

# La ética en la neurociencia aplicada a alimentos: Un análisis bibliométrico

## Ethics in neuroscience applied to food: A bibliometric analysis

Delia Izaguirre-Torres<sup>1,\*</sup>; Maria Ruiz-Santillán<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Escuela de Psicología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, Av. Panamericana Norte 555, Trujillo, Perú.

\* Autor correspondiente: [d.izaguirre@uct.edu.pe](mailto:d.izaguirre@uct.edu.pe); [deliaizaguirre.m@gmail.com](mailto:deliaizaguirre.m@gmail.com) (D. Izaguirre-Torres).

ID ORCID de los autores

D. Izaguirre-Torres:  <https://orcid.org/0000-0002-0175-9794>

M. Ruiz-Santillán:  <https://orcid.org/0000-0001-8676-9109>

### RESUMEN

Los avances tecnológicos en el campo de la neurociencia están permitiendo nuevas investigaciones de los procesos de toma de decisiones de los consumidores en entornos del mundo actual. El propósito del presente estudio fue analizar la evolución, características y relaciones de las investigaciones en neurociencia aplicada a los alimentos, pero con enfoque ético. Se realizó un análisis bibliométrico con información científica tomada de la base de datos Scopus, años 2005 al 2023, palabras de búsqueda Ethics, neuroscience and food y utilizando VosViewer y Bibliometrix. Se encontró que Reino Unido es el país más productivo con énfasis en 4 áreas: bienestar animal, recompensa, tratamiento y estimulación cerebral profunda, seguido de Estados Unidos que concentra sus investigaciones en neurociencia y educación en salud. Los países que han relacionado sus investigaciones con la ética son Francia y Estados Unidos. Con el análisis de co-ocurrencias de VosViewer se visualizan dos clústeres, uno de estudios de neurociencia en humanos, y otro de estudios de neurociencia en no humanos o animales. En ambos la ética como un aspecto importante de análisis. Con Bibliometrix se visualizan cinco clústeres: neurociencia, educación en salud, bienestar animal, marketing-ética, y Alzheimer-cerebro-neuroética. El bienestar animal es un tema básico, neurociencia (como ciencia pura) un tema en declive, la educación en salud y estudios en Alzheimer-cerebro-neuroética son temas nicho, y los temas motor están asociados con marketing y ética. Con la técnica nube de palabras se observa que desde 1996 hasta el 2011 resaltan los estudios de neurociencia en humanos; entre el 2012 al 2017 los estudios en cerebro humano y ética; desde el 2018 hasta la actualidad continúan vigentes los estudios de neurociencia en humanos, apareciendo como un tema importante los estudios en bienestar animal, asociado a la ética. El binomio cerebro-humano se torna un tema relevante a partir de 2012 hasta la actualidad. La investigación en seres humanos y cerebro, asociado con aspectos éticos es de mayor importancia a partir del 2015. En conclusión, estudiar el cerebro y el bienestar animal, asociados con la ética son temas de investigación futura.

**Palabras clave:** Neurociencia; ética; alimento; análisis bibliométrico; cienciométrica; bibliometría.

### ABSTRACT

Technological advances in the field of neuroscience are enabling new investigations of consumer decision-making processes in today's world settings. The purpose of this study was to analyze the evolution, characteristics, and relationships of research in neuroscience applied to food, but with an ethical approach. A bibliometric analysis was carried out with scientific information taken from the Scopus database, years 2005 to 2023, search words Ethics, neuroscience and food and using VosViewer and Bibliometrix. It was found that the United Kingdom is the most productive country with emphasis on 4 areas: animal welfare, reward, treatment, and deep brain stimulation, followed by the United States, which concentrates its research in neuroscience and health education. The countries that have related their research to ethics are France and the United States. With the VosViewer co-occurrence analysis, two clusters are visualized, one of neuroscience studies in humans, and another of neuroscience studies in non-humans or animals. In both ethics as an important aspect of analysis. With Bibliometrix, five clusters are visualized: neuroscience, health education, animal welfare, marketing-ethics, and Alzheimer-brain-neuroethics. Animal welfare is a basic topic, neuroscience (as pure science) a topic in decline, health education and studies in Alzheimer-brain-neuroethics are niche topics, and motor topics are associated with marketing and ethics. With the word cloud technique, it is observed that from 1996 to 2011 neuroscience studies in humans stand out; between 2012 and 2017 studies on the human brain and ethics; From 2018 to the present, neuroscience studies in humans continue to be in force, appearing as an important topic in animal welfare studies, associated with ethics. The brain-human binomial becomes a relevant issue from 2012 to the present. Research in humans and the brain, associated with ethical aspects, is of greater importance as of 2015. In conclusion, studying the brain and animal welfare, associated with ethics, are topics for future research.

**Keywords:** neuroscience; ethics; food; bibliometric analysis; scientometrics; bibliometrics.

Recibido: 12-03-2023.

