

Transdigital[®]

revista científica



Vol. 5 Núm. 9.

Enero - junio 2024.

Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales S. C.
ISSN: 2683-328X

Transdigital[®]

revista científica

Transdigital es una publicación semestral bajo el modelo de publicación continua y es editada por la Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales S.C.

Dirección: Circuito Altos Juriquilla 1132. C.P. 76230, Querétaro, México. Tel. (442) 301-3238 www.revista-transdigital.org, aescudero@revista-transdigital.org. Editor en jefe: Alexandro Escudero-Nahón. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2022-020912091600-102, ISSN 2683-328X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización: Editor en jefe: Dr. Alexandro Escudero-Nahón.

Hasta ahora, la revista ha sido indizada en: *Latindex*, *DOAJ*, *ERIHPLUS*, *REDIB*, *EuroPub*, *LivRe*, *AURA*, *DRJI*, *BASE*, *MIAR*, *Index Copernicus*, *OpenAire-Explore*, *Google Scholar*, *ROAD*, *Sherpa Romeo* y *WorldCat*.

Todos los artículos en la revista *Transdigital* están licenciados bajo [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). Usted es libre de: Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente. La persona licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia. Lo anterior, bajo los siguientes términos: Atribución — Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.



Transdigital[®]

revista científica

Uso de lenguaje R en la exploración de hallazgos neurocientíficos en México: medioambiente y neuroeducación

Using the R Language in exploring neuroscientific findings in Mexico: environment and neuroeducation



Xitlali Torres-Aguilar*

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México
xitlalitorresaguilar@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0364-2530



Enrique R. P. Buendía-Lozada

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México
enrique.buendia@correo.buap.mx
ORCID: 0000-0002-9332-1617



Dulce María C. Flores-Olvera

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México
dulce.flores@correo.buap.mx
ORCID: 0000-0002-9163-9955



*Autora de correspondencia

Sección: Artículo de investigación

Fecha de recepción: 08/12/2023 | Fecha de aceptación: 29/02/2024

Uso de lenguaje R en la exploración de hallazgos neurocientíficos en México: medioambiente y neuroeducación

Using the R Language in exploring neuroscientific findings in Mexico: environment and neuroeducation

Resumen

El estudio explora los hallazgos en neurociencias en relación con la neuroeducación y educación de investigaciones realizadas en México o por investigadores mexicanos. El objetivo fue realizar una revisión de producción científica sobre hallazgos neurocientíficos relacionados al medio ambiente, con sus variables y su relación con la neuroeducación en México a través de la minería de datos. Se realizó mediante la utilización de lenguaje R, con la exploración de la base de datos *PubMed*. Después de los 76,844 registros encontrados se realizó una disseminación con base a los objetivos de investigación. La muestra final fue de 13 artículos. La minería de datos resultó ser un método de trabajo que dinamizó el análisis de documentos. A su vez, permitió explorar con otras herramientas, como el análisis de sentimientos o minería de opiniones, nuevas formas y oportunidades para realizar procesos de investigación con la literatura existente en la web.

Palabras clave: minería de datos, lenguaje R, neurociencias, neuroeducación, metodología

Abstract

The study explores findings in neuroscience in relation to neuroeducation and education from research carried out in Mexico or by Mexican researchers. The aim was to carry out a review of scientific production on neuroscientific findings related to the environment, with its variables and its relationship with neuroeducation in Mexico through data mining. It was carried out using the R language, with the exploration of the *PubMed* database. After the 76,844 records found, a dissemination was carried out based on the research objectives. The final sample was 13 articles. Data mining turned out to be a work method that streamlined document analysis. At the same time, it allowed exploring with other tools, such as sentiment analysis or opinion mining, new ways, and opportunities to carry out research processes with existing literature on the web.

Keywords: data mining, language R, neurosciences, neuroscience, neuroeducation, methodology

1. Introducción

El procesamiento de datos es crucial en la actualidad. En la obtención de mejores resultados, las instituciones, organismos y empresas, entre otras entidades, explotan la información disponible para la toma de decisiones. Sin embargo, el tamaño de la información por procesar es cada vez más grande y tiene características excesivas (Alwateer et al., 2021). Esta situación dificulta el manejo en todas las áreas. Se ha aumentado el número de herramientas digitales disponibles para procesos investigativos, facilitando la examinación de grandes cantidades de datos que se alojan en la web. Por ejemplo, SAS, SPSS, Eviews, RATS, Stata o Matblab. El uso de estas herramientas digitales ahorra tiempo, puesto que facilita las tareas, la gestión y el análisis de datos, al mismo tiempo que trabaja en el tratamiento de forma conjunta con diferentes variables vinculadas al mismo proceso (Chan & Galli, 2020).

Sin embargo, el uso de estos programas es limitado por factores como costos de licencias, compatibilidad de equipos de computo, y por la propia disponibilidad del software. A diferencia de otras herramientas, el Lenguaje R (R) (The R Project for Statistical Computing) es un software libre, popular en la comunidad estadística y lo suficientemente flexible y potente para analizar y predecir el comportamiento de variables que se necesiten estudiar (Velásquez et al., 2010). R, es un lenguaje de computación formal diseñado para ser utilizada en la manipulación y análisis de datos. Posee una serie de facilidades gráficas. Cuenta con licencia gratuita, lo que permite la reproductibilidad de los procesos de investigación. El entorno de programación R es un clon de los lenguajes S y S-Plus (Ihaka & Gentleman, 1996), de tal forma que los programas escritos en S y S-plus pueden ejecutarse en R sin modificaciones. Estos lenguajes son para la exploración y visualización de datos, así como el modelaje estadístico (Velásquez et al., 2010).

Según *The Popularity of Programming Language Index* (PYPL, 2024), R es uno de los software más populares por su uso libre, fácil instalación y actualización, potencia a nivel gráfico y disposición de sintaxis agradable, en comparación con otras alternativas (Briz & Serrano, 2018). Por otra parte, R forma parte de un proyecto colaborativo y abierto que promueve la creación de paquetes a fin de compartir los trabajos y contribuir al crecimiento del propio lenguaje (Reinoso Lorente, et al., 2020). Una de las principales ventajas radica en repetir y replicar todos los procesos. Además, cuenta con un sin fin de técnicas estadísticas, que no se encuentra tradicionalmente en otras plataformas (Mas, 2018, citado en Reinoso Lorente, 2018).

Dadas las características de R, se ha aplicado en diversas investigaciones como la realizada por Chan & Galli (2020) y Briz & Serrano (2018) en el ámbito educativo; por Velásquez et al. (2010) en el campo de la economía; y por Reinoso Lorente et al. (2020) en el campo de la salud. R posee, entonces, una amplia variedad de herramientas útiles y ha sido utilizado para ilustrar diferentes metodologías (Cryer & Chan, 2008; Velásquez et al., 2010). Cheng et al. (2020) y Carracedo et al. (2021) lo consideran una alternativa que permite el uso de masivo de

datos disponibles para su estudio, puesto que, uno de sus objetivos primordiales es obtener información de alta calidad a partir de procesamiento de grandes volúmenes de datos textuales.

