

RUTA DIAMANTE

Vol. 15 Núm. 17 (2026): Epistemología,
gobernanza y sustentabilidad: perspectivas
interdisciplinarias para el desarrollo

Enero-Junio

CIENCIA Y FILOSOFÍA

ISSN-L: 2594-2204.

Revista de la Sociedad de la Información y la
Comunicación

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO



Equipo editorial

EditarEditar Equipo editorial

EDITOR EN JEFE UAEMéx

Luis Aarón Patiño Palafox

FFyL UNAM, **Facultad de Humanidades
UAEMéx**

Correo institucional de la
revista: **lpatinop@uaemex.mx**

Correo personal: lapp1979@gmail.com

SNI: Investigador Nacional Nivel
I (Humanidades)

<https://orcid.org/0000-0001-9398-1423>

CONSEJO EDITORIAL

1. Óscar Luna Tolentino (**UAGro**)

UNAM

SNI: Investigador Nacional Nivel
I (Humanidades)

[0000-0003-1524-2611](https://orcid.org/0000-0003-1524-2611)

Correo: lunamestre@yahoo.com.mx

URL: <http://www.filos.unam.mx/>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1524-2611>

2. Dra. Paula Arizmendi Mar
(**Universidad Iberoamericana**)

Universidad Ibero

ID. [0000-0003-0058-5478](https://orcid.org/0000-0003-0058-5478)

paula.arizmendi@ibero.mx

3. Germán Abraham Becerra Romero

Universidad Autónoma de Guerrero

18674@uagro.mx

<https://orcid.org/0000-0003-0839-7228>

4. Alejandra Ramírez Hernández (Correctora
de estilos)

unam FFyL

Correo: alessandraramh@hotmail.com

URL: <http://www.cienciayfilosofia.org>

5. Elvia Rosas Rivera (**FFyL UNAM**)

Unam FFyL

Correo: elvirros3@gmail.com

[0009-0004-1612-4558](https://orcid.org/0009-0004-1612-4558)

URL: <http://www.filos.unam.mx/>

5. Abigail Tinajero

Instituto Politécnico Nacional.

<https://orcid.org/0000-0003-0206-8378>

Correo: abi.tinajetogarcia@gmail.com

COMITÉ CIENTÍFICO

1. Adolfo Israel Flores Ramírez

**Instituto de Investigaciones Filosóficas de
la Unam**

[0000-0003-4152-7872](https://orcid.org/0000-0003-4152-7872)

Correo: polemospater@hotmail.com

URL: <http://www.filosoficas.unam.mx/>

2. Israel Mendoza Enzaldo (**CECyTEM**)

Correo: analiticamexico2024@gmail.com

ID. [0009-0005-9510-0470](#)

3. Alfonso Vázquez Salazar

Universidad Pedagógica Nacional

Correo: alfonsovazquezsalazar@gmail.com

URL: <http://www.filos.unam.mx/>

<https://www.uacm.edu.mx/>

4. Kirenia Arbelo Plasencia

Universidad Autónoma de Guerrero

ID. [0009-0007-0027-6081](#)

Correo: 13301@uagro.mx

URL: <https://www.uagro.mx/>

INTERNACIONAL

1. [Gonçal Mayos Solsona](#)

Universidad de Barcelona

www.ub.edu/histofilosofia/gmayos

ID. [0000-0001-9017-6816](#)

gmayos@uo.edu

2. Kassoum Soro

Université Alassane Ouattara. Costa de Marfil

kassoumsoro49@yahoo.com

ID. [0009-0002-6253-0229](#)

3. Mario Alberto Alvarado Guerra

Universidad de Edimburgo, UK

[0000-0003-4032-9188](#)