Aceptado: 29-05-2023.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## INTRODUCCIÓN

Los consumidores determinan su compra en base a una integración de procesos conscientes (limitan las decisiones impulsivas) y a su vez inconscientes (potencian las emociones) (Clark, 2020). En ese contexto, nace la neurociencia del consumidor, un nuevo modelo que analiza los mecanismos neuronales y sus consecuencias en la actitud hacia el consumo de las personas recurriendo a instrumentos neurocientíficos. (Liu et al. 2023). Esta área combina la psicología, neurociencia y marketing para analizar la fisiología del cerebro alterado por la publicidad y los nuevos métodos comerciales (Agarwal & Dutta, 2015).

La neurociencia del consumidor y el neuromarketing son términos distintos pero complementarios a menudo utilizados incorrectamente, por consiguiente, es necesario diferenciarlos el primero produce teorías, conocimiento haciendo uso de procedimientos de la neurociencia como ya se mencionó en el párrafo anterior y el segundo aplica los descubrimientos al ámbito comercial; se ha generado debates con opiniones a favor y en contra, en relación con la venta de productos innecesarios y la publicidad que conlleva a consumir de manera exagerada (Shigaki et al., 2017).

En la actualidad, la interacción entre el cerebro y el comportamiento se estudia desde diversas áreas del conocimiento logrando generar herramientas objetivas y confiables (Ramón & Striem-Amit, 2022). El descubrimiento de modelos innovadores y las nuevas metodologías de evaluación mejorarán la comprensión de la neurofisiología y los estímulos que inciden sustancialmente en los factores que involucran procesos como la motivación, aprendizaje y memoria (Leisman, 2022), con el propósito de relacionar la actividad cerebral y las funciones cognitivas (Weichwald & Peters, 2021).

Los órganos de los sentidos son trascendentales, puesto que nos relacionan con el mundo exterior, en el instante en que los receptores sensoriales capturan la información esta es llevada a la corteza cerebral y luego almacenada en la memoria, ya que los recuerdos se activan a decisión de los consumidores al momento de decidir la compra de un producto. Es necesario destacar, que la actividad sensorial concreta y la imaginación presentan el mismo efecto en cuanto al sabor y posteriormente en el gusto desde la perspectiva de la neuroimagen (fMRI) (Petit et al., 2015)

Davis et al. (2020) estudiaron la actitud de los consumidores respecto a las tecnologías alimentarias, desde la perspectiva de la neurociencia analizaron la actividad cerebral con fMRI, en materia de tecnología riesgosa y favorable; evidenciando la participación de la corteza prefrontal lateral asociada a la inseguridad al momento de tomar decisiones y relacionada con una autopercepción negativa y en la segunda la corteza ventromedial vinculada al grado en que la persona se identifica de manera positiva y al valor moral.

En estudios básicos y aplicados, el análisis bibliométrico ha sido incorporado con éxito y mucho interés, los investigadores lo consideran un instrumento de gran valor para conocer el comportamiento de un campo de estudio concreto (Ellegaard & Wallin, 2015; Ababou, Chelh & Elhiri, 2023).

De esta forma, el presente estudio tuvo como objetivo analizar las características y relaciones de la investigación en ética en la neurociencia aplicada a alimentos entre los años 2005 - 2023, mediante un análisis bibliométrico y determinar las tendencias actuales a nivel mundial.

## METODOLOGÍA

Se utilizó la base de datos Scopus para recopilar la metadata de información científica asociada a ética, neurociencia y alimentos, utilizando como palabras de búsqueda ETHICS AND NEUROSCIENCE AND FOOD, en los campos TITLE-ABS-KEY. Resultaron sólo 27 documentos, a diferencia de los 1344 documentos si retiramos el término ETHICS (Ética) (Figura 1). Esto indica que la neurociencia en alimentos es muy estudiada, pero asociado con la ética es de muy baja relevancia. Como el interés del presente estudio es conocer sobre las relaciones y características de la ética en la neurociencia aplicada a alimentos, sólo fueron tomados para el análisis los 27 de la ecuación TITLE-ABS-KEY (ETHICS AND NEUROSCIENCE AND FOOD).

En la Figura 2 las características más importantes de la data analizada.

Para darle mayor valor al análisis, se utilizaron dos softwares muy utilizados actualmente para realizar análisis bibliométricos:

### 1. VosViewer

Utilizado para realizar un Análisis de co-ocurrencias de palabras clave, aplicando el Método "LinLog/modularity", con 3 de Atracción y 2 de Repulsión. Debido a que varias palabras tenían el mismo significado, se fusionaron utilizando un archivo txt con la instrucción siguiente:

label	replace by
humans	human
animals	animal
united states food and drug administration	food and drug administration
neurosciences	neuroscience

### 2. Bibliometrix

Utilizado para generar un gráfico de tres campos, producción científica de autores más relevantes, producción científica de las mejores revistas según citas, visualización de tópicos a lo largo del tiempo, visualización de clusters y su impacto, nube de palabras, entre otros.