Adicionalmente, la minería de textos ya es un método de investigación común cuando se trata de analizar textos en las humanidades digitales; el análisis de sentimientos, también conocido como minería de opiniones, comparte características comunes con la minería de texto al analizar, detectar y ubicar palabras u oraciones (Hoyeol, 2022). El análisis de sentimientos es el proceso de extraer la intención emocional de un autor en el texto (Kwartler, 2017).

Con base en lo anterior, en este estudio se realizó una revisión de producción científica sobre hallazgos neurocientíficos relacionadas al medio ambiente con sus variables y su relación con la neuroeducación en México. Es decir, una exploración exhaustiva sobre producción científica hecha por investigadores Mexicanos, y realizadas en México, sobre dicha temática para, posteriormente, realizar una minería de opiniones, para analizar, detectar y ubicar sentimientos encontrados en los textos académicos seleccionados.

2. Método de investigación

Todos los análisis se realizarán con el Lenguaje R (R Core Team, 2022), guardando los resultados obtenidos en cada paso en archivos csv. La base de datos consultada fue PubMed, mediante los topicos (search_topic): ((neuroeducation AND mexico) OR (neuroeducacion AND mexico) OR (neuro AND mexico) OR (cognitive AND mexico) OR (neuroscience AND mexico) OR (education AND neuro AND mexico) OR (learn AND neuro AND mexico) OR (didactic AND neuro AND mexico) OR (decision AND neuro AND mexico)). La consulta se realizó el 14 de noviembre de 2022 usando el código descrito en uno_bsystempubmed.r.

Se obtuvieron 76,844 registros. Para evitar problemas en las búsquedas sobre sensibilidad a las mayúsculas y minúsculas, todos los textos se transformaron a minúsculas y se juntó la información de los títulos y los resúmenes (código de lenguaje R en archivo sinrep.r). Es importante señalar que en la base consultada no se detectó esta sensibilidad usando el paquete *easy PubMe* (Fantini, 2019) del Lenguaje R. Además, las relaciones entre palabras: n-gramas y correlaciones algunos de los análisis de minería de textos se basan en las relaciones entre palabras, ya sea examinando que palabras tienden a seguir a otras inmediatamente, o que tienden a coexistir dentro de los mismos documentos (Silge & Robinson, 2022). En este caso se usó para realizar parte del cribado de la información orientando la investigación a que afecta (provoca enfermedad) a los seres humanos desde documentos relacionados con aportes neurocientíficos.

En este paso, se usó la búsqueda manual en internet de temas relacionados con palabras específicas o claves de neurociencias de los documentos tamizados vía lo descrito en el párrafo anterior. Para facilitar su traducción y aplicación a la educación, se usó *AnswerThePublic*. Esta herramienta genera preguntas y frases relacionadas a la palabra raíz. Para este paso se analizó la información con la opción de *Syuzhet*, que cuenta con características comparadas contra otras opciones (Tabla 1).

Tabla 1

Número de palabras de sentimiento en léxicos utilizados en el paquete Syuzhet del Lenguaje R

	Syuzhet	Bing	Afinn	NRC
Número de palabras positivas	3587	2006	878	2312
Número de palabras negativas	7161	4783	1598	3324
Número de otras palabras	-			8265
Total	10748	6789	2477	13901

Todos los análisis se realizaron en lenguaje R (R Core Team, 2022). Toda la información usada (archivos cvs) y creada (código de lenguaje R) está en Buendía-Lozada (2022).

3. Resultados

Al quitar los registros duplicados, quedaron 4,949. Se usó la aplicación *IMTraslator* para obtener los sinónimos de enfermedad y provocada, y puede consultarse en sd.f.cvs creado con sinrep.r. En la Tabla 2 se muestra, por separado, la frecuencia de palabras encontradas en los artículos, los cuáles son sinónimo de enfermedad en 2,082 registros y de sinónimo de provocada en 1,169.

Tabla 2

Búsqueda de sinónimos en el corpus

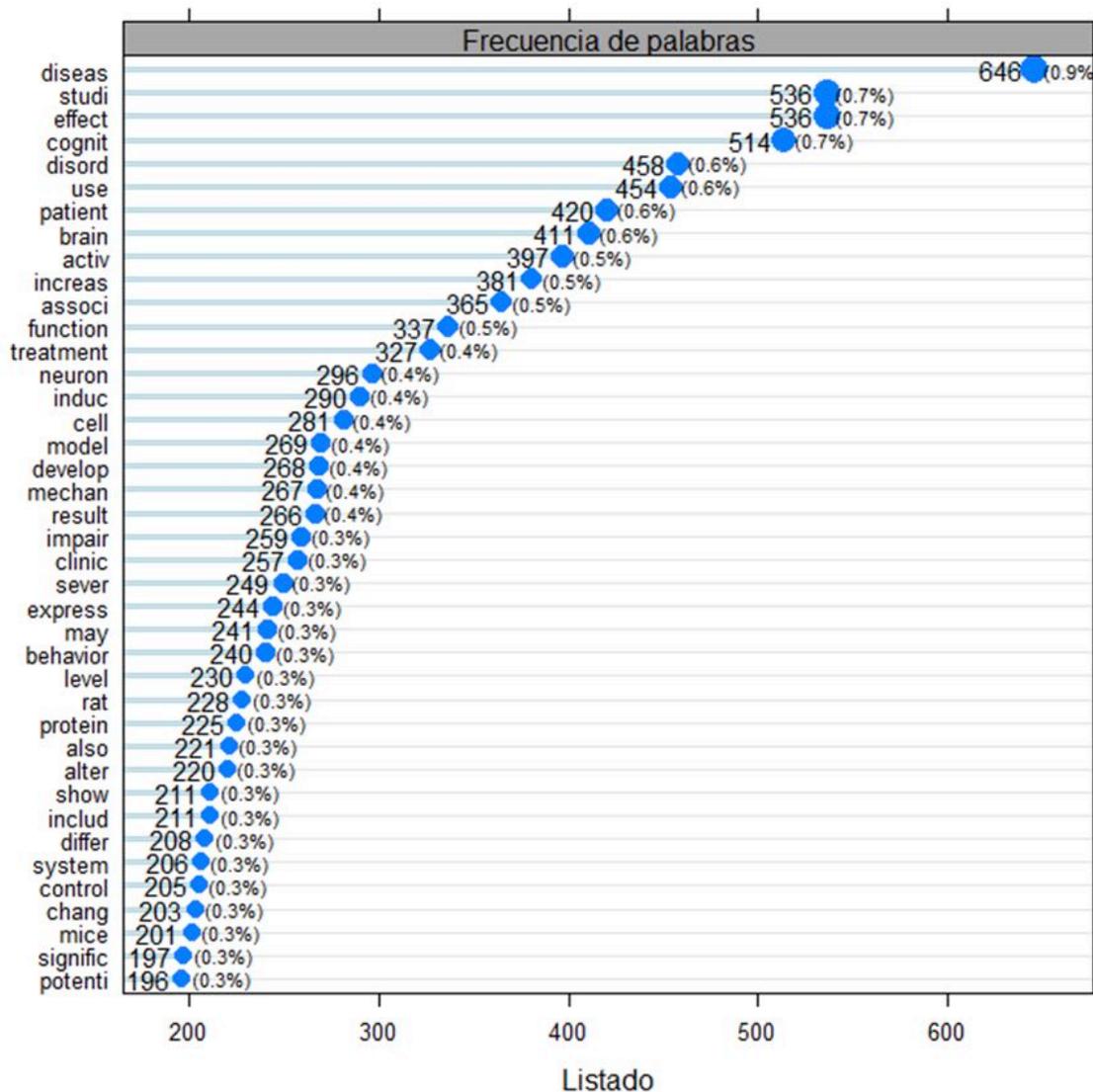
Sinónimos de enfermedad	f	provocada	f
illness	185	provoke	35
disease	2824	trigger	137
sickness	13	induce	1155
disorder	2361	elicit	88
ailment	4	incite	0
malady	0	drive	211
infirmity	0	promote	262
affliction	0	draw	113
complaint	53	fuel	48
epidemic		goad	0
		touch_off	0
		set_up	0
		throw_up	0
		nettle	0
		needle	20
		goad_on	0
		lure_on	0

