la evaluación de estos factores. Además, el conocimiento sobre colaboraciones internacionales permite identificar grupos o autores internacionales clave para una investigación. Reconocer a los principales autores, países y revistas que contribuyen a estos temas ayuda a los investigadores y profesionales a encontrar rápidamente las fuentes más influyentes y relevantes. En conjunto, este análisis no solo ofrece una visión del estado actual de la investigación en usabilidad y accesibilidad, sino que también proporciona una guía estratégica para mejorar las prácticas de evaluación en estos campos. A partir de los resultados, se puede observar que los temas de mayor tendencia actualmente incluyen la experiencia del usuario o el diseño centrado en el usuario, y el ciclo de vida en el desarrollo de software. Estos temas son de gran relevancia y deben ser considerados en futuras investigaciones, contribuciones y la formulación de nuevos desafíos en estas áreas. Se han identificado autores que pueden servir como base para iniciar nuevas investigaciones, así como revistas que pueden ser fuentes valiosas para futuras publicaciones y para obtener información importante y relevante en cada estudio. Además, se tiene una visión general de las tendencias temáticas por autor a lo largo del tiempo y se identifican los países que más contribuyen en este campo, lo cual es útil para establecer colaboraciones internacionales. Esta visión global proporciona un conocimiento integral del tema, facilitando la toma de decisiones y el inicio de nuevas investigaciones. Se puede evidenciar que existen muchos temas dentro del ámbito del análisis, hay diferentes ramas que pueden ser objetivo de futuras investigaciones, y con los resultados obtenidos se puede tener una vista más general de los temas en investigación, tendencias, temas relevantes y no

tan relevantes, con toda la información obtenida a través de este proceso, se puede contextualizar de mejor manera, de acuerdo a los objetivos, metas, propósitos, y con ello se puede encaminar futuras investigaciones en algún tema en específico, y buscar apoyo y colaboración entre los entes que más trabajos tienen y realizan en dichas temáticas. Por lo tanto, el desarrollo de análisis bibliométricos es un paso bastante fundamental que contribuye de manera eficaz en el inicio de nuevos procesos de investigación en temas específicos como por ejemplo los temas emergentes que se evidencian en el estudio entre los que encontramos desarrollo web, diseño, Android, administración de diseño, procesos de desarrollo de software o por otra parte centrar investigaciones en temas motores como usabilidad, diseño centrado en el usuario, ingeniería de requerimientos, accesibilidad, diseño de interfaz, ontologías, juegos serios, entre otros, el análisis bibliométrico se puede entender como una guía o sugerencia para abordar y aportar en temas ya abordados o iniciar nuevos procesos. Los resultados obtenidos proporcionan una guía

para nuevas investigaciones y mejoras prácticas en los campos de usabilidad y accesibilidad. Los temas de mayor tendencia, como el diseño centrado en el usuario y el ciclo de vida en el desarrollo de software, junto con áreas emergentes como desarrollo web y accesibilidad, ofrecen oportunidades de estudio que podrían impactar significativamente en la práctica de desarrollo de software.

Es importante señalar que el estudio está limitado a documentos en inglés y al repositorio Scopus, lo que podría introducir ciertos sesgos al excluir otros idiomas y repositorios relevantes como ACM DL, IEEEExplore y SpringerLink. Esta limitación puede impactar en la diversidad de perspectivas culturales sobre usabilidad y accesibilidad, y sería valioso incluir en futuras investigaciones una sección dedicada a discutir estas limitaciones.