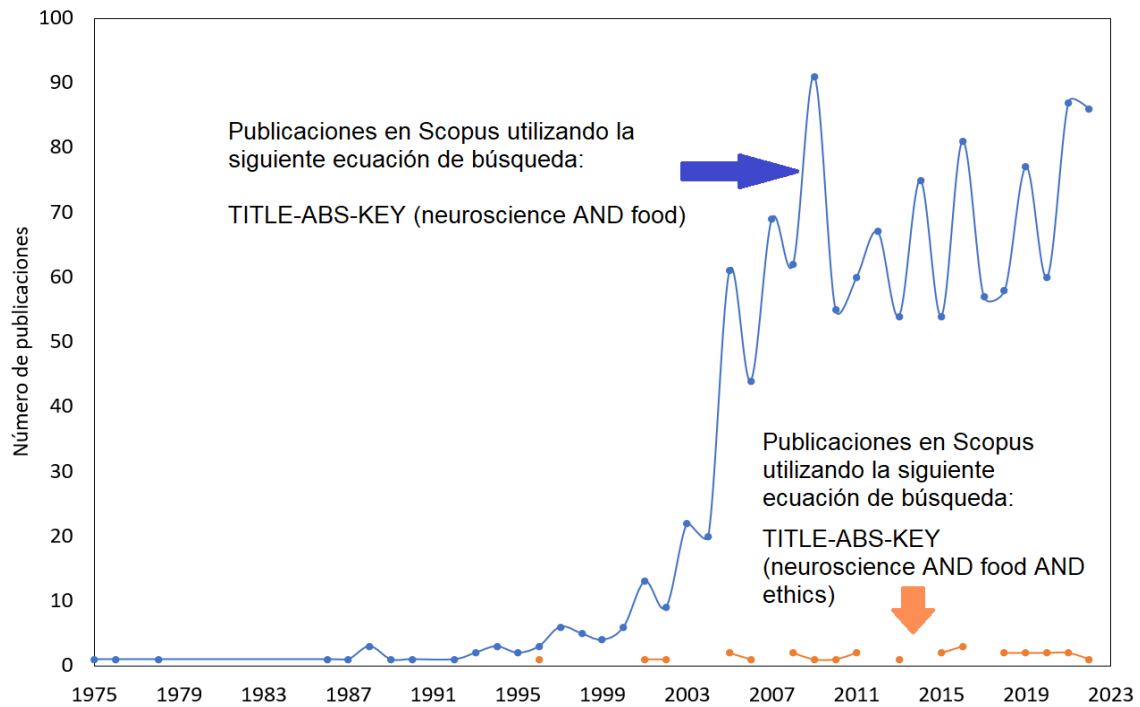


Figura 1. Comparación entre publicaciones en Scopus asociadas a neurociencia aplicada a alimentos.



Figura 2. Características más importantes de los datos analizados, gráfico obtenido de Bibliometrix.

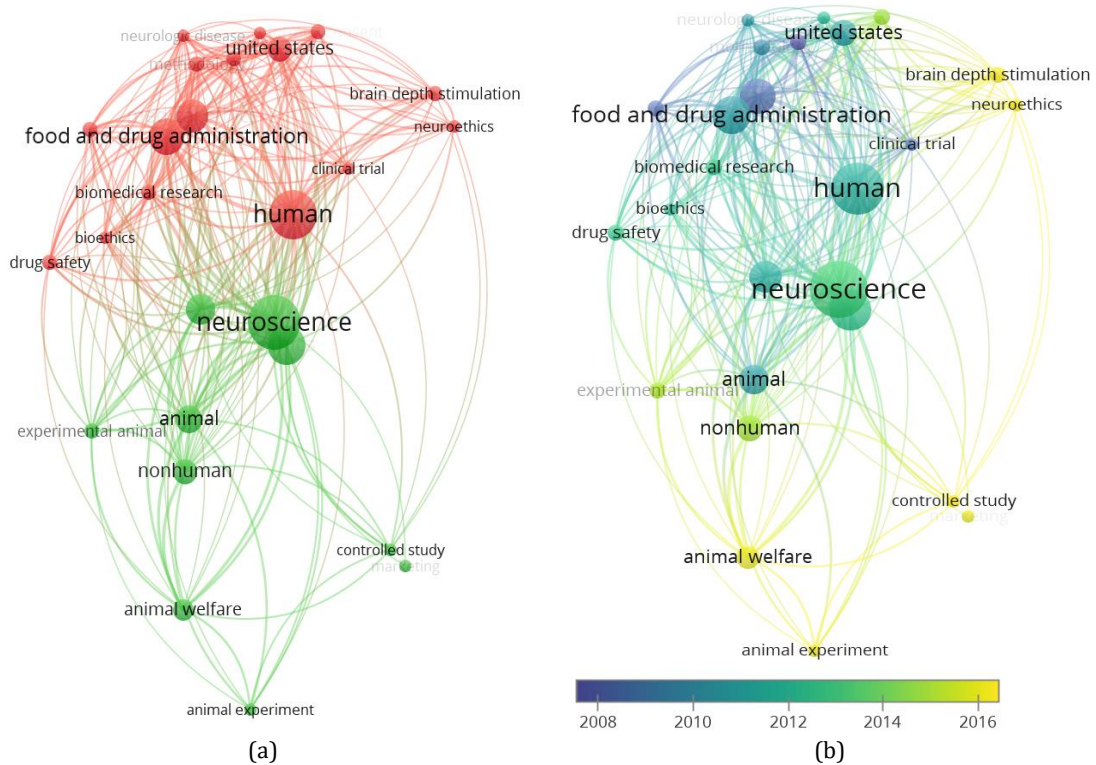
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 3a se observa el análisis de co-ocurrencia con las palabras clave (del autor + de indexación), en donde predominaron los estudios de neurociencia en humanos, cerebro, y su relación con alimentos y drogas. Claramente se distinguen dos cluster: (a) neurociencia en no humanos, y (b) neurociencia en humanos.