Nota. f=frecuencia.

Usando el bigrama (sinónimos en inglés) en la inclusión de las palabras *enfermedad* y *provocada*, los documentos que las usaron fueron 488 (puede consultarse en *enfer_f.csv*). Tomando en cuenta solo los títulos y resúmenes, puesto que “mexico” se incluye en cualquier parte del artículo e incluye la posibilidad de tener “new mexico”. Las palabras con mayor frecuencia se describen en la Figura 1.

Figura 1

Frecuencia de palabras en todos los 488 registros (archivo p3.r)



La relación entre los bigramas generados por los sinónimos de la Tabla 2 y los términos presentados en la Figura 1 se muestran correlacionados en la Tabla 3.

Tabla 3

Correlación de términos de la Tabla 2 y la Figura 1

Términos usados

"ailment", "complaint", "drive", "draw", "fuel", "relat", "neuro", "teach"

Que representan:

\$ailment	""synaptic	(cins),	cins	cins.	
	1.00	1.00	1.00	1.00	
	circuitry,	courses	cre-mice	depleted	
	1.00	1.00	1.00	1.00	
	dopamine-depleted	dozens	extrinsic	ganglia,	
	1.00	1.00	1.00	1.00	
	hyperactivity.	inputs,	inputs.	inputs.""	
	1.00	1.00	1.00	1.00	
	intervening	nicotinic	participates,	phenomenon;	
	1.00	1.00	1.00	1.00	
	searched.	silences	single-cell	slices.	
	1.00	1.00	1.00	1.00	
	tonically	transmitters.	striatal	interneurons	
	1.00	1.00	0.89	0.83	
	striatum.	inputs	firing	projection	
0.82	0.76	0.76	0.71		
dopamine,	acetylcholine,	<i>ex	product		
0.71	0.71	0.71	0.71		
sustain	transmission.	reflected	parkinsonism.		
0.71	0.71	0.58	0.58		
is,	hyperactivity	intrinsic	balance		
0.58	0.55	0.55	0.53		
determinants	circuitry				
0.50	0.50				
\$complaint					
\$drive					
\$draw	""type	(n = 790).	adjunct	equations.	glucose.
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
indians	indians,	indians:	later-life	older.	
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
overrepresented	speed/working	whites.	american	subsequent	
1.00	1.00	1.00	0.89	0.71	
fasting	estimating	non-hispanic	later	design.	
0.71	0.71	0.71	0.60	0.58	
indian	fluency	diabetes	part	population.""	

Tabla 3*Correlación de términos de la Tabla 2 y la Figura 1***Términos usados**

"ailment", "complaint", "drive", "draw", "fuel", "relat", "neuro", "teach"

Que representan:

	0.58	0.58	0.57	0.52	0.50
\$fuel	glycolysis 0.65	""neurons 0.60	(fals) 0.60	[als]), 0.60	
	adjust 0.60	als. 0.60	baleful 0.60	bioenergetics, 0.60	
	citric 0.60	demand. 0.60	fals 0.60	fals, 0.60	
	healthful."" 0.60	iafter 0.60	interrogated 0.60	isotopologue 0.60	
	maneuvers 0.60	production/demand 0.60	reprogramming 0.60	rewiring 0.60	
	soon 0.60	utilization. 0.60	yeast 0.60	lactate 0.57	
	pentose 0.52	atp 0.50			
\$relat					
\$neuro	""transcriptional, 1.00	(2-14 1.00	(ad)-related 1.00	(degs) 1.00	
	(nft). 1.00	3xtg-ad 1.00	associative, 1.00	aβ/nft 1.00	
	background 1.00	build-up 1.00	degs 1.00	degs. 1.00	

Tabla 3

Correlación de términos de la Tabla 2 y la Figura 1

Términos usados

"ailment", "complaint", "drive", "draw", "fuel", "relat", "neuro", "teach"

Que representan:

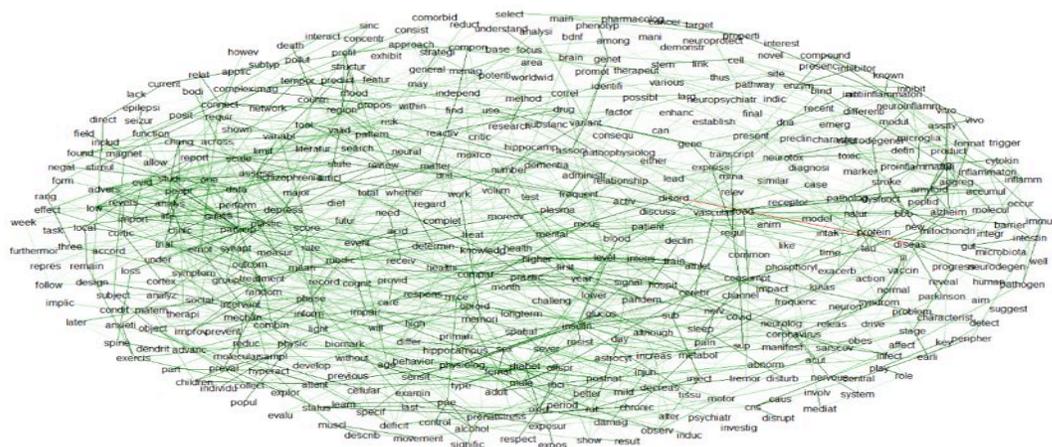
insular	ontology	up-regulated,	deposition
1.00	1.00	1.00	0.88
profiling	stronger	down-regulated,	wider
0.83	0.76	0.71	0.71
age),	combine	decline."""	deposits.
0.71	0.71	0.71	0.71
littermates	samples,	up-regulated	biochemical
0.71	0.71	0.71	0.67
enrichment	intermediaries	linking	decline
0.58	0.58	0.58	0.56
memory,	transcriptional	genes	approach,
0.55	0.52	0.50	0.50
determinants	plaque		
0.50	0.50		

\$teach

La Figura 2 presenta los resultados de la relación entre 500 términos del corpus (n=7793) con 48,394 relaciones entre sí.