Correo: malvarad@ed.ac.uk

URL: www.ed.ac.uk

http://www.sociology.ed.ac.uk/people/research_students2/mario_alvarado

4. Alejandro Orozco Hidalgo

Université Vincennes-Saint-Denis (Paris VIII) París

Correo: alexor21@hotmail.com

URL: <http://www.sorbonne.fr/>

5. Doris Castañena Abanto

dcastaneda@une.edu.pe

ID. [0000-0002-8709-0832](#)

Universidad Autónoma de Cajamarca Perú

URL: <https://repositorio.unc.edu.pe/browse?ty=author&value=Casta%C3%B1eda+Abanto%2C+Doris+Teresa>

6. Dr. Gerardo Roa Ogando, Decano de la Facultad de Humanidades de la Universidad Autónoma de Santo Domingo

ID. [0000-0003-1899-1183](#)

Correo: groa56@uasd.edu.do

URL: <https://mantenimiento.uasd.edu.do/>

7. Dr. Marcos Zabala Sánchez, director de Planificación de la facultad de Humanidades de la Universidad Autónoma de Santo Domingo

ID. [0009-0005-8833-6047](#)

Correo: mzabala56@uasd.edu.do

URL: <https://mantenimiento.uasd.edu.do/>

8. Riccardo Badini, Profesor del Área de Lengua y Literatura Hispanoamericana de la facultad de Humanidades de Universidad de Cagliari, Italia

ID. [0000-0001-5039-7120](#)

Correo: badini@unica.it

URL: https://web.unica.it/unica/it/ateneo_s07_ss01_sss01.page?contentId=SHD30628

9. Mara Morelli, Investigadora del Departamento de Lengua, traducción y lingüística española de la Universidad de Génova.

ID. [0000-0002-3036-1486](#)

Correo: mara.morelli@unige.it

URL: <https://www.unige.ch/lettres/roman/unites/espagnol/accueil>

10. Dra. Paola Mancosu

Investigadora del Departamento de Linguas y Literatura Extranjera de la Universidad de Milán.

ID. [0000-0001-8188-2129](#)

Correo: paola.mancosu@unimi.it

URL: <https://www.unimi.it/en/ugov/person/paola-mancosu>

COMITÉ TÉCNICO/EDITORIAL

1. Eliud Ely Ruiz Colmenares

Unam FI

[0000-0001-9732-5060](#)

Correo: profesoreliudruiz@gmail.com

URL: <http://seduc.edomex.gob.mx/>

2. Misael Pérez De la Cruz

Cecyt IPN

[0000-0002-1476-3012](#)

Correo: misaelpc@gmail.com

URL: <http://www.ipn.mx/Paginas/inicio.aspx>

Diseñador.

1. David Ricardo Ontiveros Toledo

Correo: mtro.davidricardo@gmail.com

URL: <https://www.acatlan.unam.mx/>

.....

REVISORES DISTINGUIDOS.

[Carlos Oliva Mendoza](#)

Unam FFyL

<https://orcid.org/0000-0002-1426-677X>

Stefan Gandler

UAQ

<https://orcid.org/0000-0002-0593-9805>

Jesús Carlos Hernández Moreno

Unam Fes Acatlán

<https://orcid.org/0000-0003-3407-5740>

Camilo Valqui Cachi

UAGro

ID. [0000-0003-3064-1602](#)

Índice

Artículo de Investigación

- [Ciencias puras, ciencias aplicadas: la dualidad inexistente](#)

García Cabello, 28-49

- [Fortalecimiento de habilidades socioemocionales y tutoría académica: impacto del programa CUNA en el Nivel Medio Superior de la UANL hacia 2025](#)

Islas Castillo, Fernando Javier, 99-17

Artículo Académico

- [Conceptos fundamentales de la mecánica cuántica a partir del encuentro entre Heisenberg y Kant](#)

Carvalho da Silva, Judikael Castelo, 50-68

Artículo de Revisión

- [Agave cupreata, su aprovechamiento como materia prima en el estado de Guerrero](#)

