

Ciencia ciudadana en el ámbito biomédico: análisis bibliométrico de tendencias

Citizen science in biomedicine: a trend analysis

Alejandro Fernández del Río^a, Oscar Llopis Corcoles^{a,b}, Alejandro Raga Espinosa^a

^aINN4ALL, Departamento de Dirección de Empresas, Universidad de Valencia, , Alejandro.fernandez-rio@uv.es; ^b U-GOT KIES, University of Gothenburg, Suecia, oscar.llopis@uv.es

How to cite: Fernández del Río, A.; Llopis Corcoles, O. y Raga Espinosa, A. (2024). Ciencia ciudadana en el ámbito biomédico: un análisis de tendencias. En el libro de actas: *III Jornadas Hacia una Nueva Cultura Científica*. Valencia, 19-20 septiembre 2024. <https://doi.org/10.4995/NCC2024.2024.18990>

Abstract

This study examines the scientific evolution of citizen science literature in the biomedical and healthcare fields, highlighting significant trends and patterns over the last decades. Combining databases such as PubMed, OpenAlex and ROR, we collected detailed data on scientific publications. Our analysis reveals a substantial increase in publications associated with citizen science and patient engagement since 2003, reflecting a growing interest and recognition of the importance of citizen science in healthcare research. We also performed a thematic analysis, which shows that aspects such as "Decision Making" and "Physician-Patient Relations" are key in these studies. Recently, there has been an increase in the frequency of terms related to patient education and patient experience evaluation, suggesting a shift towards greater patient involvement. Our institutional analysis identifies a wide range of institutions contributing to the area, with notable participation from universities and hospitals. Collaborative efforts are prevalent among educational institutions, healthcare organizations, and non-profit entities, promoting a multidisciplinary and inclusive approach. Our findings demonstrate that citizen science in health has grown significantly, aligning with the principles of citizen science and responsible research and innovation, promoting with patient-centered approaches.

Keywords: citizen science, patient participation, healthcare research, patient involvement

Resumen

Este estudio examina la evolución de la producción científica relacionada con la ciencia ciudadana en el sector biosanitario, destacando tendencias y patrones significativos en las últimas décadas. Combinando bases de datos como PubMed, OpenAlex y ROR, se recopilaban datos detallados sobre publicaciones científicas. Nuestro análisis revela un aumento sustancial en las publicaciones asociadas con la ciencia ciudadana y la participación de los pacientes desde el año 2003, reflejando un creciente interés y reconocimiento de la importancia de la ciencia ciudadana en la investigación en salud. También se realiza un análisis temático, que pone de manifiesto que algunos aspectos como "Toma de Decisiones" y "Relaciones Médico-Paciente" son clave en estos estudios. Recientemente, ha aumentado la frecuencia de términos relacionados con la educación del paciente y la evaluación de su experiencia, sugiriendo un cambio hacia una mayor participación del paciente. El análisis institucional identifica un amplio rango de instituciones que contribuyen a este campo, con notable participación de universidades y hospitales. Los esfuerzos colaborativos son prevalentes entre instituciones educativas, organizaciones de salud y entidades sin ánimo de lucro, promoviendo un enfoque multidisciplinario e inclusivo. Nuestros hallazgos demuestran que la

ciencia ciudadana en salud ha crecido significativamente, alineándose con los principios de ciencia ciudadana e investigación e innovación responsables, con enfoques centrados en el paciente.

Palabras clave: *ciencia ciudadana, participación de pacientes, investigación en salud, involucración de pacientes.*

1. Introducción

La ciencia, entendida como un sistema de conocimiento acumulativo, metódico y provisional, es caracterizada por ser sistemática, comprobable y especializada (Chalmers et al., 2000; Popper, 2002; Bunge, 2018). En el contexto actual, la naturaleza abierta de la ciencia, impulsada por la Comisión Europea, propone eliminar barreras de acceso y promover la transparencia y colaboración (Anglada & Abadal, 2018). Este paradigma de ciencia abierta mejora la reproducibilidad, integridad y accesibilidad del conocimiento científico, alineándose con los principios de Investigación e Innovación Responsables (RRI) y fomentando una ciencia más inclusiva (European Commission, 2016; Owen & Pansera, 2019).

En este contexto, la ciencia ciudadana ha emergido como un área clave en la investigación contemporánea, involucrando a ciudadanos no expertos en el proceso científico para recolectar datos, realizar análisis y contribuir a la generación de conocimiento (Franzoni & Sauermann, 2014). Este nuevo paradigma representa un cambio significativo respecto a la producción científica convencional, permitiendo la participación de ciudadanos no profesionales en el proceso de investigación. Este concepto, aunque amplio y multifacético, se define comúnmente como el trabajo científico realizado por el público en colaboración con científicos profesionales (Irvin, 2018; Beck et al., 2024; Bonney et al., 2009; Franzoni et al., 2022; Shirk et al., 2012).

Nuestro estudio se centra en analizar la evolución de la producción científica relacionada con la ciencia ciudadana en el ámbito de la salud, utilizando bases de datos como PubMed y OpenAlex para recopilar y analizar datos detallados sobre publicaciones científicas. Mediante un enfoque metodológico robusto, se ha restringido la búsqueda a artículos en inglés y se ha utilizado la API de OpenAlex para ampliar las variables obtenidas de cada artículo, incluyendo información detallada sobre autores, instituciones y términos MeSH. Además, se ha empleado la base de datos ROR para obtener una diversidad de instituciones con información detallada.