Figura 2

Relación individual entre los términos del corpus



Nota. Puede revisarse en el DTM en código p3.r.

Los documentos seleccionados con términos específicos: environment son 12, con el número de doc_id en orden ascendente 19, 53, 57, 73, 88, 93, 127, 133, 211, 244, 268, 303, 339, 354, 439 y 847 (Tabla 4).

Tabla 4

Relación en término individual environment

Doc_id	Términos usados Título y resumen del artículo relacionado con el término	Comentario
19	¿Es la exposición al arsénico un factor de riesgo para el síndrome metabólico? Una revisión de los posibles mecanismos (Pánico et al., 2022).	El síndrome metabólico se caracteriza por la presencia de al menos tres de los siguientes signos: resistencia a la insulina, alteración de la glucosa en ayunas, obesidad central, dislipidemias e hipertensión. La exposición al arsénico está ligada a la inducción de varias alteraciones que podrían estar relacionadas con esta condición, tales como resistencia a la insulina, disfunción de las células beta, inflamación crónica, disfunción del tejido adiposo, alteraciones en los niveles de lípidos séricos y alteraciones cardiovasculares (Pánico et al., 2022).

Tabla 4

Relación en término individual environment

Doc_id	Términos usados Título y resumen del artículo relacionado con el término	Comentario
53	¿Son las alteraciones electrofisiológicas y de oligodendrocitos un elemento en el desarrollo de la esclerosis múltiple al mismo tiempo o antes de la respuesta inmune? (Gabriel-Ortiz, et al., 2021).	Debemos tener en cuenta la sugerencia de que la EM es en parte una enfermedad autoinmune que involucra factores genéticos y ambientales, y la respuesta patológica conduce a la desmielinización (Gabriel-Ortiz, et al., 2021).
57	Efecto de la dieta ultraprocesada en la microbiota intestinal y, por tanto, su papel en las enfermedades neurodegenerativas (Martínez-Leo & Segura Campos, 2020).	A partir de una búsqueda sistemática, la presente revisión analiza la relación y efecto del patrón de alimentación actual, con la desregulación de la microbiota y su influencia en el desarrollo del deterioro cognitivo. Debido a que el diagnóstico de las EN generalmente se encuentra en etapas tardías, esta revisión destaca la importancia de buscar estrategias de salud pública más estrictas con respecto al acceso y desarrollo de alimentos ultraprocesados (Martínez-Leo & Segura Campos, 2020).
73	Interacciones entre la epilepsia y la plasticidad (Jarero-Basulto, et al., 2018).	De acuerdo con la gran cantidad de evidencia reportada en la literatura, muchos estímulos, tales como presiones ambientales, cambios en el estado estacionario dinámico interno del organismo e incluso lesiones o enfermedades (por ejemplo, epilepsia) pueden inducir neuroplasticidad (Jarero-Basulto, et al., 2018).
93	La genética del trastorno bipolar con obesidad y diabetes tipo 2 (Miola, et al., 2022).	BD, obesidad y T2D muestran una alta heterogeneidad fenotípica, genética y relacionada con la población, lo que limita nuestra capacidad para detectar asociaciones genéticas (Miola, et al., 2022).

Tabla 4

Relación en término individual environment

Doc_id	Términos usados Título y resumen del artículo relacionado con el término	Comentario
127	Papel de las vesículas extracelulares del cerebro en el deterioro cognitivo y la neurodegeneración relacionados con la contaminación del aire (Nicholson, Baccarelli, & Prada, 2022).	Las vesículas de membrana lípida son vehículos eléctricos se ha caracterizado y documentado por su papel funcional en la patogénesis de varias condiciones de salud después de la contaminación del aire (Nicholson, Baccarelli, & Prada, 2022).
133	Efectos de una ingesta elevada de carbohidratos y lípidos en la esperanza de vida <i>C. elegans</i> (Franco-Juárez et al., 2021).	Existen efectos nocivos causados por las dietas altas en carbohidratos y altas en lípidos, así como las señales moleculares que afectan la vida útil de <i>C. elegans</i> .; por lo tanto, la comprensión de los mecanismos moleculares detallados de los cambios inducidos por niveles elevados de glucosa y lípidos en organismos completos permitiría identificar factores reguladores clave para mejorar los trastornos metabólicos y las enfermedades relacionadas con la edad (Franco-Juárez et al., 2021).
211	GSK3 β y proteína tau en la enfermedad de alzheimer y la epilepsia (Toral-Rios, Pichardo-Rojas et al., 2020).	El ELT es un trastorno común caracterizado por esclerosis del hipocampo y convulsiones crónicas que frecuentemente son resistentes al tratamiento farmacológico y se asocian con comorbilidades incapacitantes y deterioro cognitivo. Los estudios epidemiológicos han mostrado una mayor prevalencia de varias demencias, incluida la EA, en la epilepsia crónica (Toral-Rios, Pichardo-Rojas et al., 2020).
244	La estimulación de la autofagia disminuye la muerte neuronal dopaminérgica mediada por el estrés oxidativo (Ramírez-Moreno et al., 2019).	Nuestros resultados indican que la estimulación de la autofagia tiene un efecto protector sobre las neuronas dopaminérgicas y puede tener un potencial prometedor para prevenir o retrasar la progresión de la enfermedad de parkinson (Ramírez-Moreno et al., 2019).

Tabla 4

Relación en término individual environment

Doc_id	Términos usados Título y resumen del artículo relacionado con el término	Comentario
339	Contaminación y salud: una actualización del progreso (Fuller et al., 2022).	Encontramos que la contaminación sigue siendo responsable de aproximadamente 9 millones de muertes por año, lo que corresponde a una de cada seis muertes en todo el mundo. Se han producido reducciones en el número de muertes atribuibles a los tipos de contaminación asociados con la pobreza extrema. Sin embargo, estas reducciones en las muertes por la contaminación del aire doméstico y la contaminación del agua se ven contrarrestadas por un aumento de las muertes atribuibles a la contaminación del aire ambiental y la contaminación por sustancias químicas tóxicas (es decir, plomo). Muertes por estos modernos factores de riesgo de contaminación, que son la consecuencia no deseada de la industrialización y la urbanización, han aumentado un 7 % desde 2015 y más del 66 % desde 2000 (Fuller et al., 2022).
354	Estrategias farmacológicas para mejorar las espinas dendríticas en la enfermedad de alzheimer (Ettcheto et al., 2021).	Los factores estresantes sistémicos/ambientales afectan las vías asociadas con la regulación de la morfogénesis de la columna vertebral y el mantenimiento sináptico, incluido el receptor de insulina y la señalización del factor neurotrófico derivado del cerebro (Ettcheto et al., 2021).
487	Contaminación del aire por partículas y riesgo de resultados neuropsiquiátricos (Calderón-Garcidueñas, 2021).	En general, la literatura respalda que la contaminación por partículas contribuye a los resultados neurológicos y psiquiátricos específicos y destaca la complejidad de los mecanismos fisiopatológicos y las marcadas diferencias en los perfiles de contaminación que inducen daño neural (Calderón-Garcidueñas, 2021).