Abelardo Analco-Hernández , Kelly Maribel , Ricardo Salazar, Astudillo-Miller, Yanik Ixchel, Jiménez-Hernández, 5-27

- [Epistemopolítica en la salud: debate contemporáneo](#)

Juan Alberto, 69-98

- [Soberanía alimentaria y su dinamismo en las políticas públicas en México: 2019-2025](#)

Hugo Tavira Chanelo, 118-138

Capítulo de libro

- [EL impacto del dominio del idioma inglés en la internacionalización de la UAGro](#)

Maria Elena Maria Elen Espin Villegas, 139-162

Editorial

El presente volumen de Ciencia y Filosofía reúne un conjunto de investigaciones que, desde diversas disciplinas y enfoques metodológicos, abordan problemáticas centrales para el desarrollo regional, la sostenibilidad y la reflexión epistemológica contemporánea. Bajo el título *Epistemología, gobernanza y sustentabilidad: perspectivas interdisciplinarias para el desarrollo*, este número ofrece un espacio de diálogo crítico donde convergen la filosofía de la ciencia, la biotecnología, la epidemiología crítica, la educación socioemocional y el análisis de políticas públicas.

La pluralidad temática del volumen se manifiesta en artículos que exploran desde la relación entre mecánica cuántica y filosofía kantiana — cuestionando los límites del conocimiento científico— hasta el aprovechamiento sustentable del Agave cupreata en Guerrero, pasando por la crisis del paradigma biomédico y la necesidad de una epistemología política de la salud. Asimismo, se analizan experiencias educativas innovadoras, como el programa CUNA de la UANL, que integra habilidades socioemocionales como estrategia para reducir la deserción escolar. En la misma línea interdisciplinaria, se revisa la evolución del concepto de soberanía alimentaria en las políticas públicas mexicanas, destacando su dinamismo y sus vacíos sistemáticos.

Este número no solo da cuenta de investigaciones rigurosas y originales, sino que también evidencia la vigencia del pensamiento crítico como herramienta para desnaturalizar los discursos hegemónicos y proponer alternativas. En un contexto global marcado por crisis ecológicas, sanitarias y sociales, la articulación entre epistemología, gobernanza y sustentabilidad se presenta como un horizonte necesario para repensar el desarrollo desde una perspectiva situada, equitativa y plural. Confiamos en que las contribuciones aquí reunidas ofrecerán a las y los lectores herramientas conceptuales y empíricas para enfrentar los desafíos del presente con rigor académico y compromiso social.

Doi.

Artículo de revisión

***Agave cupreata* como materia prima en Guerrero, México: revisión sobre su manejo y aprovechamiento**

Agave cupreata as raw material in Guerrero, México: review of its management and use

Agave cupreata como materia-prima em Guerreio, Mexico: revisão de seu manejo e uso

Abelardo Analco-Hernández^{1,2}, ID. 0009-0000-4567-2212

Kelly Maribel Monja-Mio³, ID. 0000-0002-2009-5508

Ricardo Salazar⁴, ID. 0000-0002-5844-8321

María Xochitl Astudillo-Miller², ID. 0000-0002-4418-8573

Yanik Ixchel Maldonado-Astudillo^{1,2}, ID. 0000-0002-5722-9426

Javier Jiménez-Hernández^{1,2*}, ID.0000-0001-9698-2325

¹Facultad de Ciencias Químico Bilógicas, Universidad Autónoma de Guerrero, Av. Lázaro Cárdenas S/N. Ciudad Universitaria Sur, Col. La Haciendita, CP. 39090, Chilpancingo de los Bravos Guerrero.

² Centro de Innovación, Competitividad y Sostenibilidad. Universidad Autónoma de Guerrero. Calle pino s/n Col. El Roble CP. 39640 Acapulco de Juárez, Guerrero.

³Unidad de Biotecnología, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Calle 43 Núm. 130, Chuburná de Hidalgo, Mérida, Yucatán CP. 97200, México.