2. Marco conceptual

La ciencia es un sistema de conocimiento acumulativo, metódico y provisional, basado en la investigación científica y centrado en áreas específicas de objetos y fenómenos. La ciencia se caracteriza por ser sistemática, acumulativa, metódica, provisional, comprobable, especializada, abierta y producto de una investigación científica. Es sistemática porque sus elementos están estructurados en una relación íntima entre sí. Es acumulativa, ya que se basa en conocimientos adquiridos a lo largo del tiempo, lo que evita la necesidad de reinventar constantemente (Chalmers et al., 2000). La ciencia es metódica, requiriendo un proceso ordenado para la búsqueda de elementos que constituyen el conocimiento científico. Es provisional, sujeta a constante análisis y evolución, nunca definitiva (Popper, 2002). Además, es comprobable, con conocimientos verificables y demostrables. Las ciencias formales, como la lógica y las matemáticas, son demostrables, mientras que las ciencias fácticas, como las naturales y sociales, son verificables (Bunge, 2018). La ciencia es especializada, cada disciplina tiene su campo de estudio particular.

Recientemente, han surgido múltiples iniciativas políticas y científicas para promover una ciencia más abierta. Organismos como la Comisión Europea (CE) han establecido políticas que exigen el acceso abierto a publicaciones y datos de investigación financiados con fondos públicos (Anglada & Abadal, 2018). La ciencia abierta propone eliminar las barreras de acceso que imponen las revistas académicas tradicionales, facilitando la difusión del conocimiento a un público más amplio, también promoviendo la transparencia de los datos y del proceso de investigación (Anglada & Abadal, 2018). Esta nueva forma de hacer ciencia se define por ser abierta, colaborativa y realizada con y para la sociedad.

Los motivos para promover la ciencia abierta son varios. La ciencia abierta permite que el conocimiento circule más rápidamente y esté disponible de manera más accesible. Las medidas de la CE en materia de ciencia abierta refuerzan la prioridad política de fomentar la circulación del conocimiento, compartiéndolo lo antes posible en el proceso de descubrimiento (European Commission, 2016). La ciencia abierta puede mejorar la ciencia actual al hacerla más reproducible y mejorar su integridad científica. Además, optimiza los recursos disponibles y evita la duplicación de datos, mejorando la accesibilidad y la transparencia del proceso científico, garantizando siempre la seguridad jurídica del derecho de autor (Anglada & Abadal, 2018; European Comission, 2016). Se aprecia además que una ciencia enfocada en la sociedad debe ser responsable y estar orientada a los retos y problemas de las sociedades del siglo XXI (European Comission, 2016).

La ciencia ciudadana (CC) es un fenómeno muy alineado con el cambio de paradigma que supone la ciencia abierta. Representa un cambio con respecto a la producción de ciencia convencional, puesto que permite a los 'ciudadanos' o 'no profesionales' participar activamente en el proceso de investigación. La CE describe la CC como "el trabajo científico del público en general, a menudo en colaboración con o bajo la dirección de científicos profesionales e instituciones científicas" (Oxford English Dictionary, 2020)¹. La CC implica modificaciones profundas en las prácticas de investigación tanto por parte de los investigadores como de los no profesionales, quienes son incluidos activamente en el proceso de investigación (Irvin, 2018). Este enfoque está en línea con los principios de Investigación e Innovación Responsables (Responsible Research and Innovation, RRI), impulsados por la Comisión Europea, que lucha por una ciencia más inclusiva y alineada con las necesidades de la sociedad (Owen & Pansera, 2019).

El concepto de CC es muy amplio, y no ha sido definido con exactitud debido a sus múltiples facetas y componentes asociados (Beck et al., 2024; Bonney et al., 2009; Franzoni et al., 2022; Shirk et al., 2012). Estos incluyen la diversidad de actores involucrados y las diversas actividades relacionadas con la investigación en las que pueden participar los no profesionales. Existen varias definiciones que ayudan a entender específicamente cómo se desarrolla este concepto. Además, se describen los diferentes modelos de proyectos de CC, destacando los más utilizados según el ámbito de estudio.

Desde una perspectiva histórica, el término CC comenzó a utilizarse en los años 90. Irwin (1995), hizo referencia a la necesidad de democratizar la ciencia, es decir, acercar el proceso y la producción científica a la ciudadanía, dándole la posibilidad de participar. Irwin (2002) plantea que la ciudadanía debía ser entendida como un actor más dentro de un proyecto, comparable a una institución, y veía la ciencia como un medio para cubrir las necesidades y preocupaciones de las personas. En la misma época, Bonney (1996) presentó otra concepción de la participación científica del ciudadano. Según Bonney, la participación ciudadana era vista como simbólica (Arnstein, 1969), donde los ciudadanos actuaban principalmente como recolectores de datos, desempeñando una función limitada dentro del proceso científico. Es crucial entender el contexto en el que estos dos autores realizaron sus investigaciones. Bonney utilizaba a los ciudadanos para recopilar datos observacionales de aves en diversos puntos del mundo, algo que sería imposible para una sola persona. Esto ampliaba sus observaciones y conocimientos sobre el comportamiento de las aves. Por otro lado, Irwin tenía un enfoque más teórico y organizacional, proporcionando dos primeras aproximaciones al concepto desde perspectivas muy diferentes.