Referencias

- Åberg, J., & Sandahl, K. (2017). *Software Development Methods and Usability: A Systematic Literature Review*. LiU Electronic Press. <https://ep.liu.se/>
- Ahmad, M., Kanwal, S., Habib, M. A., & Faisal, C. N. (2020, November 5). Usability and Accessibility Based Quality Evaluation of Apparel Websites in Pakistan. *Proceedings - 2020 23rd IEEE International Multi-Topic Conference, INMIC 2020*. <https://doi.org/10.1109/INMIC50486.2020.9318163>
- Alahmadi, T. (2017, April 2). A multi-method evaluation of university website accessibility: Foregrounding user-centred design, mining source code and using a quantitative metric. *Proceedings of the 14th Web for All Conference, W4A 2017*. <https://doi.org/10.1145/3058555.3058580>
- Ali, R., Kaindl, H., & Maciaszek, L. A. (Eds.). (2022). *Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering (Vol. 1556)*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-96648-5>
- Andrés Paniagua L, Diana Bedoya R, & Carlos Mera. (2020). Un método para la evaluación de la accesibilidad y la usabilidad en aplicaciones móviles. *Tecnológicas*, 23, 99–117.
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Baj-Rogowska, A., & Sikorski, M. (2023). Exploring the usability and user experience of social media apps through a text mining approach. *Engineering Management in Production and Services*, 15(1), 86–105. <https://doi.org/10.2478/emj-2023-0007>
- Ben Shneiderman. (1997). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*.
- Bin Deraman, A., & Salman, A. (2022). Usability evaluation practices within agile development: engaging with usability agile practitioners' concerns. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 15(21). www.jatit.org
- Carlos, J., Guzmán, N., Llanos Álvarez, J. J., Manuel, E., Hoyos, S., José, M., & Sanjuan, M. (n.d.). Accesibilidad y usabilidad web para la inclusión de personas con discapacidad Accessibility and usability web for the inclusion of people with disabilities. In *Revista I+D en TIC (Vol. 8, Issue 1)*. <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identific/index>
- Cepymenews. (2023). Estadísticas de experiencia de usuario (UX) 2023. <https://cepymenews.es/estadisticas-experiencia-usuario-ux-2023>
- Codina, L. (2018). *Revisiones bibliográficas sistematizadas Procedimientos generales y Framework para Ciencias Humanas y Sociales*. Master Universitario En Comunicación Social. <https://repositori.upf.edu/>
- De Godoi, T. X., Garcia, L. S., & Valentim, N. M. C. (2020, October 26). Evaluating a usability, user experience and accessibility checklist for assistive technologies for deaf people in a context of mobile applications. *IHC 2020 - Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/3424953.3426631>
- De Lima Salgado, A., Federici, F. M., De Mattos Fortes, R. P., & Motti, V. G. (2019, October 4). Startupworkplace, mobilegames, andolderadults: A practical guide on UX, usability, and accessibility evaluation. *SIGDOC 2019 - Proceedings of the 37th ACM International Conference on the Design of Communication*. <https://doi.org/10.1145/3328020.3353948>
- Delgado, J., Medina, N., Becerra, M., Delgado Fernández, J. R., Medina Cepeda, N. M., & Becerra de Romero, M. X. (2020). La evaluación por pares. Una alternativa de evaluación entre estudiantes universitarios. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/article/view/1684>
- Donal Norman. (1988). *La psicología de los objetos cotidianos NEREA*.
- Donald A Norman. (2013). *El diseño de las cosas cotidianas: edición revisada y ampliada*. MIT Press.

- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Erick Alejandro García. (2020). 94 ESTADÍSTICAS SOBRE EXPERIENCIA DEL CLIENTE. <https://erickalejandrogarcia.com/2018/05/13/94-estadisticas-sobre-experiencia-del-cliente/>
- Francis Xavier Engineering College, & Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2019). *Proceedings of the 2nd International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT 2019)*: 27–29, November 2019.
- Gannouni, S., Belwafi, K., Aledaily, A., Aboalsamh, H., & Belghith, A. (2023). Software Usability Testing Using EEG-Based Emotion Detection and Deep Learning. *Sensors*, 23(11), 5147. <https://doi.org/10.3390/s23115147>
- Garrido, A., Firmenich, S., Grigera, J., Rossi, G., & Staf, I. (2017). Data driven usability refactoring-Tools and challenges. *IEEE*.
- Grupo Banco Mundial. (2023). Gasto en inversión y desarrollo (% del PIB). <https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>
- Guerino, G. C., & Valentim, N. M. C. (2020). Usability and user experience evaluation of natural user interfaces: A systematic mapping study. In *IET Software* (Vol. 14, Issue 5, pp. 451–467). Institution of Engineering and Technology. <https://doi.org/10.1049/iet-sen.2020.0051>
- Hayat, H., & Cerradura, R. (2020). Usability Evaluation in Practice: Selecting the Appropriate Method. : : ICHCIUEM 2020 : International Conference on Human-Computer Interaction and Usability Evaluation Methods.
- Henderson Sellers, B., Ralyté, J., Ågerfalk, P. J., & Rossi, M. (2014). Situational Method Engineering. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41467-1>.
- Índice Mundial de Innovación 2022. (2022). https://www.wipo.int/pressroom/es/articles/2022/article_0011.html
- Jakob Nielsen. (1994). *Usability Engineering*.
- Jesus, E., Guerino, G., Valle, P., Nakamura, W., Oran, A., Balancieri, R., Coleti, T., Morandini, M., Ferreira, B., & Silva, W. (2022). An Experimental Study on Usability and User Experience Evaluation Techniques in Mobile Applications. *Proceedings of the 24th International Conference on Enterprise Information Systems*, 340–347. <https://doi.org/10.5220/0011083000003179>
- Khan, A. I., Al-Khanjari, Z., & Sarrab, M. (2017). Crowd sourced evaluation process for mobile learning application quality. *Proceedings - 2017 2nd International Conference on Information Systems Engineering, ICISE 2017, 2017-January*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICISE.2017.17>
- Koumaditis, K., & Hussain, T. (2017). Human computer interaction research through the lens of a bibliometric analysis (Vol. 10271, pp. 23–37). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58071-5_2
- Kraeling, M., & Tania, L. (2019). Software Development Process. In *Software Engineering for Embedded Systems* (pp. 33–87). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809448-8.00002-3>
- Lee, H. J., Lee, J. S., Jee, E., & Bae, D. H. (2017). A User eXperience Evaluation Framework for Mobile Usability. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 27(2), 235–279. <https://doi.org/10.1142/S0218194017500097>
- Lopez, G., Gaytan-Lugo, L. S., Collazos, C., Garcia Luna, V. M., Lopez, C., Prietch, S. S., & Wong-Villacres, M. (2023). Todo Cambia: Desafíos y Oportunidades en HCI en LATAM. *Proceedings of the XI Latin American Conference on Human Computer Interaction*, 1–3. <https://doi.org/10.1145/3630970.3631076>
- López-Robles, J.-R., Guallar, J., Gamboa-Rosales, N.-K., Otegi-Olaso, J. R., & Cobo, M. J. (2019). Mapa de la estructura intelectual de El profesional de la información de 2014 a 2018. *Hipertext.Net*, 19, 115–125. <https://doi.org/10.31009/hipertext.net.2019.i19.09>
- Maida, E. G., & Pacienza, J. (2015). Metodologías de desarrollo de software [Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA)]. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcjpcglclefindmkaj/https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/522/1/metodologias-desarrollo-software.pdf>
- Mascheroni, M. A., Greiner, C. L., Dapozo, G. N., & Estayno, M. G. (2013). Ingeniería de Usabilidad. Una Propuesta Tecnológica para Contribuir a la Evaluación de la Usabilidad del Software. In *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software* (Vol. 1, Issue 4).
- Mateus, D. A., Silva, C. A., Eler, M. M., & Freire, A. P. (2020, October 26). Accessibility of mobile applications: Evaluation by users with visual impairment and by automated tools. *IHC 2020 - Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/3424953.3426633>
- Meinel, C., & von Thienen, J. (2016). Design Thinking. *Informatik-Spektrum*, 39(4), 310–314. <https://doi.org/10.1007/s00287-016-0977-2>
- Mower, A., Nguyen, R., & Frank, K. (2020, April 25). Evaluation of technology accessibility and user sentiment in learning through virtual reality modality. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*. <https://doi.org/10.1145/3334480.3375205>
- Nemeth, A., & Bekmukhambetova, A. (2022). Achieving Usability: Looking for Connections between User-Centred Design Practices and Resultant Usability Metrics in Agile Software Development. *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences*. <https://doi.org/10.3311/ppso.20512>
- Paz, F., Pow-Sang, & José Antonio. (2016). A systematic mapping review of usability evaluation methods for software development process. *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, 10(1), 165–178. <https://doi.org/10.14257/ijseia.2016.10.1.16>
- Politécnica, U., Madrid, D. E., De Máster, T., En, M., De, T., Información, L. A., & Rodríguez González, P. (2008). Facultad de Informática Estudio de La Aplicación de Metodologías Ágiles para la Evolución de Productos Software.
- Posit. (2011). RStudio Desktop. <https://posit.co/download/rstudio-desktop/>
- Publindex -Metodología para la homologación de revistas. (2010). <https://scienti.minciencias.gov.co/publindex/#/revistasHomologadas/busador>
- Quintal, C., & Macías, J. A. (2021). Measuring and improving the quality of development processes based on usability and accessibility. *Universal Access in the Information Society*, 20(2), 203–221. <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00726-7>