**(a). Clúster 1. Neurociencia en humanos.** Resalta en este cluster la oficina americana de Administración de Alimentos y Drogas (FDA - Food and Drug Administration) como un organismo que evalúa la seguridad y eficacia de los medicamentos, los ensayos clínicos, la regulación de dispositivos médicos, la protección del consumidor y la supervisión de la seguridad alimentaria. Fernandez Lynch & Glenn Cohen (2016) argumentan que las regulaciones de la FDA tienen un fuerte componente ético y legal, además de una estrecha interacción con actores clave en el ámbito de la salud y la industria farmacéutica. Los estudios de este clúster se relacionan con dos alas de la ética en humanos (bioética y neuroética).

**(b). Clúster 2. Neurociencia en no humanos.** Este clúster está predominantemente relacionado con experimentos en animales y su fuerte relación con el bienestar animal. Este es un tema socialmente relevante, pero aún no existe un estándar global de legislación (Mota-Rojas, 2023). El problema es mayor cuando se observa que el sistema alimentario actual no es sostenible, donde la agricultura circular tiene como objetivo salvar el medio ambiente y producir alimentos de manera sostenible, pero sin mejorar el bienestar animal (Bracke et al., 2023).

En la Figura 3b, en el periodo 2012 - 2014 se observa una predominancia de investigaciones en neurociencia, la ética y su relación con bienestar animal (manteniéndose a través del tiempo). En el periodo 2014 - 2017 aparecen las primeras publicaciones en neurociencia y ética en seres humanos. De acuerdo con lo analizado, el interés actual se centra en dos temas: relación cerebro humano y neuroética; y, el bienestar animal y su relación con experimentos con animales

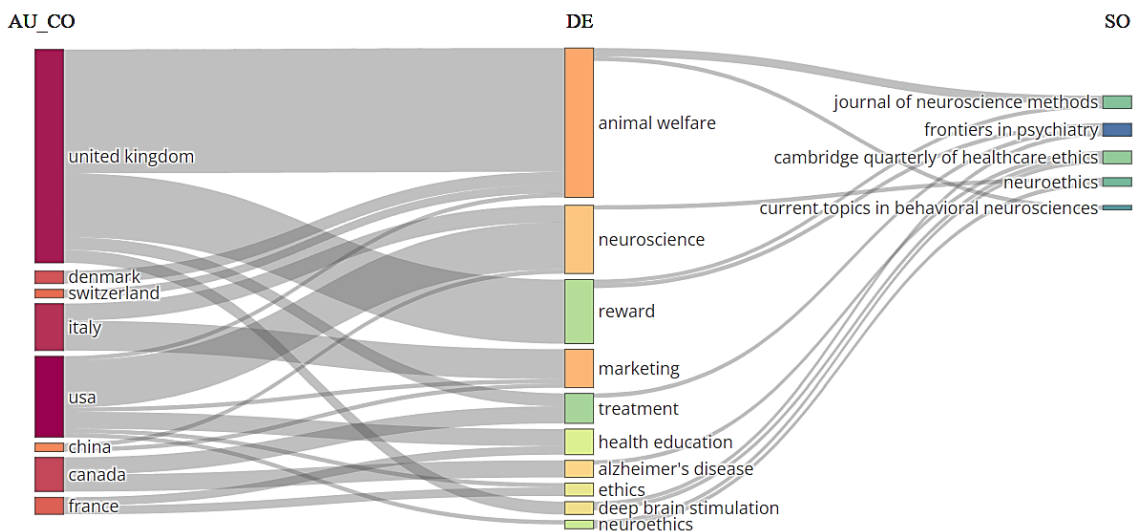


**Figura 3.** Análisis de co-ocurrencias utilizando VosViewer (a) visualización de redes, (b) visualización en el tiempo. Umbral: 4. Palabras analizadas: 21. Se eliminaron las palabras "Priority journal", "Article", "Review" y "Research".