El concepto de CC ha experimentado lo que Sartori (1970) denomina "estiramiento conceptual". Este proceso ocurre cuando se discute un concepto sin una comprensión precisa de su composición. Una causa del estiramiento conceptual y de no saber a qué nos referimos exactamente cuando hablamos de CC puede provocar que exista una gran variedad de conceptos en diferentes disciplinas. Tras una revisión de la literatura, encontramos que el concepto de CC tiene varios homólogos en diferentes disciplinas, lo que dificulta su definición y nos hace cuestionar si realmente es el término adecuado que debemos utilizar (Castagneyrol et al., 2023; Kullenberg & Kasperowski, 2016; Pelacho et al., 2021). Por ejemplo, generalmente, el concepto de CC se suele usar de forma intercambiable con otros términos tales como *amateur science*, *crowdsourced science*, *crowd science*, *networked science*, *volunteer monitoring* (Carr, 2004; Franzoni & Sauermann, 2014), *public participation in scientific*

¹ Oxford English Dictionary. (2020). *Citizen Science*. En Oxford English Dictionary Online.

research (Theobald et al., 2015) *street science* (Corburn, 2002), *digital citizen science* (Hand, 2010), *volunteer computing* (Haklay, 2018), *Volunteer-based monitoring* (Maas et al., 1991), *citizen-science alliances* (Brown, 2013), y *Collaborative science* (Hess and Ostrom, 2007).

Todas estas definiciones comparten como elemento principal la inclusión de la ciudadanía en actividades de investigación. En el área biomédica, la CC se manifiesta a través de la participación de los pacientes² en el proceso de investigación. Esta convergencia se fundamenta en la idea de que los pacientes, como expertos en sus propias enfermedades, pueden contribuir significativamente al proceso científico. Esta participación abarca desde la priorización de temas de investigación hasta la recopilación de datos, análisis o la difusión de los resultados.

3. Metodología

Para profundizar en las particularidades de la investigación biomédica y sanitaria con participación de pacientes, se realizó un análisis bibliométrico. La bibliometría examina de forma cuantitativa los resultados de la investigación y sus conexiones. Se emplea comúnmente para valorar la influencia de la investigación científica a través de elementos como autores, instituciones, referencias y citas, abarcando distintos niveles de organización como artículos, revistas, investigadores e instituciones. (Price, 1963). Como tal, la bibliometría revela los hábitos de una comunidad investigadora, lo que hemos encontrados son diversos estudios bibliométricos (Castagneyrol et al., 2023; Eitzel et al., 2017; Follett & Strezov, 2015; Kullenberg & Kasperowski, 2016; Pelacho et al., 2021; Tauginienė et al., 2020).

Para el presente estudio, se realizó una búsqueda de artículos científicos en PubMed, un motor de búsqueda de documentación científica desarrollado y mantenido por Centro Nacional para la Información Biotecnológica (NCBI) de la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos (NLM). Este repositorio indexa principalmente la base de datos MEDLINE, que contiene más de 30 millones de citas y resúmenes de literatura biomédica y de ciencias de la salud. Una de las ventajas fundamentales de la utilización de PubMed es la existencia de términos MeSH, asociados a los artículos indexados. Los méritos de usar términos MeSH para definir nuestra población de investigación relevante ofrece varias ventajas con respecto a otros enfoques. Los términos MeSH (Medical Subject Headings) son un tesoro de vocabulario controlado por la Biblioteca Nacional de Medicina para indexar todos los artículos científicos incluidos en la base de datos PubMed/MEDLINE. Esto ofrece una gran precisión y recuperación de la búsqueda, ya que los términos MeSH también incluyen sinónimos y variaciones del término. (Rotolo et al., 2015). Por ejemplo, el término MeSH "Patient participation" engloba un gran volumen de sinónimos y términos relacionados, como "patient engagement" o "patient empowerment".

Realizamos una búsqueda sistemática de artículos científicos categorizados con los términos MeSH "*Patient Participation*" o "*Citizen Science*". El término MeSH "Patient participation" apareció por primera vez en 1978, por lo que se restringió la búsqueda de artículos al periodo 1978-2023. El término "Citizen Science" se incorporó por primera vez en el año 2021 al tesoro MeSH. La recuperación de artículos se realizó a través de la API de PubMed -conocida como E-utilities³-, lo que permitió obtener registros completos de un total de 27.931 artículos.

Además, se amplió la información disponible a través de dos bases de datos adicionales. Por un lado, para cada artículo, se incorporó información proveniente de OpenAlex⁴, un índice bibliográfico y base de datos de código abierto que proporciona información exhaustiva sobre el ecosistema académico global. Utilizando su API, se obtuvo información adicional para cada artículo. Por ejemplo, información sobre los "conceptos" asociados a cada artículo o el área temática, así como otros indicadores. Por otro lado, se amplió la información a través del Research Organization Registry (ROR), una base de datos global y abierta de identificadores únicos para organizaciones de investigación. Estos datos adicionales nos permitieron tener información extremadamente detallada sobre las distintas instituciones participantes en cada artículo científico.

² En la participación de pacientes, los "pacientes" se entienden de una forma amplia, incluyendo tanto los pacientes individuales, como los familiares y/o las distintas instituciones / organizaciones representantes de los mismos.

³ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/home/develop/api/>

⁴ <https://openalex.org/>

Resultados

Nuestro análisis se estructuró en varios niveles, comenzando con descriptivos generales de la base de datos obtenida. En primer lugar, restringimos la búsqueda a artículos de tipo "artículo" en idioma inglés, con la posibilidad de eliminar esta restricción si fuese necesario. Posteriormente, se calcularon diversos indicadores, incluyendo el número total de artículos distintos, autores distintos, revistas distintas, keywords distintas, términos MeSH distintos, e instituciones distintas presentes en la base de datos. Estos indicadores nos proporcionaron una visión general de la amplitud y diversidad de la literatura relacionada con la ciencia ciudadana en el ámbito de la salud.