Nota. Doc_id= Número de identificación del documento.

Documentos relacionados con térmico específico medium fueron 2 con doc_id 290 y 471. Sin embargo, fueron excluidos por no responder a los objetivos de la investigación. Mientras que los documentos relacionados con térmico específico *ambient* (Tabla 5) son 3 con doc_id: 339, 485 y 487. De los cuáles se eliminaron los documentos 339 y 487 al ser repetido en las tablas anteriores.

Tabla 5

Relación de término individual ambient

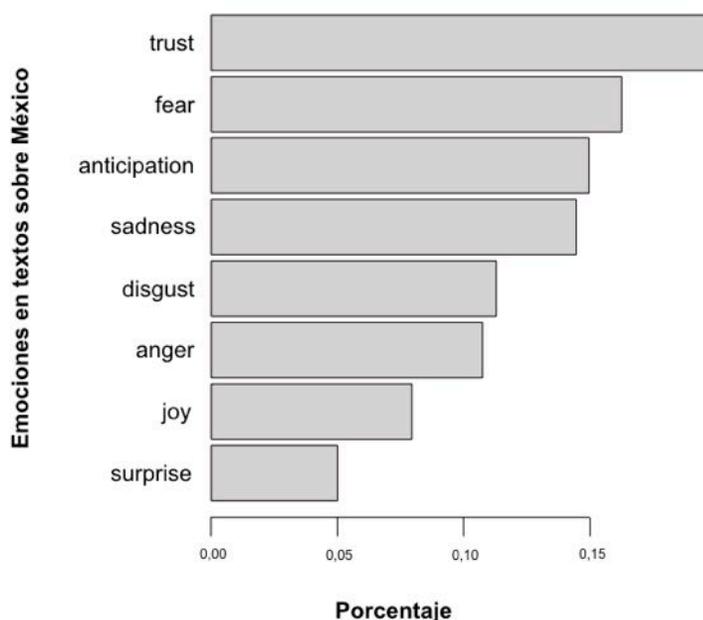
Doc_id	Términos usados Título resumen del artículo relacionado con el término	Comentario
485	Contaminación del aire, partículas ultrafinas y su cerebro: ¿las emisiones de nanopartículas de combustión y las nanopartículas diseñadas causan enfermedades neurodegenerativas fatales prevenibles y resultados neuropsiquiátricos comunes? (Calderón-Garcidueñas & Ayala, 2022).	Para los residentes de ciudades altamente contaminadas, particularmente en el mundo en desarrollo donde es probable que se usen vehículos, equipos y combustibles más viejos y sucios y menos supervisión regulatoria, debemos embarcarnos en una fuerte campaña para aumentar la conciencia pública sobre las asociaciones entre la contaminación de PM alta, tráfico pesado, UFP, NP y resultados neuropsiquiátricos, incluida la demencia. Las enfermedades neurodegenerativas que evolucionan desde la niñez en ambientes industriales, antropogénicos y contaminados deben ser prevenibles (Calderón-Garcidueñas & Ayala, 2022).

Nota. Doc_id= Número de identificación del documento.

La emociones referente a los documentos encontrados (enfer_f.csv) se muestran en la Figura 3 y se ajustó a las necesidades de esta investigación utilizando los archivos presentados en las Tablas 4 y 5.

Figura 3

Comparación de sentimientos en general de archivos de investigación en México



Nota. La gráfica se ajustó al código de Mhatre (2020) y a las necesidades de esta investigación; puede consultarse en código en tres_extraer.r, apartado sentimientos.

La puntuación de sentimientos en los textos analizados se presentan de mayor a menor puntaje: *trust* (confiar), *fear* (miedo), *anticipation* (previsión), *sadness* (tristeza), *disgust* (disgusto), *anger* (rabia), *joy* (alegría), *surprise* (soprender); estas emociones están relacionadas a lo expuesto en los textos por los investigadores.

4. Discusión

De acuerdo con los resultados, es destacable que, además de los hallazgos que aportan a la comprensión del cerebro, se pueda conocer y reconocer el ambiente que envuelve al ser humano en su desarrollo. Por ejemplo, Najafi et al. (2018) señalan que los factores ambientales podrían afectar el estrés del estudiante. Por su parte, Mohai et al. (2011) en años anteriores, señalaron que exponer a niños a contaminantes ambientales durante momentos importantes de su desarrollo fisiológico puede provocar problemas de salud como deterioro cognitivo y otras enfermedades a largo plazo. O el recién estudio de Lu et al. (2021) donde explican que la contaminación del aire ambiental en un área escolar específica en EUA está asociado a un rendimiento más bajo entre los alumnos. Estos

hallazgos pueden relacionarse a los presentados con el Doc_id 53, 73, 339, 497 y 485. Aunque, es un tema poco estudiado, se han encontrado hallazgos que contribuyen al entendimiento de las afectaciones cognitivas por la mala calidad del aire, como se ha descrito. Un estudio en relación con el tema fue realizado por Jiang & Chen (2022), donde precisan sobre los efectos de la contaminación de aire a la salud mental y señalan que la problemática se agudiza de acuerdo a las características regionales, que incluyen la inversión en ciencia, tecnología y características individuales como la educación, ingresos económicos y salud física.

En cuanto al Doc_id 93, se señala la relación entre diabetes y trastorno bipolar. Al respecto, se encontraron estudios que indican el deterioro cognitivo en áreas que incluyen el aprendizaje, la memoria, la velocidad del procesamiento y la función ejecutiva de pacientes con diabetes (Biessels et al., 2014). La relación entre salud mental o cognitiva con el ejercicio han sido estrechas en los últimos años. La revisión sistemática hecha por Liang et al. (2022) destaca la importancia de la actividad física o el ejercicio físico como factor protector ante el Alzheimer. Horowitz et al. (2020) confirman estos efectos. Por ejemplo, mejora la neurogénesis y la diferenciación neuronal, aumenta los factores neurotróficos derivados del cerebro, mejora el aprendizaje espacial y la memoria. Igualmente, se puede mencionar que cada uno de los ejes que se mencionan como el aprendizaje, memoria, velocidad de procesamiento y función ejecutiva pueden tener una relación tanto con la diabetes como con los problemas de sobrepeso y falta de actividad física. De acuerdo con datos obtenidos hasta el 2016, la prevalencia del sobrepeso y la obesidad se ha cuadruplicado en todo el mundo (World Health Organization, 2021). En este sentido, se encuentran estudios que subrayan el efecto positivo del ejercicio en dimensiones como la cognición y la función ejecutiva en niños con obesidad, y otros que mencionan la modificación positiva en la estructura y la función del cerebro (Chaddock-Heyman et al., 2018; Xiong et al., 2018; Riggs et al., 2017).