⁴SECIHTI-Universidad Autónoma de Guerrero, Av. Javier Méndez Aponte Núm. 1, Fracc. Servidor Agrario, CP.39070, Chilpancingo de los Bravos, Guerrero, México.

*Autor de correspondencia: jjimenez@uagro.mx

Recibido: 2026-03-10

Revisado: 2026-26-04

Aprobado: 2026-06-03

Publicado: 2026-07-29

Resumen

Este artículo tiene como objetivo analizar el aprovechamiento del maguey papalote (*Agave cupreata* Trel. & A. Berger) en Guerrero, México, considerando su problemática ecológica, económica y cultural, así como los desafíos asociados a su manejo sostenible. Se llevó a cabo una revisión documental en bases de datos científicas nacionales e internacionales, mediante la selección de literatura arbitrada relacionada con su fisiología, distribución, cultivo, aprovechamiento productivo y marco normativo. La evidencia consultada muestra que el incremento sostenido en la demanda de la bebida espirituosa (mezcal) ha intensificado la extracción de poblaciones silvestres, favoreciendo prácticas de monocultivo y presión sobre los ecosistemas donde se desarrolla la especie. Esta situación ha generado impactos socioambientales, la disminución de la diversidad genética en el agave, degradación de los suelos y alteraciones en las dinámicas ecológicas locales. Así mismo, se identifica limitación en la aplicación de la normativa vigente para regular su aprovechamiento como recurso forestal no maderable. Frente a este panorama, se analizan alternativas orientadas a la sostenibilidad, entre ellas el manejo forestal sustentable, la implementación de esquemas de reforestación, el fortalecimiento de la organización comunitaria y el uso de técnicas de micropropagación para la producción masiva de plantas con calidad sanitaria y potencial de conservación genética. Se concluye que la articulación entre la regulación efectiva, la innovación biotecnológica y estrategias de manejo integral resulta fundamental para garantizar la permanencia del *A. cupreata* como un recurso estratégico para el sector mezcalero en el estado de Guerrero.

Palabras clave: *Agave cupreata*, bebidas espirituosas, aprovechamiento, legislación, cultivo *in vitro*, importancia económica.

Abstract

This article aims to analyze the use of the papalote maguey (*Agave cupreata* Trel. & A. Berger) in Guerrero, Mexico, considering its ecological, economic, and cultural issues, as well as the challenges associated with its sustainable management. A literature review was conducted using national and international scientific databases, selecting peer-reviewed literature related to its physiology, distribution, cultivation, productive use, and regulatory framework. The evidence consulted shows that the sustained increase in demand for the spirit (mezcal) has intensified the extraction of wild populations, favoring monoculture practices and putting pressure on the ecosystems where the species grows. This situation has generated socio-environmental impacts, a decrease in the genetic diversity of the agave, soil degradation, and alterations in local ecological dynamics. Furthermore, limitations in the application of current regulations governing its use as a non-timber forest resource were identified. Given this situation, alternatives focused on sustainability are analyzed, including sustainable forest management, the implementation of reforestation programs, the strengthening of community organization, and the use of micropropagation techniques for the mass production of plants with sanitary quality and genetic conservation potential. It is concluded that the integration of effective regulation, biotechnological innovation, and comprehensive management strategies is fundamental to ensuring the continued existence of *Agave cupreata* as a strategic resource for the mezcal sector in the state of Guerrero.

Keywords: *Agave cupreata*, spirits, utilization, legislation, in vitro cultivation, economic importance.