En primer lugar, se presenta el volumen (número de artículos) y la proporción anual, entendida como:

$$P_n = \frac{N_{ps}}{N_{total}} * 100,$$

Donde P_n representa el porcentaje de artículos que incluyen el término MeSH "Patient participation" o "Citizen science" en el año n , sobre el total de artículos publicados en n ; N_{ps} es el número de artículos que contienen los términos "participatory science" en ese año; y N_{total} es el número total de artículos publicados en PubMed en ese año. Esto nos permite analizar la importancia de las publicaciones asociadas con la participación de pacientes, en términos absolutos y relativos.

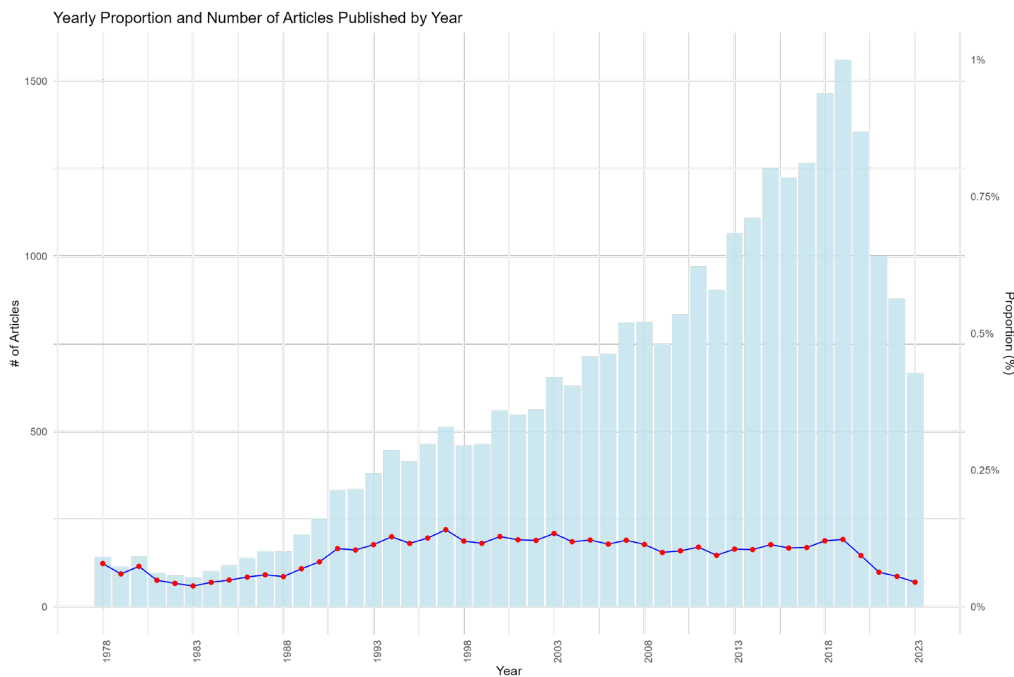


Fig 1. Evolución de número de artículos y proporción del total publicados en PubMed. Fuente: Elaboración Propia

En la (Figura 1) muestra la evolución del número de artículos publicados sobre ciencia ciudadana en salud desde 1978 hasta 2023. La línea roja representa la proporción anual de artículos en relación con el total de artículos indexados en PubMed, mientras que las barras azules indican el número absoluto de artículos publicados por año. Se observa un aumento significativo en el número de publicaciones a partir de 2003, alcanzando un pico alrededor de 2018, seguido de una disminución en los años recientes. Respecto a la representatividad de la muestra se aprecia como hasta 1993 asciende hasta llegar a valores que oscilan entre 0,15 y 0,19 por ciento, hasta 2018 que baja la proporción.

Los términos MeSH asociados a cada artículo también nos permiten analizar la evolución temática de los mismos a lo largo del tiempo. Para ello, dividimos la muestra en cinco grupos con aproximadamente el mismo número de artículos en cada uno. Para cada periodo, calculamos la frecuencia relativa de cada término MeSH. Es decir, la

frecuencia de aparición de cada término con respecto a todos los términos MeSH en un determinado periodo de tiempo. Esto nos permite verificar si las temáticas tratadas en cada periodo han permanecido estables o, por el contrario, han variado. Los resultados se muestran en la Figura 2.