- Rani, P., Blasi, A., Stulova, N., Panichella, S., Gorla, A., & Nierstrasz, O. (2023). A decade of code comment quality assessment: A systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, 195. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2022.111515>
- Reimpresión-de-Gartner. (n.d.).
- Ribeiro, S., Furtado, E. S., Furtado, J. V., & Cavalcante, N. (2018). It professional preferences to evaluate systems usability. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 607, 437–448. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60492-3_42
- Rodrigues, S. S., Scuracchio, P. E., & De Mattos Fortes, R. P. (2018). A support to evaluate web accessibility and usability issues for older adults. *ACM International Conference Proceeding Series*, 97–103. <https://doi.org/10.1145/3218585.3218597>
- Sagar, K., & Saha, A. (2017). Qualitative usability feature selection with ranking: a novel approach for ranking the identified usability problematic attributes for academic websites using data-mining techniques. *Human-Centric Computing and Information Sciences*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s13673-017-0111-8>
- Samimi, A. J., & Roshan, H. R. (2011). *Scientific Output and GDP: Evidence from Countries around the World* (Vol. 2, Issue 2).
- Sandra M. Hurtado, Jessica Pimentel, & Gabriel E. Chanchí. (2018). Estudio comparativo de métodos de evaluación de usabilidad para sitios web. *DIALNET*, 126–136.
- Santos, S. de O., Rodrigues, A. B. A. M., & Ribeiro, Í. M. da S. (2023). Usability Evaluation of mobile banking applications in the context of the elderly in a city of Ceará. *Proceedings of the XXII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, 1–11. <https://doi.org/10.1145/3638067.3638087>
- Sik-Lanyi, C., & Orbán-Mihálykó, É. (2019a). Accessibility Testing of European Health-Related Websites. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44(11), 9171–9190. <https://doi.org/10.1007/s13369-019-04017-z>
- Sik-Lanyi, C., & Orbán-Mihálykó, É. (2019b). Accessibility Testing of European Health-Related Websites. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44(11), 9171–9190. <https://doi.org/10.1007/s13369-019-04017-z>
- Singh, V. K., Singh, P., Karmakar, M., Leta, J., & Mayr, P. (2021). The journal coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A comparative analysis. *Scientometrics*, 126(6), 5113–5142. <https://doi.org/10.1007/s11192-021-03948-5>
- Stake, R. E. (1998). *Investigación con estudio de casos*.
- Toshihiro, K., Shin'ichi, F., Motoei, A., Hironori, W., & Naohiko, T. (2020). Usability of Software-Intensive Systems from Developers' Point of View. In M. Kurosu (Ed.), *Human-Computer Interaction. Design and User Experience* (pp. 450–463). Springer International Publishing.
- Víctor Chimarro C, Bertha Mazón O, & Joffre Cartuche C. (2015). *La usabilidad en el desarrollo del software*. Utmach.
- Wang, L. L., Mack, K., McDonnell, E. J., Jain, D., Findlater, L., & Froehlich, J. E. (2021). A bibliometric analysis of citation diversity in accessibility and HCI research. 1–7. <https://doi.org/10.1145/3411763.3451618>