**Gráfico de tres campos o diagrama de Sankey**

La Figura 4 muestra las relaciones entre Países principales (lado izquierdo), palabras del título (centro) y recursos (lado derecho). Según Schmidt (2008) estos diagramas muestran los flujos y cantidades en proporción entre sí de los campos que se incluyan, cuanto mayor sea el grosor de la flecha, mayor es el flujo. Las flechas o líneas de flujo se pueden combinar o dividir a través de sus caminos en cada etapa de un proceso. El color se puede utilizar para dividir el diagrama en diferentes categorías o para mostrar la transición de un estado del proceso a otro. Por lo que el diagrama de Sankey es una herramienta útil para ilustrar y optimizar sistemas complejos de flujo.

Reino Unido es el país más importante en función de cantidad de documentos (mayor longitud en la barra), aunque se enlace con sólo 4 palabras clave [bienestar animal (animal welfare), recompensa (reward), tratamiento (treatment) y estimulación cerebral profunda (Deep brain stimulation)], lo que indica que su investigación se concentra principalmente en estas áreas. A diferencia de Estados Unidos (2do en importancia), que concentra sus investigaciones en casi todas las áreas que aparecen en la figura, predominando en neurociencia (Neuroscience) y educación en salud (Health education). Los países que han relacionado sus investigaciones con la ética (Ethics) son Francia y Estados Unidos.



**Figure 4.** Gráfico de tres campos. Campo medio: Palabras del título (10 elementos); Campo izquierdo: País del autor (10 elementos); Campo derecho: Recurso (10 elementos).

En la Figura 4 también se visualizan las revistas científicas más importantes en el campo (Journal of Neuroscience Methods y Cambridge quarterly of Healthcare Ethics). La revista Journal of Neuroscience Methods tiene una fuerte relación con la temática “bienestar animal” y la revista Neuroethics con “neurociencia”.

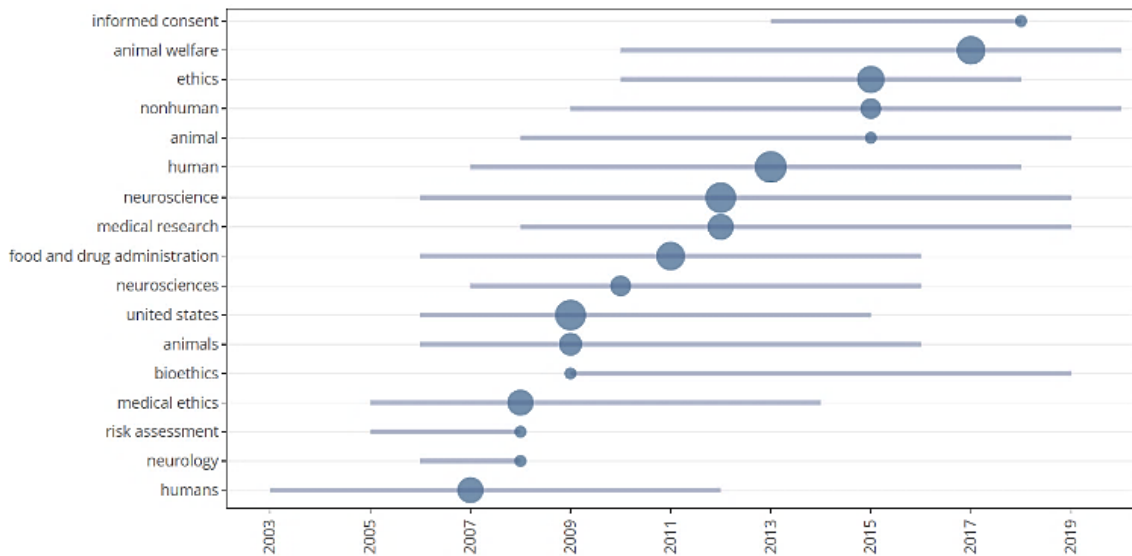
**Visualización de datos de producción en función de tópicos y años de publicación a lo largo del tiempo**

Las citas totales representan el número de veces que se ha citado cada manuscrito asociado a las palabras claves y el total de citas por año representa el promedio anual de veces que cada manuscrito ha sido citado. Las palabras con la trayectoria más larga en el tiempo son “Neuroscience”, “nonhuman” y “Animal welfare”, siendo ésta última las dos últimas que se mantienen en la actualidad con vigencia (Figura 5). El término bioética (Bioethics) aparece el 2009 y se mantuvo