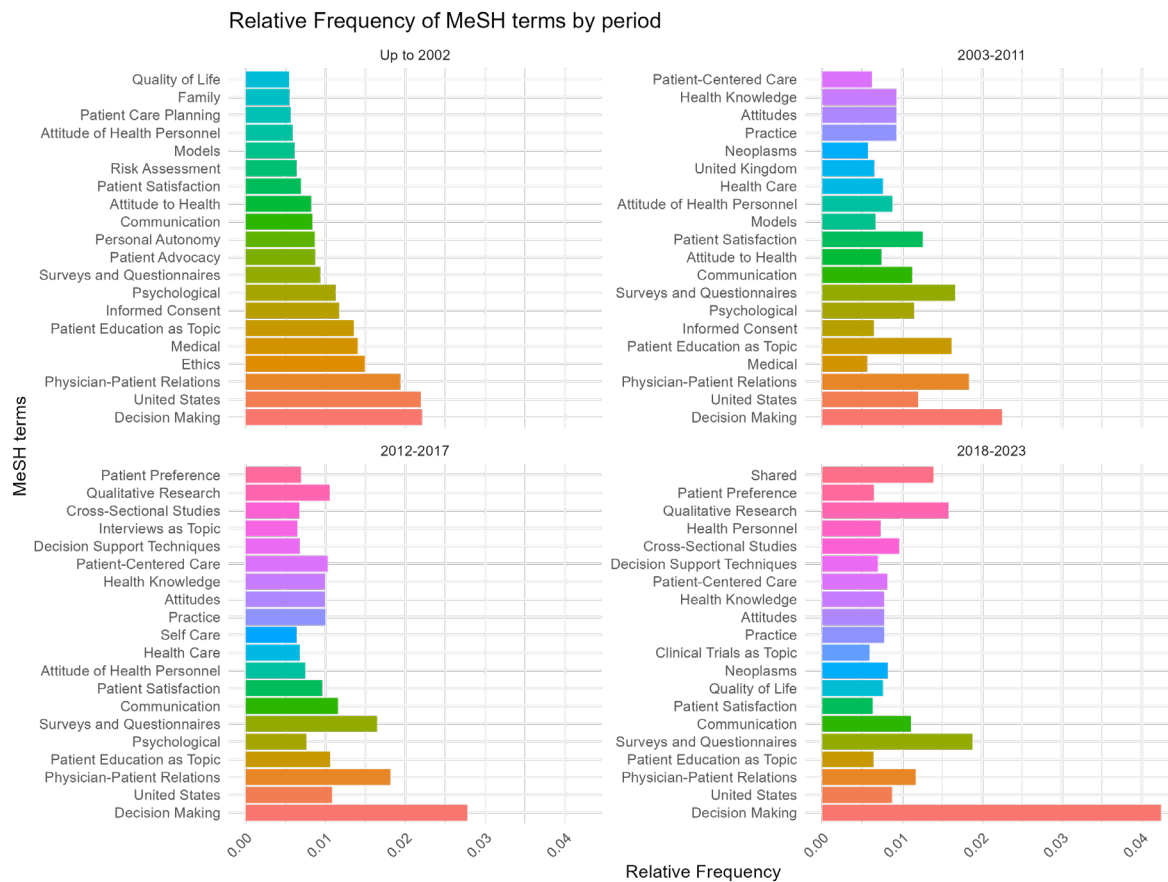


Fig. 2. Frecuencia relativa de cada término MeSH, por periodo. Fuente: Elaboración propia

Esta figura ilustra la frecuencia relativa de los términos MeSH más comunes, dividiendo nuevamente los datos en cuatro periodos de tiempo: hasta 2002, 2003-2011, 2012-2017 y 2018-2023. Este análisis proporciona una perspectiva más detallada sobre cómo la prominencia de ciertos temas ha evolucionado con el tiempo. Por ejemplo, la frecuencia de "Decision Making" y "Physician-Patient Relations" se mantiene alta, reflejando su importancia persistente. En contraste, otros términos como "Patient-Centered Care" y "Health Knowledge" muestran un aumento notable en los periodos más recientes, lo que sugiere un cambio hacia una mayor atención en la educación y el empoderamiento del paciente.

También se realizaron análisis similares utilizando indicadores temáticos alternativos, tales como los "topics" o los "concepts", proporcionados por OpenAlex. Los resultados indican una importante estabilidad temática a lo largo del tiempo.

Finalmente, el tercer bloque de resultados analiza la diversidad de instituciones participantes en los artículos incluidos en nuestra BBDD. En este bloque, analizamos la frecuencia de aparición de las instituciones en cada uno de los periodos definidos anteriormente. Identificamos las instituciones más activas y su contribución a la literatura de ciencia ciudadana en salud. Además, llevamos a cabo un análisis del tipo de instituciones involucradas, lo que nos permitió distinguir entre universidades, centros de investigación, organizaciones no gubernamentales y otras entidades, proporcionando una visión detallada de la diversidad institucional.

La Figura 4 desglosa las instituciones más frecuentes por tipo, incluyendo compañías, instituciones educativas, gubernamentales y de salud. Este gráfico destaca cómo diferentes tipos de instituciones contribuyen de manera significativa a la literatura, con las universidades dominando el número de publicaciones únicas.