Por otra parte, en el caso del Doc_id 57, sobre la relación entre alimentos ultraprocesados (AP) y la cognición, se encuentra la misma línea de hallazgos. Investigadores brasileños señalan la importancia de conocer y evaluar los efectos de los AP en la cognición y el aprendizaje de jóvenes y adolescentes (Noll et al., 2021). Además, se ha demostrado que el consumo excesivo de AP está asociado a mayor riesgo de síntomas psicológicos (Xu et al., 2019), mayor impulsividad (Coumans et al., 2018), comportamientos violentos (Zahedi et al., 2014) y depresión (Liu et al., 2007). Igualmente, debe considerarse la infancia un periodo crucial para el desarrollo cognitivo, puesto que el cerebro se desarrolla más rápidamente en esta etapa. El desarrollo del cerebro requiere nutrientes esenciales, lo que implica que la nutrición juega un papel importante dentro de las infancias y un papel clave en la primera etapa de desarrollo. Por ejemplo, una dieta alta en contenido de azúcares, grasas y ultraprocesados durante la primera infancia se ha asociado con puntuaciones más bajas en la capacidad verbal y mayores dificultades en pensamiento matemático (Northstone et al., 2012; Øverby et al., 2013).

Finalmente, en relación con la Figura 3, las herramientas actuales de análisis de sentimientos (AS) aún deben mejorarse (Hoyeol, 2022). Medhat et al. (2014) mencionan que el análisis de AS en el léxico tiene la “incapacidad de encontrar palabras de opinión con orientaciones específicas de dominio y contexto” (p. 12). El AS ha sido ampliamente utilizado para estudios y comprensión de mercado, redes sociales, blog y noticias, en tanto que, realizar una exploración en texto académicos como se realizó en este estudio, podría brindar herramientas para análisis segmentados y regionales sobre las tareas del investigador.

5. Conclusiones

Los resultados que se presentaban en este artículo destacan la importancia de comprender y atender la influencia del entorno y contextos al desarrollo cognitivo y salud de los estudiantes y población en general. La investigación argumenta que factores ambientales, como la contaminación del aire, pueden tener un impacto significativo en el rendimiento académico y salud mental a largo plazo. A pesar de ser un área de estudio poco explorada, se vuelve necesaria la necesidad de abordar temas como la calidad del aire y factores ambientales para promover espacios sanos, adecuados y de bienestar para los estudiantes. Estos hallazgos podrían implicar formulación de políticas públicas enfocadas al cuidado del medio ambiente por su interrelación con la salud cognitiva y mental con la consideración de las disparidades regionales.

Por otro lado, existe una relación entre sobrepeso, diabetes y salud mental. Se puede considerar la actividad física como un factor de prevención a problemas neurodegenerativos de acuerdo a la evidencia. Además, los hallazgos apoyan la importancia del ejercicio y una disminución en los alimentos ultraprocesados en la mejora de la cognición, función ejecutiva y, en consecuencia, implicaciones positivas significativas con la diabetes y la obesidad. Por lo que se subraya la necesidad de promover estilos de vida activos, saludables desde temprana edad que ayude a preservar la salud cognitiva y física a largo plazo.

Finalmente, si bien la minería de datos nos permite la exploración de un vasto número de documentos, es importante señalar las limitaciones que aun persisten en el análisis de sentimientos. Sin embargo, la exploración realizada en el análisis de sentimientos demuestran la utilidad potencial que puede tener para las investigaciones académicas, así como la realización de investigaciones con una metodología basada en la minería de datos. Por lo que es importante seguir explorando los beneficios que puedan aportar a la labor de investigación, tanto desde la minería de datos con R y el análisis de sentimientos, para enriquecer las formas de abordaje en investigación desde las herramientas de programación y avances computacionales.

Ámbito y limitaciones de esta investigación: La columna *comentarios* de las tablas 4 y 5 solo tienen algunos ejemplos de búsqueda y no tratan de resolver el tema de la neurociencias abordado en la columna "Título y resumen relacionado con el término". Aunque se usó el lenguaje R y tiene muchos abordajes, implica una curva de aprendizaje no fácil.

Financiación: Este estudio ha sido posible gracias al apoyo que recibe el proyecto "NeuroEF: Docentes de Nivel Primaria, Retos y Oportunidades de la Neuroeducación, propuesta desde los Estudios Regionales en México" por parte del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) con su programa Estancias Posdoctorales por México.

Referencias

- Alwateer, M., Almars, A., Areed, K., Elhosseini, M., Haikal, A., & Badawy, M. (2021). Ambient Healthcare Approach with Hybrid Whale Optimization Algorithm and Naïve Bayes Classifier. *Sensors*, 21(13), 4579. <https://doi.org/10.3390/s21134579>
- Biessels, G. J., Strachan, M. W., Visseren, F. L., Kappelle, L. J., & Whitmer, R. A. (2014). Dementia and cognitive decline in type 2 diabetes and prediabetic stages: towards targeted interventions. *The Lancet. Diabetes & endocrinology*, 2(3), 246–255. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(13\)70088-3](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(13)70088-3)
- Buendia-Lozada, E. (2022), *github*. environment_neuroeducation: https://github.com/buendiaen1/environment_neuroeducation
- Briz, R. A. & Serrano, A. A. (2018). Aprendizaje de las matemáticas a través de lenguaje de programación R en Educación Secundaria. *Educación matemática*, 30(1), 133-162. <https://doi.org/10.24844/EM3001.05>
- Calderón-Garcidueñas, L., & Ayala, A. (2022). Air Pollution, Ultrafine Particles, and Your Brain: Are Combustion Nanoparticle Emissions and Engineered Nanoparticles Causing Preventable Fatal Neurodegenerative Diseases and Common Neuropsychiatric Outcomes? *Environmental Science & Technology*, 56(11), 6847–6856. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c04706>
- Calderón-Garcidueñas, L., Stommel, E.W., Rajkumar, R.V., Mukherjee, P.S. & Ayala, A. (2021). Particulate Air Pollution and Risk of Neuropsychiatric Outcomes. What We Breathe, Swallow, and Put on Our Skin Matters. *Int J Environ Res Public Health*, 18(21). <https://doi.org/10.3390/ijerph182111568>
- Carracedo, P., Puertas, R., & Marti, L. (2021). Research lines on the impact of the COVID-19 pandemic on business. A text mining analysis. *J Bus Res*, 132, 586-593. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8562908/>
- Coumans, J. M. J., Danner, U. N., Intemann, T., De Decker, A., Hadjigeorgiou, C., Hunsberger, M., Moreno, L. A., Russo, P., Stomfai, S., Veidebaum, T., Adan, R. A. H., Hebestreit, A., & Family Consortium (2018). Emotion-driven impulsiveness and snack food consumption of European adolescents: Results from the I. Family study. *Appetite*, 123, 152–159. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.12.018>
- Chaddock-Heyman, L., Erickson, K. I., Kienzler, C., Drollette, E. S., Raine, L. B., Kao, S. C., Bensken, J., Weissshappel, R., Castelli, D. M., Hillman, C. H., & Kramer, A. F. (2018). Physical Activity Increases White Matter Microstructure in Children. *Frontiers in neuroscience*, 12, 950. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00950>
- Chan, D., & Galli, M. G. (2020) Aplicación de técnicas estadísticas multivariadas con el lenguaje de programación en R en investigaciones educativas del nivel superior. *RAES*, 12(20), 123-136. http://www.revistaraes.net/revistas/raes20_art8.pdf
- Cheng, X., Cao Q., & Liao, S. S. (2020). An overview of literature on COVID-19, MERS and SARS: Using text mining and latent Dirichlet allocation. *Journal of Information Science*, 48(2), 304-320. <https://doi.org/10.1177/0165551520954674>
- Cryer, J. D. & Chan, K. S. (2008). *Times series analysis with applications in R*. Springer.
-
- Torres-Aguilar, X., Buendía-Lozada, E. R. P., & Flores-Olvera, D. M. C. (2023). Uso de lenguaje R en la exploración de hallazgos neurocientíficos en México: medioambiente y neuroeducación. *Transdigital*, 5(9), e289. <https://doi.org/10.56162/transdigital289>