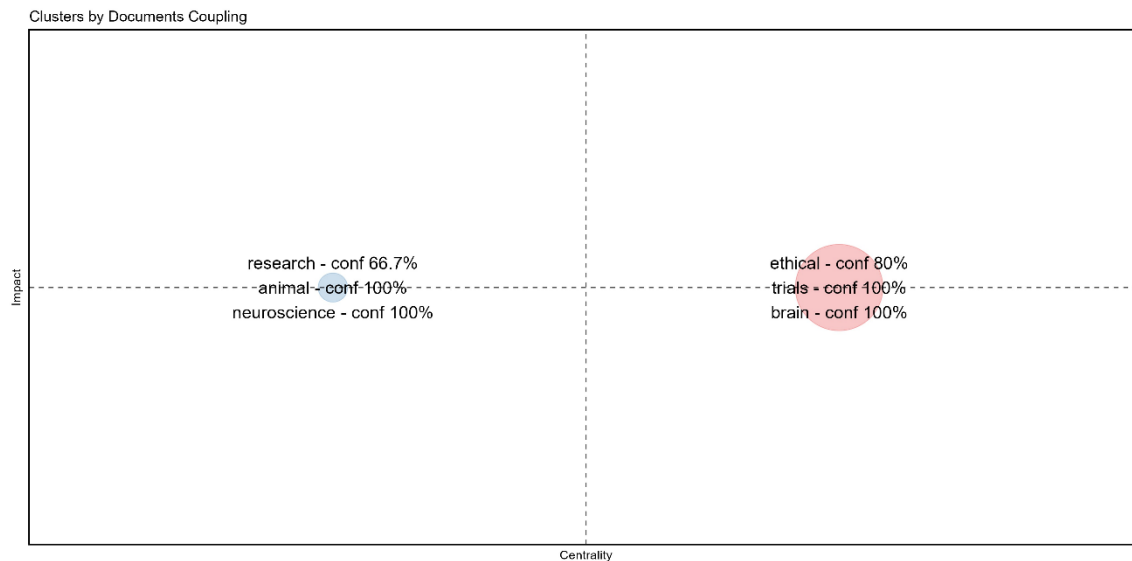
vigente hasta el 2019. Los términos que tuvieron poca trayectoria y han perdido vigencia en su relación con la ética son “Neurology” y “Risk assessment”. Debemos destacar que “humans” es sinónimo de “human”, por lo que a pesar de que “humans” aparece el 2003 y tiene vigencia hasta el 2012, diríamos que su vigencia se mantiene hasta el 2018 observando la vigencia del término “human”. Lo mismo pasa con “animals” y “animal”.

**Análisis de clusterización con bibliometrix**

Adicionalmente a lo mostrado en la Figura 3, en las Figura 6 y 7 podemos observar diferentes formas de agrupamiento de los términos más usados (palabras claves). En la Figura 6 se observan dos clústeres, ambos con similar nivel de impacto, pero diferente nivel de importancia. Se deduce que es más importante el clúster cerebro-ética (derecha), que neurociencia-animal (izquierda). El clúster cerebro-ética manifiesta una mayor cantidad de documentos que el clúster neurociencia-animal.



**Figura 5.** Visualización de datos de producción de las 17 tópicos y años de publicación a lo largo del tiempo. La línea representa el tiempo en que aparecieron los tópicos y la frecuencia de las palabras claves. Basado en Keywords Plus con Bibliometrix.



**Figura 6.** Agrupación por acoplamiento. Unidad de análisis: documentos; Medida de acoplamiento por: Keywords plus; Medida de impacto: Local citation Score; Algoritmo de clusterización: Walktrap. Generado con Bibliometrix.