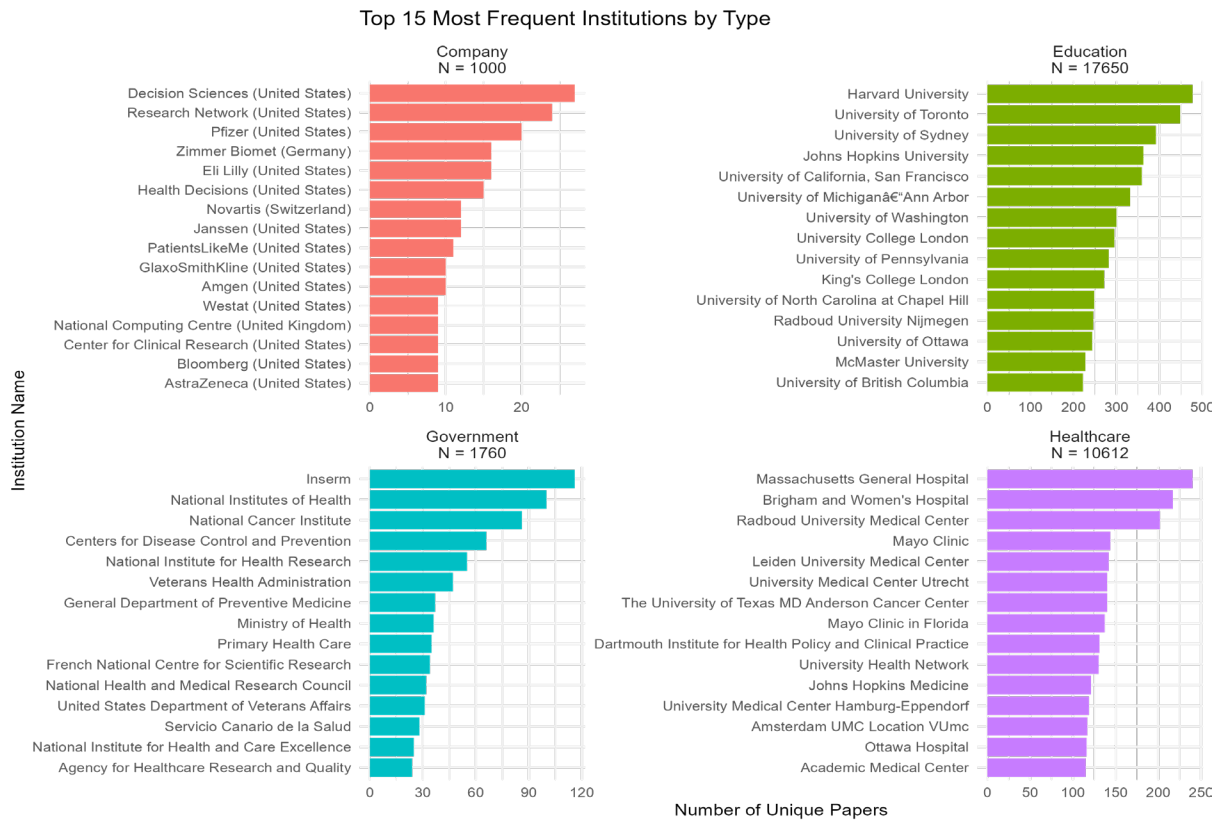


Fig 4. Instituciones más frecuentes por tipo de institución. Fuente: Elaboración propia

Con intención de tener una visión más amplia e integral de la diversidad institucional que existe dentro de nuestra muestra de artículos científicos, analizamos la evolución de aparición de los diversos tipos de instituciones a lo largo de los años (Figura 5). La Figura 5 muestra la proporción de artículos por tipo de institución desde 1970 hasta 2023, revelando tendencias importantes como el predominio de las instituciones educativas y un incremento gradual en la contribución de otras entidades como empresas y organizaciones de salud. Este análisis temporal nos permite entender cómo la participación institucional ha cambiado y evolucionado en el tiempo.

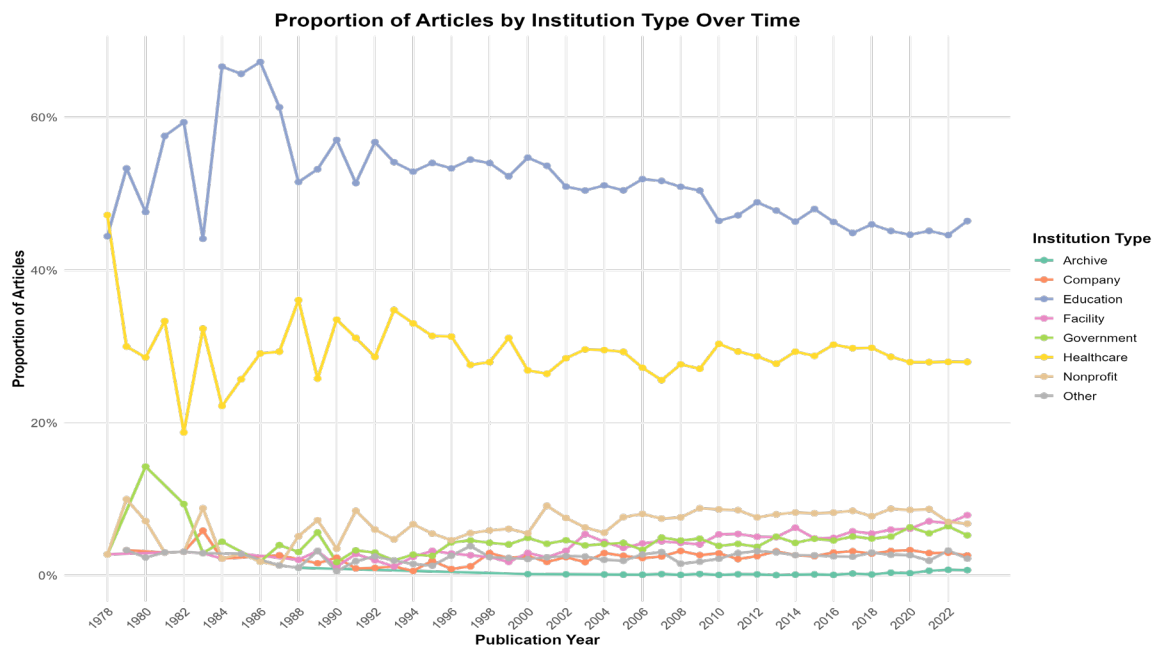


Fig. 5. Proporción de artículos por tipo de institución desde 1970 hasta 2023. Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, para profundizar en la naturaleza de las colaboraciones observadas, se analizan las triadas existentes entre distintos tipos de instituciones. Las triadas identifican las colaboraciones más frecuentes entre los diversos tipos de instituciones. La Figura 9 muestra la evolución de las triadas más comunes a lo largo del tiempo. Destacan las triadas compuestas por universidades, hospitales y organizaciones sin ánimo de lucro (línea naranja). También destaca la creciente importancia de las triadas compuestas por universidades, centros de investigación y hospitales (línea verde), que ha ganado peso relativo en los últimos años.