Resumo

Este artigo tem como objetivo analisar o uso do agave-papalote (*Agave cupreata* Trel. & A. Berger) em Guerrero, México, considerando suas questões ecológicas, econômicas e culturais, bem como os desafios associados ao seu manejo sustentável. Foi realizada uma revisão bibliográfica utilizando bases de dados científicas nacionais e internacionais, selecionando literatura revisada por pares relacionada à sua fisiologia, distribuição, cultivo, uso produtivo e marco regulatório. As evidências consultadas mostram que o aumento contínuo da demanda pela bebida (mezcal) intensificou a extração de populações silvestres,

favorecendo práticas de monocultura e pressionando os ecossistemas onde a espécie cresce. Essa situação gerou impactos socioambientais, diminuição da diversidade genética do agave, degradação do solo e alterações na dinâmica ecológica local. Além disso, foram identificadas limitações na aplicação das regulamentações vigentes que regem seu uso como recurso florestal não madeireiro. Diante dessa situação, são analisadas alternativas focadas na sustentabilidade, incluindo o manejo florestal sustentável, a implementação de programas de reflorestamento, o fortalecimento da organização comunitária e o uso de técnicas de micropropagação para a produção em massa de plantas com qualidade sanitária e potencial de conservação genética. Conclui-se que a integração de regulamentação eficaz, inovação biotecnológica e estratégias de manejo abrangentes é fundamental para assegurar a continuidade da *Agave cupreata* como recurso estratégico para o setor de mezcal no estado de Guerrero.

Palavras-chave: *Agave cupreata*, bebidas destiladas, utilização, legislação, cultivo in vitro, importância econômica.

I. Introducción

A partir del año 2000, la creciente demanda mundial de mezcal propició una intensificación y expansión de las áreas de extracción de agave mezcalero. Para satisfacer esta demanda, la industria recurrió a materia prima de regiones tradicionales como Oaxaca y Guerrero, lo cual alteró los procesos de elaboración y comercialización del mezcal. Los productores adoptaron técnicas de cultivo tradicionales modificadas, incrementaron el uso de agroquímicos, suprimieron los periodos de descanso del suelo y abandonaron prácticas como la rotación y la asociación con otros cultivos, transformando la actividad en un monocultivo. En diversas zonas mezcaleras, las tierras sobreexplotadas experimentaron erosión y desertificación. Estos sistemas de monocultivo técnico-intensivo generaron impactos socioambientales negativos (Olvera Vargas et al., 2022; Torres García et al., 2019).

La planta de agave es considerada como un recurso económico y cultural importante en México, es una especie de planta nativa de las regiones semiáridas y áridas del país (LeGuzmán et al., 2017). Desde tiempos prehispánicos, estas especies del género agave han sido muy importantes para los pobladores de México, considerándolas como una de las opciones productivas en el sector mezcalero (Avendaño Arrazate et al., 2015). Sin embargo, se debe tener en cuenta que la sobreexplotación y destrucción del hábitat silvestre amenazan la existencia de muchas poblaciones de agave (Martín et al., 2011).

México tiene el 75 % de las especies de agave reportadas en el mundo (Flores Maya et al., 2010). En 1984, se reportaron 104 especies de agave endémicas en México, pero en el 2002 se informó de la existencia de 129 especies endémicas en el país (García Mendoza, 2007). Se han reportado 186 taxones; el 69 % son endémicos en el territorio mexicano. Gentry (1982) dividió el género en dos subgéneros: *Littaea* con 53 especies en 8 grupos, y *Agave* con 102 especies en 12 grupos. La diferencia entre los dos subgéneros es la inflorescencia; para *littaea* la inflorescencia es espigada con flores en pares, mientras que para el subgénero *agave* la inflorescencia es paniculada, es decir, las flores se encuentran en grandes agregados umbelados en pedicelos laterales (Barrios Ayala et al., 2015).

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo sistematizar y analizar la evidencia científica disponible sobre la biología, dinámica poblacional, sistema de manejo, alternativas

biotecnológicas, marco normativo e impacto económico de *Agave cupreata* en Guerrero, México, con el propósito de evaluar su sostenibilidad e identificar brechas de conocimiento.