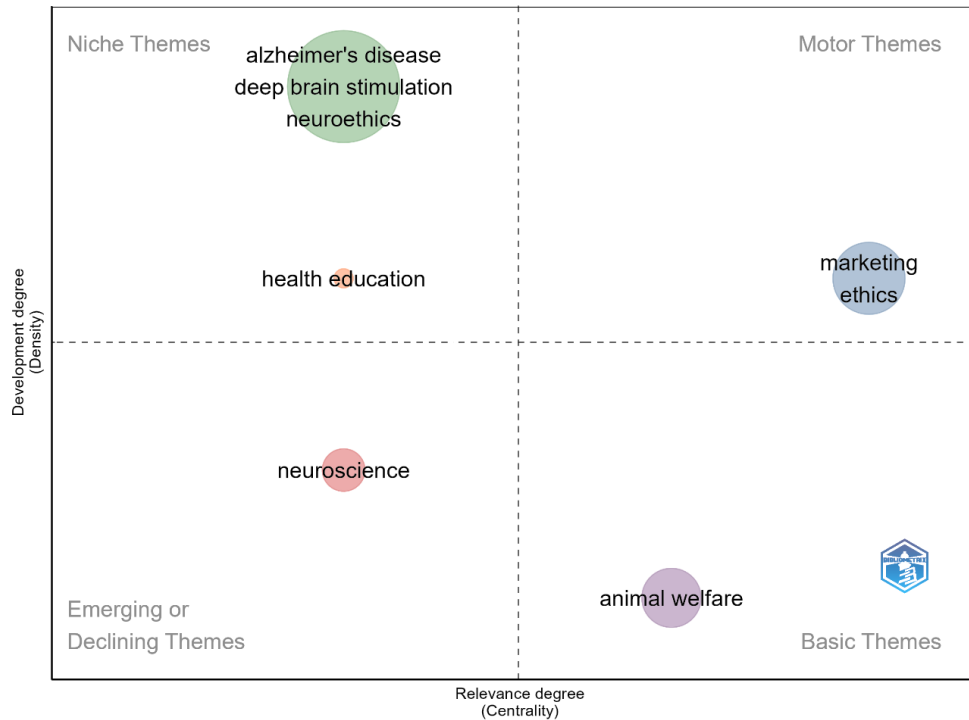


Figura 7. Mapa temático. Campo: Author's Keywords; Número de palabras: 25; Algoritmo de clusterización: Walktrap. Generado con Bibliometrix.

En la Figura 7 se muestra el resultado de utilizar otro algoritmo de clusterización, como resultado cinco clústeres en total (Clúster 1: neurociencia; Clúster 2: educación en salud; Clúster 3: bienestar animal; Clúster 4: marketing-ética; Clúster 5: Alzheimer-cerebro-neuroética), siendo el clúster 5 el que implica mayor desarrollo (densidad). Lo interesante de esta forma de clusterizar es que los clústeres se ubican en 4 cuadrantes. El bienestar animal sería un tema básico, neurociencia un tema en declive (por los análisis anteriores), como ciencia pura la neurociencia se vuelve obsoleta, siendo más importante la neurociencia aplicada. La educación en salud y estudios en Alzheimer-

cerebro-neuroética son temas nicho, es decir, son temas poco atendidos. Finalmente, los temas motor están asociados con marketing y ética.

La Figura 8 muestra la distribución de la producción científica a través de la técnica nube de palabras en cuatro periodos. Durante el 1er (1996-2005) y 2do (2006-2011) periodo resaltan los estudios de neurociencia en humanos. En el 3er periodo (2012-2017) los estudios en cerebro humano y ética. En el último periodo, continúan vigentes los estudios de neurociencia en humanos, aparece como algo importante los estudios en el bienestar animal, seguido de la ética.

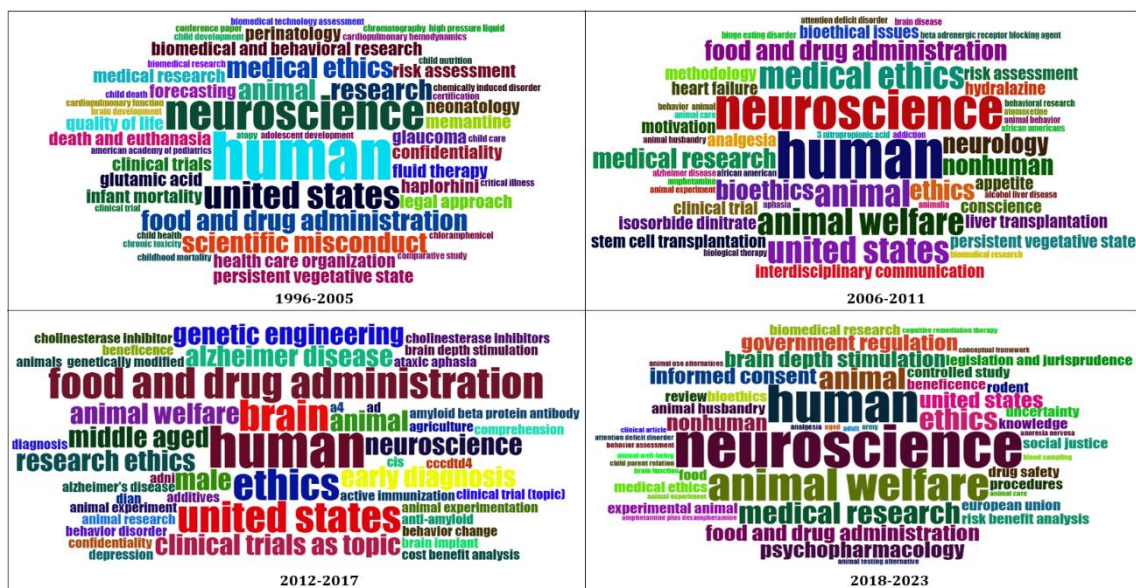


Figura 8. Nube de palabras en cuatro periodos diferentes. Campo: Keywords Plus; Número de palabras: 50; se removieron palabras sin significado para el tema (article, priority journal) y se colocaron como sinónimos neuroscience con neurosciences, animal con animals y human con humans. Generado con Bibliometrix.