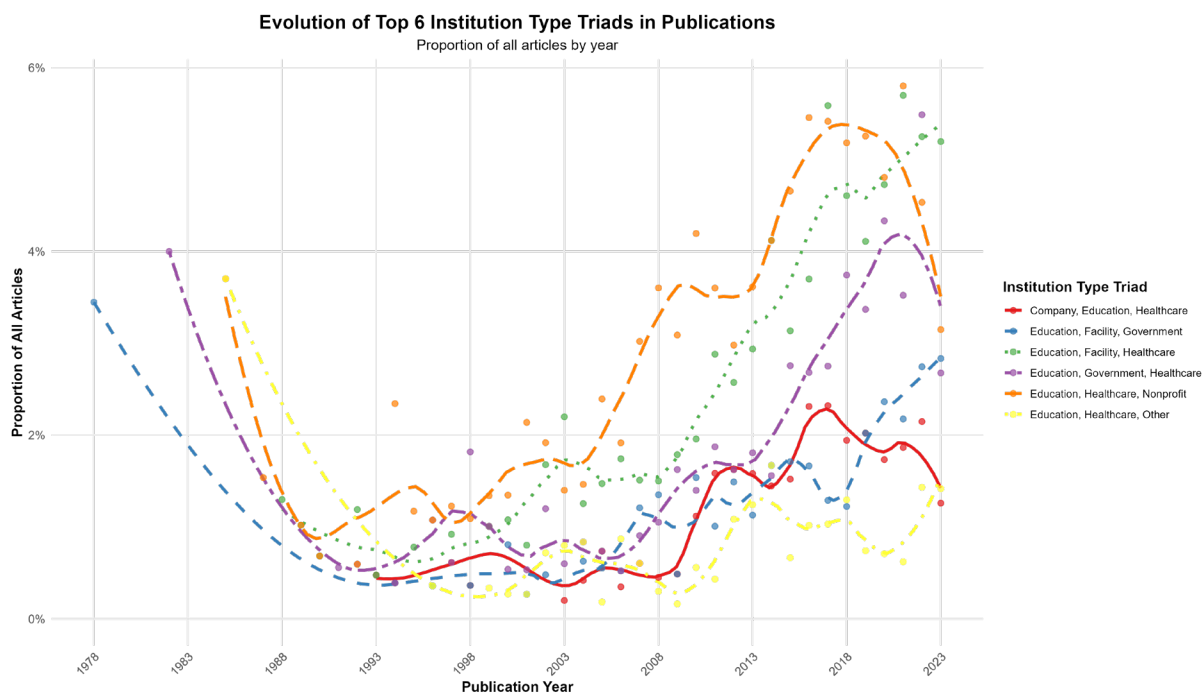


Fig.9. Evolución de las triadas más comunes desde 1978 hasta 2023. Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones

Nuestro análisis revela varias tendencias y patrones importantes en la producción científica relacionada con la ciencia ciudadana en el ámbito de la salud, mostrando una clara concordancia con los nuevos paradigmas centrados en el paciente.

Desde 1978 hasta 2023, se observa un aumento significativo en el número de publicaciones sobre ciencia ciudadana en salud, especialmente a partir de 2003. Este crecimiento refleja un interés creciente y un reconocimiento de la importancia de la ciencia ciudadana en la investigación sanitaria. Este patrón sugiere que la inclusión del público en la recolección y análisis de datos es cada vez más valorada, lo que coincide con un enfoque más inclusivo y participativo en la investigación científica, tal como lo planteó la Comisión Europea en 2016.

Además, encontramos que términos como "Decision Making" y "Physician-Patient Relations" han mantenido una alta frecuencia, indicando su relevancia continua. Esto podría sugerir que la toma de decisiones y la relación entre médico y paciente siguen siendo áreas centrales de investigación en ciencia ciudadana. Estos temas son fundamentales en el contexto de un enfoque de salud centrado en el paciente, donde la interacción y la toma de decisiones compartida son esenciales para una atención eficaz y personalizada (Munos, 2016).

En los últimos años, se ha observado un aumento en la frecuencia de términos relacionados con la educación del paciente y la evaluación de la experiencia del paciente, como "Patient Education as Topic" y "Surveys and Questionnaires". Esto podría indicar un cambio hacia una mayor atención en la participación activa del paciente y en la evaluación de su experiencia en el sistema de salud. Este cambio temático refleja un paradigma que valora la voz y la experiencia del paciente, alineándose con los principios del RRI y los principios de la ciencia ciudadana.

Además, se observa un predominio de instituciones educativas, con un incremento gradual en la contribución de otras entidades como empresas y organizaciones de salud. Esta diversidad institucional es podría ser un indicativo de un ecosistema de investigación muy colaborativo, que promueve la innovación y el intercambio de conocimientos desde múltiples perspectivas. En línea con diversidad institucional se aprecia que las triadas más frecuentes ocurren entre instituciones educativas, organizaciones de salud y entidades sin ánimo de lucro, sin embargo, en los últimos años va ganando presencia universidades, centros de investigación y hospitales. La colaboración entre diversas entidades no solo enriquece el proceso de investigación, sino que también fortalece la capacidad de abordar problemas complejos de salud desde múltiples ángulos (Munos, 2006)

En conclusión, nuestro estudio demuestra que la ciencia ciudadana en el ámbito de la salud ha crecido de manera sustancial, con una evolución temática que refleja una mayor atención en la participación y educación del paciente. La diversidad y colaboración institucional juegan un papel crucial en esta expansión, alineándose con los principios de la ciencia ciudadana y la investigación e innovación responsables. Estos hallazgos subrayan la importancia de continuar promoviendo un enfoque centrado en el paciente, donde la voz de este y la colaboración interdisciplinaria son esenciales para el avance de la investigación sanitaria.

Agradecimientos

Esta contribución es parte del proyecto de I+D+i PID2022-137124OA-I00 financiado por MCIN AEI/10.13039/501100011033, y del proyecto HIECPU/2023/1, financiado por la Conselleria de Hacienda, Economía y Administración Pública, Generalitat Valenciana.