II. Metodología

Se realizó una investigación documental con una estrategia de búsqueda en bases de datos científicas como Scopus, Web of Science, Scielo y Google scholar. Se utilizaron combinaciones booleanas en inglés y español relacionadas con *Agave cupreata*, (“*Agave cupreata*”) AND (manejo OR sustainability OR micropropagation OR mezcal OR legislation OR “non-timber forest resources”).

Se incluyeron artículos científicos arbitrados, estudios ecológicos, demográficos, productivos o biotecnológicos, investigaciones con información específica sobre *A. cupreata*, revisiones publicadas principalmente entre 2000 y 2024. Se identificaron 120 registros tras eliminar duplicados (n=18), se evaluaron 102 por título y resumen, se excluyeron 27 por irrelevancia temática, se analizaron 75 registros completos que cumplieron criterios metodológicos y alineación territorial, se seleccionaron 49 fuentes que sustentan la presente revisión.

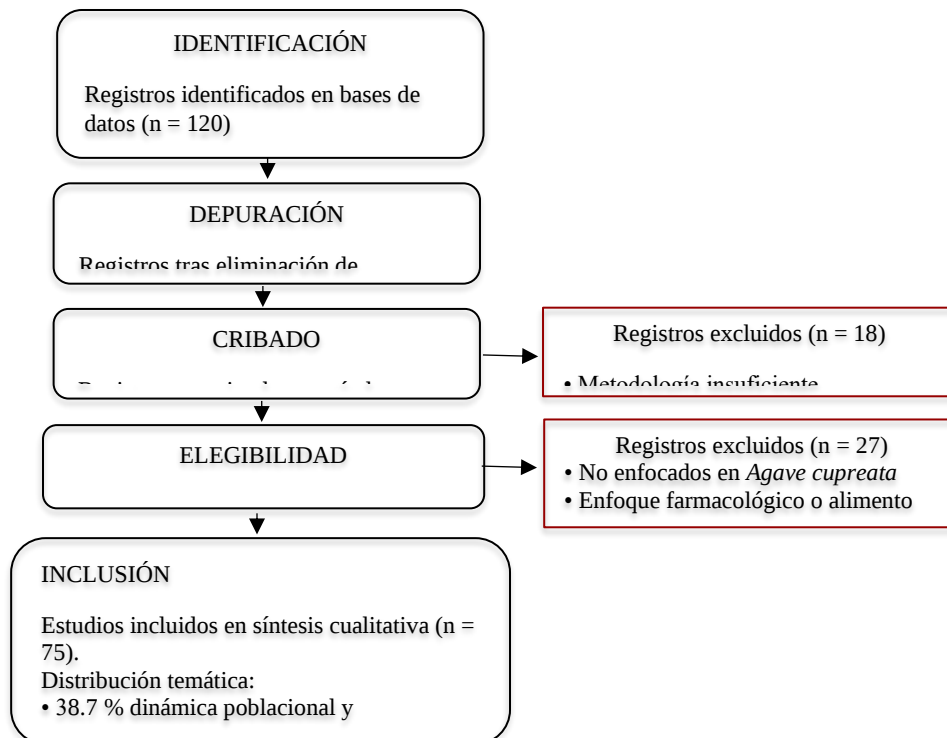


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de selección de estudios conforme a PRISMA 2020. Elaboración propia.

III. Características biológicas y fisiológicas del *Agave cupreata*

Agave cupreata Trel. & A. Berger es una especie monocárpica y semélpara que alcanza la madurez reproductiva entre los 7 y 15 años (Avendaño Arrazate et al., 2015). Presenta hábito en roseta, hojas lanceoladas con espinas marginales de tonalidad cobriza y una inflorescencia que puede alcanzar hasta 6 m de altura y que va montada en un escapo en forma de tallo, que permite que las flores se encuentren expuestas de manera visible sobre el escapo o quíote (Figura 2) (García Meneses, 2004; Mendoza Ramírez y Arreola Gómez, 2007) (Sáenz Romero et al., 2012).