- Ettcheto, M., Busquets, O., Cano, A., Sánchez-Lopez, E., Manzine, P. R., Espinosa-Jimenez, T., Verdaguer, E., Sureda, F. X., Olloquequi, J., Castro-Torres, R. D., Auladell, C., Folch, J., Casadesús, G., & Camins, A. (2021). Pharmacological Strategies to Improve Dendritic Spines in Alzheimer's Disease. *Journal of Alzheimer's disease: JAD*, 82(s1), S91–S107. <https://doi.org/10.3233/JAD-201106>
- Fantini, D. (2019). *easyPubMed: Search and Retrieve Scientific Publication Records from PubMed*. R package version 2.13. <https://CRAN.R-project.org/package=easyPubMed>
- Fuller, R., Landrigan, P., Balakrishnan, K., Bathan, G., Bose-O'Reilly, S., Brauer, M., . . . Yan, C. (2022, Mayo 17). Pollution and health: a progress update. *Lancet Planet Health*. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00090-0](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00090-0)
- Franco-Juárez, B., Gómez-Manzo, S., Hernández-Ochoa, B., Cárdenas-Rodríguez, N., Arreguin-Espinosa, R., Pérez de la Cruz, V., & Ortega-Cuellar, D. (2021). Effects of High Dietary Carbohydrate and Lipid Intake on the Lifespan of *C. elegans*. *Cells*, 10(9), <https://doi.org/10.3390/cells10092359>
- Gabriel-Ortiz, G., Mireles-Ramírez, M. A., Pacheco-Moisés, F. P., Ramírez-Jirano, L. J., Bitzer-Quintero, O. K., Delgado-Lara, D. L., Flores-Alvarado, L.J., Mora-Navarro, M.A., Huerta, M. & Torres-Mendoza, B. (2021). Are electrophysiological and oligodendrocyte alterations an element in the development of multiple sclerosis at the same time as or before the immune response? *International Journal of Neuroscience*, 131(12), 1221-1230. <https://doi.org/10.1080/00207454.2020.1786087>
- Horowitz, A. M., Fan, X., Bieri, G., Smith, L. K., Sanchez-Diaz, C. I., Schroer, A. B., Gontier, G., Casaletto, K. B., Kramer, J. H., Williams, K. E., & Villeda, S. A. (2020). Blood factors transfer beneficial effects of exercise on neurogenesis and cognition to the aged brain. *Science*, 369(6500), 167–173. <https://doi.org/10.1126/science.aaw2622>
- Hoyeol, K. (2022). Sentiment Analysis: Limits and Progress of the Syuzhet Package and its Lexicons. *Digital Humanities Quarterly*, 16(2), 1. <http://www.digitalhumanities.org/dhq/vol/16/2/000612/000612.html>
- Ihaka, R., & Gentleman, R. (1996). R: A Language for data analysis and graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 5, 299-314. <https://doi.org/10.1080/10618600.1996.10474713>
- Jarero-Basulto, J., Gasca-Martínez, Y., Rivera-Cervantes, M., Ureña-Guerrero, M., Fera-Velasco, A., & Beas-Zarate, C. (2018). Interactions Between Epilepsy and Plasticity. *Pharmaceuticals*, 11(17). <https://doi.org/10.3390/ph11010017>
- Jiang, W., & Chen, Y. (2022). Air Pollution, Foreign Direct Investment, and Mental Health: Evidence From China. *Frontiers in public health*, 10, 858672. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.858672>
- Kwartler, T. (2017). *Text Mining in Practice with R*. John Wiley & Sons Ltd.
- Liang, Y. Y., Zhang, L. D., Luo, X., Wu, L. L., Chen, Z. W., Wei, G. H., Zhang, K. Q., Du, Z. A., Li, R. Z., So, K. F., & Li, A. (2022). All roads lead to Rome - a review of the potential mechanisms by which exerkines exhibit neuroprotective effects in Alzheimer's disease. *Neural regeneration research*, 17(6), 1210–1227. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.325012>
-
- Torres-Aguilar, X., Buendía-Lozada, E. R. P., & Flores-Olvera, D. M. C. (2023). Uso de lenguaje R en la exploración de hallazgos neurocientíficos en México: medioambiente y neuroeducación. *Transdigital*, 5(9), e289. <https://doi.org/10.56162/transdigital289>