Referencias

- BECK, S., FRAISL, D., POETZ, M., & SAUERMANN, H. (2024). “Multi-disciplinary Perspectives on Citizen Science—Synthesizing Five Paradigms of Citizen Involvement” en *Citizen Science: Theory and Practice*, 9(1), 8. <https://doi.org/10.5334/cstp.691> [Consulta: 15 de mayo de 2024].
- BONNEY, R., COOPER, C. B., DICKINSON, J., KELLING, S., PHILLIPS, T., ROSENBERG, K. V., & SHIRK, J. (2009). “Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy” en *BioScience*, 59(11), 977-984. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9> [Consulta: 19 de abril de 2024].
- CARR, A. J. (2004). “Why do we all need community science?” en *Society & Natural Resources*, 17(9).
- CASTAGNEYROL, B., BEDESSEM, B., & JULLIARD, R. (2023). “Is ecology different when studied with citizen scientists? A bibliometric analysis” en *Ecology and Evolution*, 13(9), e10488. <https://doi.org/10.1002/ece3.10488> [Consulta: 29 de mayo de 2024].
- EITZEL, M. V., CAPPADONNA, J. L., SANTOS-LANG, C., DUERR, R. E., VIRAPONGSE, A., WEST, S. E., KYBA, C. C. M., BOWSER, A., COOPER, C. B., SFORZI, A., METCALFE, A. N., HARRIS, E. S., THIEL, M., HAKLAY, M., PONCIANO, L., ROCHE, J., CECCARONI, L., SHILLING, F. M., DÖRLER, D., ... JIANG, Q. (2017). “Citizen Science Terminology Matters: Exploring Key Terms” en *Citizen Science: Theory and Practice*, 2(1). <https://doi.org/10.5334/cstp.96> [Consulta: 25 de febrero de 2024].
- FOLLETT, R., & STREZOV, V. (2015). “An Analysis of Citizen Science Based Research: Usage and Publication Patterns” en *PLOS ONE*, 10(11), e0143687. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143687> [Consulta: 20 de mayo de 2024].
- FRANZONI, C., POETZ, M., & SAUERMANN, H. (2022). “Crowds, citizens, and science: A multi-dimensional framework and agenda for future research” en *Industry and Innovation*, 29(2), 251-284. <https://doi.org/10.1080/13662716.2021.1976627> [Consulta: 20 de febrero de 2024].
- FRANZONI, C., & SAUERMANN, H. (2014). “Crowd science: The organization of scientific research in open collaborative projects” en *Research Policy*, 43(1), 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.07.005> [Consulta: 14 de febrero de 2024].
- HAKLAY, M. (2018). “Participatory citizen science” en *Citizen science: Innovation in open science, society and policy*, 52-62. [Consulta: 6 de abril de 2024].
- HESS, C., & OSTROM, E. (2007). *Understanding Knowledge as a Commons: From Theory to Practice*. The MIT Press. <https://www.jstor.org/stable/j.ctt5hhdf6>

- KULLENBERG, C., & KASPEROWSKI, D. (2016). "What Is Citizen Science? – A Scientometric Meta-Analysis" en *PLOS ONE*, 11(1), e0147152. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147152> [Consulta: 17 de mayo de 2024].
- MAAS, R. P., KUCKEN, D. J., & GREGUTT, P. F. (1991). "Developing a Rigorous Water Quality Database Through a Volunteer Monitoring Network" en *Lake and Reservoir Management*, 7(1), 123-126. <https://doi.org/10.1080/07438149109354262> [Consulta: 21 de junio de 2024].
- MUNOS, B. (2006). "Can open-source R&D reinvigorate drug research?" en *Nature Reviews Drug Discovery*, 5(9), 723-729. [Consulta: 2 de mayo de 2024].
- OWEN, R., & PANSERA, M. (2019). *Responsible innovation and responsible research and innovation*. Edward Elgar Publishing. <https://www.elgaronline.com/downloadpdf/edcollchap/edcoll/9781784715939/9781784715939.00010.pdf>
- PELACHO, M., RUIZ, G., SANZ, F., TARANCÓN, A., & CLEMENTE-GALLARDO, J. (2021). "Analysis of the evolution and collaboration networks of citizen science scientific publications" en *Scientometrics*, 126(1), 225-257. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03724-x> [Consulta: 11 de marzo de 2024].
- SHIRK, J., BALLARD, H., WILDERMAN, C., PHILLIPS, T., WIGGINS, A., JORDAN, R., MCCALLIE, E., MINARCHEK, M., LEWENSTEIN, B., KRASNY, M., & BONNEY, R. (2012). "Public Participation in Scientific Research: A Framework for Deliberate Design" en *Ecology and Society*, 17(2). <https://doi.org/10.5751/ES-04705-170229> [Consulta: 30 de abril de 2024].
- TAUGINIENĖ, L., BUTKEVIČIENĖ, E., VOHLAND, K., HEINISCH, B., DASKOLIA, M., SUŠKEVIČS, M., PORTELA, M., BALÁZS, B., & PRŮSE, B. (2020). "Citizen science in the social sciences and humanities: The power of interdisciplinarity" en *Palgrave Communications*, 6(1), 89. <https://doi.org/10.1057/s41599-020-0471-y> [Consulta: 17 de marzo de 2024].
- THEOBALD, E. J., ETTINGER, A. K., BURGESS, H. K., DEBEY, L. B., SCHMIDT, N. R., FROEHLICH, H. E., WAGNER, C., HILLERISLAMBERS, J., TEWKSBURY, J., & HARSCH, M. A. (2015). "Global change and local solutions: Tapping the unrealized potential of citizen science for biodiversity research" en *Biological Conservation*, 181, 236-244. [Consulta: 9 de marzo de 2024].