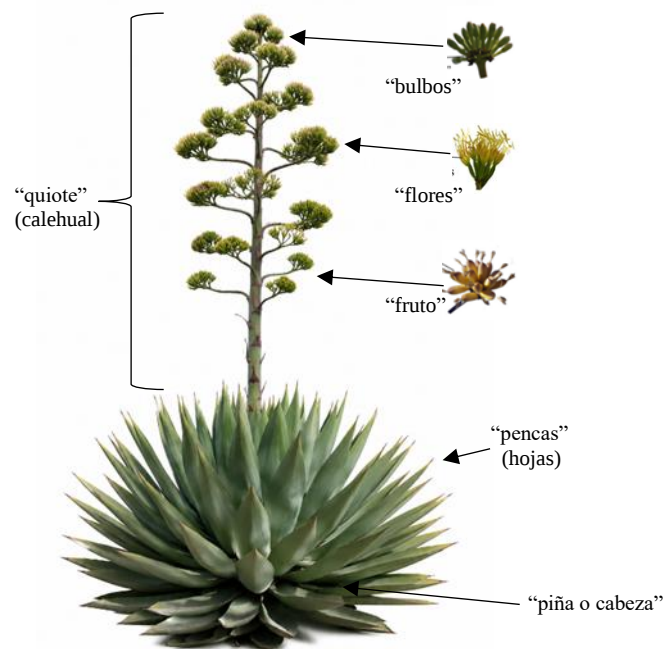


Figura 2. Partes que conforman una planta de agave.

Sus flores son de un color amarillo claro a fuerte; esto lo hace visibles para la fauna visitante (polinizadores). Entre ellos se reportan mariposas, colibríes, abejas y murciélago. En cuanto a la característica de su fruto, es de un color verde claro a intenso; posteriormente se torna amarillo claro, amarillo fuerte a rojizo. Puede presentar poca dehiscencia (separación) en el fruto, sin embargo, algunos pueden presentar alta dehiscencia y su composición en peso va de un 60 % de cáscara, 39 % de viabilidad en la semilla y 1 % de semilla vana. La semilla tiene una característica particular va de un tono negro a negro intenso con una forma común semitriangular cuando se encuentra en un buen estado de viabilidad, y tiene forma de arco (Figura 3d) (Avendaño Arrazate et al., 2015; Eguiarte et al., 2000; García Meneses, 2004). Taxonómicamente pertenece al Reino plantae, división Manoliophyta, clase Liliales, familia Asparagaceae, subfamilia Agavoideae, género *Agave*, especie *A. cupreata* (Salazar et al., 2017).

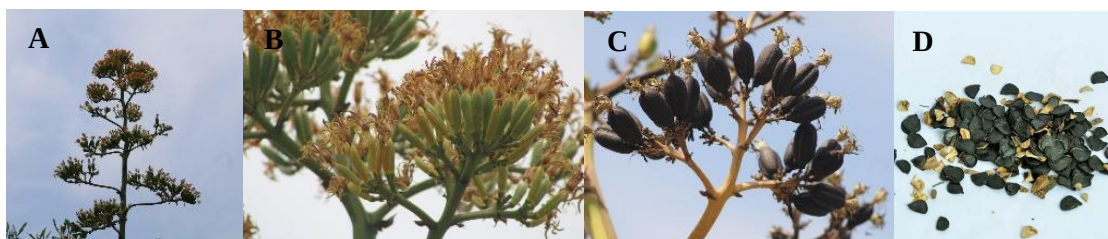


Figura 3. Características del agave a) inflorescencia, b) flores, c) fruto, d) semillas. Fuente propia.

Fisiológicamente, posee el Metabolismo Ácido de las Crasuláceas (CAM), lo que le permite alta eficiencia en el uso del agua y adaptación a climas áridos. Esta característica le permite la fijación nocturna de CO_2 , reduciendo la pérdida de agua por transpiración y favoreciendo su desarrollo en condiciones de baja precipitación. Su reproducción es predominantemente sexual y depende de polinizadores como los murciélagos, colibríes e insectos. Su limitada regeneración vegetativa incrementa su vulnerabilidad ante la sobreexplotación (Bermúdez Bazán et al., 2021; Black et al., 2003) .