- Liu, S., Mo, C., Lei, L., Lv, F., Li, J., Xu, X., Lu, P., Wei, G., Huang, X., Zeng, X., & Qiu, X. (2023). Association of ultraprocessed foods consumption and cognitive function among children aged 4-7 years: a cross-sectional data analysis. *Frontiers in nutrition*, *10*, 1272126. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1272126>
- Liu, C., Xie, B., Chou, C. P., Koprowski, C., Zhou, D., Palmer, P., Sun, P., Guo, Q., Duan, L., Sun, X., & Anderson Johnson, C. (2007). Perceived stress, depression and food consumption frequency in the college students of China Seven Cities. *Physiology & behavior*, *92*(4), 748–754. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.05.068>
- Lu, W., Hackman, D. A., & Schwartz, J. (2021). Ambient air pollution associated with lower academic achievement among US children: A nationwide panel study of school districts. *Environmental epidemiology*, *5*(6), e174. <https://doi.org/10.1097/EE9.0000000000000174>
- Martínez-Leo, E., & Segura Campos, M. (2020). Effect of ultra-processed diet on gut microbiota and thus its role in neurodegenerative diseases. *Nutrition*, *71*, 110609. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.110609>
- Medhat, W., Hassan, A. & Korashy (2014). Sentiment analysis algorithms an application: A survey. *Ain Shams Engineering Journal*, *4*(5), 1093-1113. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2014.04.011>
- Miola, A., De Filippis, E., Veldic, M., Ho, A. M., Winham, S. J., Mendoza, M., Romo-Nava, F., Nunez, N. A., Gardea Resendez, M., Prieto, M. L., McElroy, S. L., Biernacka, J. M., Frye, M. A., & Cuellar-Barboza, A. B. (2022). The genetics of bipolar disorder with obesity and type 2 diabetes. *Journal of affective disorders*, *313*, 222–231. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2022.06.084>
- Mohai, P., Kweon, B.S., Lee, S. & Ard, K. (2011). Air pollution around schools is linked to poorer student health and academic performance. *Health Affairs*, *30*(5), 852-862. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2011.0077>
- Mhatre, S. (2020). *RedgateHub*. Text Mining and Sentiment Analysis with R. <https://www.red-gate.com/simple-talk/databases/sql-server/bi-sql-server/text-mining-and-sentiment-analysis-with-r/>
- Najafi, N., Movehed, K., Barzegar, Z., & Samani, S. (2018). Environmental Factors Affecting Students' Stress in the Educational Environment: A Case Study of Shiraz Schools. *International Journal of School Health*, *5*(2), 1-7. <https://doi.org/10.5812/intjsh.67153>
- Nicholson, S., Baccarelli, A., & Prada, D. (2022). Role of brain extracellular vesicles in air pollution-related cognitive impairment and neurodegeneration. *Environ Res*, *204*(Pt C), 112316. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112316>
- Northstone, K., Joinson, C., Emmett, P., Ness, A., & Paus, T. (2012). Are dietary patterns in childhood associated with IQ at 8 years of age? A population-based cohort study. *Journal of epidemiology and community health*, *66*(7), 624–628. <https://doi.org/10.1136/jech.2010.111955>
- Noll, M., Noll P. R. e S., Mendonça, C. R. Dos Santos, R. A. P. & Aparecida, S. E. (2021). Effects of ultra-processed food on cognition and learning of adolescents: a rapid systematic review [version 1; peer review: peer review discontinued]. *F1000Research*, *10*, 866. <https://doi.org/10.12688/f1000research.55336.1>

- Øverby, N. C., Lüdemann, E., & Høigaard, R. (2013). Self-reported learning difficulties and dietary intake in Norwegian adolescents. *Scandinavian Journal of Public Health*, 41(7), 754–760. <https://doi.org/10.1177/1403494813487449>
- Pánico, P., Velasco, M., Salazar, A., Picones, A., Ortiz-Huidobro, R., Guerrero-Palomo, G., Salgado-Bernabé, M. E., Ostrosky-Wegman, P., & Hiriart, M. (2022). Is Arsenic Exposure a Risk Factor for Metabolic Syndrome? A Review of the Potential Mechanisms. *Frontiers in Endocrinology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.878280>
- PYPL. (2024). Página oficial de *The Popularity of Programming Language Index*. <https://pypl.github.io/PYPL.html>
- Riggs, L., Piscione, J., Laughlin, S., Cunningham, T., Timmons, B. W., Courneya, K. S., Bartels, U., Skocic, J., de Medeiros, C., Liu, F., Persadie, N., Scheinemann, K., Scantlebury, N., Szulc, K. U., Bouffet, E., & Mabbott, D. J. (2017). Exercise training for neural recovery in a restricted sample of pediatric brain tumor survivors: a controlled clinical trial with crossover of training versus no training. *Neuro-oncology*, 19(3), 440–450. <https://doi.org/10.1093/neuonc/now177>
- Ramírez-Moreno, M., Duarte-Jurado, A., Gopar-Cuevas, Y., Gonzalez-Alcocer, A., Rodriguez-Rocha, H., & Garcia-Garcia, A. (2019, Mayo 17). Autophagy Stimulation Decreases Dopaminergic Neuronal Death Mediated by Oxidative Stress. *Molecular Neurobiology*, 8136–8156. <https://doi.org/10.1007/s12035-019-01654-1>
- Reinoso Lorente, A., Vázquez Rodríguez, R., & Pérez Risquet, C. (2020). Uso del lenguaje R para el procesamiento de datos y la generación de mapas sobre COVID19. *Revista Cubana de Transformación Digital*, 1(3), 37-50. <https://rctd.uic.cu/rctd/article/view/84/26>
- R Core Team (2022). R: A Language and Environment for Statistical Computing. *R Foundation for Statistical Computing*. <https://www.R-project.org/>
- Silge, J., & Robinson, D. (2022). Relationships between words: n-grams and correlations. *Text Mining with R: A Tidy Approach*. <https://www.tidytextmining.com/ngrams.html>
- Toral-Rios, D., Pichardo-Rojas, P. S., Alonso-Vanegas, M., & Campos-Peña, V. (2020). GSK3β and Tau Protein in Alzheimer's Disease and Epilepsy. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 14(19). <https://doi.org/10.3389/fncel.2020.00019>
- Velásquez, H. J. D., Olaya, O. Y., & Franco, C. C. J. (2010). Análisis y predicción de series de tiempo en mercados de energía usando el lenguaje R. *Dyna*, 78(165), 287-296. <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v78n165/a30v78n165.pdf>
- World Health Organization. (2021) *Obesity and overweight: key facts*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Xiong, X., Zhu, L. N., Dong, X. X., Wang, W., Yan, J., & Chen, A. G. (2018). Aerobic Exercise Intervention Alters Executive Function and White Matter Integrity in Deaf Children: A Randomized Controlled Study. *Neural plasticity*, 3735208. <https://doi.org/10.1155/2018/3735208>
-
- Torres-Aguilar, X., Buendía-Lozada, E. R. P., & Flores-Olvera, D. M. C. (2023). Uso de lenguaje R en la exploración de hallazgos neurocientíficos en México: medioambiente y neuroeducación. *Transdigital*, 5(9), e289. <https://doi.org/10.56162/transdigital289>

Xu, H., Sun, Y., Wan, Y., Zhang, S., Xu, H., Yang, R., Wang, W., Zeng, H., Xu, S., Hao, J. & Tao, F. (2019). Eating pattern and psychological symptoms: A cross-sectional study based on a national large sample of Chinese adolescents. *Journal of Affective Disorders*, 224(1), 155-163. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2018.10.090>

Zahedi, H., Kelishadi, R., Heshmat, R., Motlagh, M. E., Ranjbar, S. H., Ardalan, G., Payab, M., Chinian, M., Asayesh, H., Larijani, B., & Qorbani, M. (2014). Association between junk food consumption and mental health in a national sample of Iranian children and adolescents: the CASPIAN-IV study. *Nutrition*, 30(11-12), 1391-1397. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2014.04.014>