## CONCLUSIONES

Según el análisis bibliométrico realizado Reino Unido es el país que más se ha interesado en estudiar la neurociencia, asociada a su aplicación en alimentos y con la ética, aunque los temas en los que más aparecen se relacionan con bienestar animal, recompensa, tratamiento y estimulación cerebral profunda. Luego aparece Estados Unidos concentrando sus investigaciones en neurociencia y educación en salud. Los países que han relacionado más sus investigaciones con la ética son Francia y Estados Unidos.

Con el análisis de coocurrencias con VosViewer se visualizan dos clústeres, uno de estudios de neurociencia en humanos, y otro de estudios de neurociencia en no humanos o animales. En ambos la ética como un aspecto importante de análisis. Con Bibliometrix y un algoritmo de clusterización, se visualizan cinco clústeres: neurociencia,

educación en salud, bienestar animal, marketing-ética, y Alzheimer-cerebro-neuroética. El bienestar animal sería un tema básico, neurociencia un tema en declive como ciencia pura, la educación en salud y estudios en Alzheimer-cerebro-neuroética son temas nicho, y los temas motor están asociados con marketing y ética.

La técnica nube de palabras en cuatro periodos. Durante el 1er (1996-2005) y 2do (2006-2011) periodo resaltan los estudios de neurociencia en humanos. En el 3er periodo (2012-2017) los estudios en cerebro humano y ética. En el último periodo, continúan vigentes los estudios de neurociencia en humanos, aparece como algo importante los estudios en el bienestar animal, seguido de la ética. El binomio cerebro-humano se torna un tema relevante a partir de 2012 hasta la actualidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ababou, M., Chelhi, S. & Elhiri, M. (2023). A Bibliometric Analysis of the Literature on Food Industry Supply Chain Resilience: Investigating Key Contributors and Global Trends. *Sustainability*, 15(11), 8812.
- Agarwal, S. & Dutta, T. (2015) Neuromarketing and consumer neuroscience: current understanding and the way forward. *Decision*, 42, 457-462. <https://doi.org/10.1007/s40622-015-0113-1>
- Bracke, M. B. M., Boumans, I. J. M. M., Nijland, H. J., & Bokkers, E. A. M. (2023). Review: Connecting circularity to animal welfare calls for a 'novel' conceptual framework based on integrity. *Animal*, 17(2), 100694. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100694>.
- Clark, K. R. (2020). A field with a view: ethical considerations for the fields of consumer neuroscience and neuromarketing. *Developments in Neuroethics and Bioethics*, 3, 23-61. doi: <https://doi.org/10.1016/bs.dnb.2020.03.002>
- Davis, T., LaCour, M., Beyer, E., Finck, J. L., & Miller, M. F. (2020) Neural correlates of attitudes and risk perception for food technology topics. *Food Quality and Preference*, 80, 103836. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103836>
- Ellegaard, O., & Wallin, J. A. (2015). The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact? *Scientometrics*, 105, 1809-1831.
- Fernandez Lynch, H., & Glenn Cohen, I. (2016). *FDA in the Twenty-First Century: The Challenges of Regulating Drugs and New Technologies*. Columbia University Press. 568 pp.
- Leisman, G. (2022). On the application of developmental cognitive neuroscience in educational environments. *Brain Sci*, 12(11), 1501. <https://doi.org/10.3390/brainsci12111501>
- Liu, Y., Zhao, R., Xiong, X., & Ren, X. (2023). A bibliometric analysis of consumer neuroscience towards sustainable consumption. *Behavioral Sciences*, 13(4), 298. <https://doi.org/10.3390/bs13040298>
- Mota-Rojas, D., Strappini, A., Whittaker, A. L., et al. (2023). Controversial topics in animal welfare in Latin America: a focus on the legislation surrounding the human-companion animal relationship and animals used for recreational practices. *Animals*, 13(9), 1463; <https://doi.org/10.3390/ani13091463>
- Ramón, M., & Striem-Amit, E. (2022). The merits and future of data deep-dives for cognitive neuroscience. *Neuropsychología* 176, 108394. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2022.108394>
- Shigaki, H. B., Gonçalves, C. A., & Dos Santos, C. P. V. (2017) Neurociência do consumidor e neuromarketing: Potencial de adoção teórica com a aplicação dos métodos e técnicas em neurociência. *Rev Brasileira de Marketing*, 16(4), 439-453.
- Weichwald, S., & Peters, J. (2021). Causality in Cognitive Neuroscience: Concepts, Challenges, and Distributional Robustness. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 33(2), 226-247. [https://doi.org/10.1162/jocn\\_a\\_01623](https://doi.org/10.1162/jocn_a_01623)
- Schmidt, M. (2008). The Sankey Diagram in Energy and Material Flow Management. *J. Ind. Ecol.*, 12, 82-94.