IV. Distribución y hábitat

Las plantas del género agave son endémicas de América y su distribución se extiende desde el sur de los Estados Unidos hasta Colombia y Venezuela (Chávez Parga et al., 2016). En el caso de *A. cupreata* su distribución es restringida y se localiza principalmente en la Depresión del Balsas, en altitudes entre 1 220 a 1 850 m de altura, que es una región semiárida del estado de Guerrero y Michoacán (Avendaño Arrazate et al., 2015). En Guerrero, municipios como Chilapa de Álvarez, Heliodoro Castillo, Teloloapan y Tlapa de Comonfort concentran poblaciones naturales significativas, debido a que presentan características edafológicas y climas óptimos (altitud, tipos de suelo, clima y precipitación anual) (Figura 4). En Guerrero, se ha determinado un total de 673 084 16 ha con potencial agroecológico óptimo para llevarse a cabo establecimientos de plantaciones de *A. cupreata*, esto representa el 10.59 % del territorio estatal (Hernández Castro et al., 2024). Esta planta también ha sido reportada en otros estados como Michoacán, Morelos y Oaxaca, así mismo, la Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) la ha documentado en Jalisco, Colima y Durango, pero con menos población de esta especie y solo en algunos municipios (Ramírez Guerrero et al., 2017).

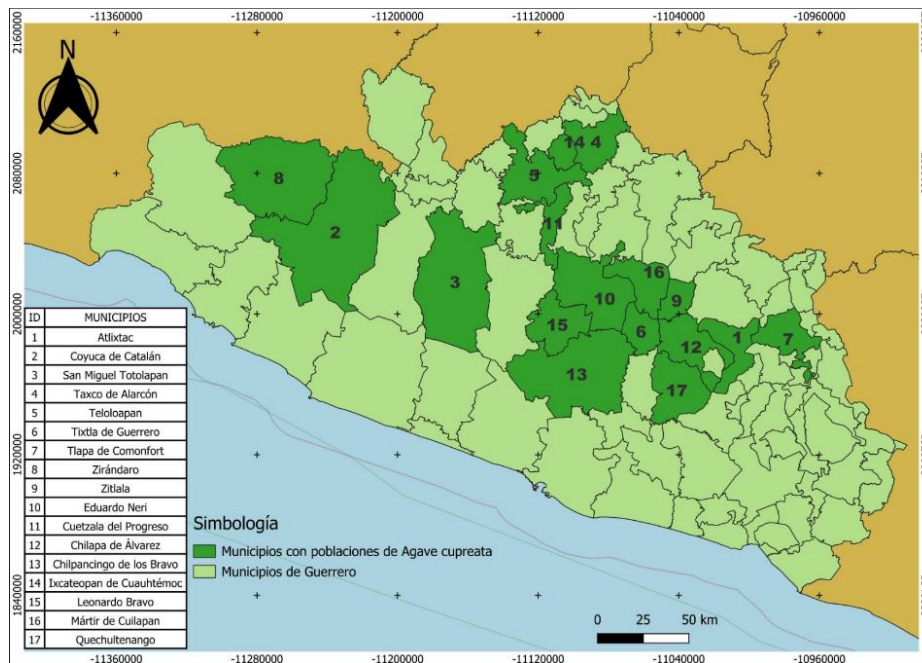


Figura 4. Distribución de poblaciones de *Agave cupreata* en el estado de Guerrero con (SIAP, 2026), fuente: propia

A. cupreata se desarrolla en laderas poco abruptas con vegetación caducifolia y suelos de origen volcánico o sedimentario adaptados a climas cálidos subúmedos y semiáridos (Martínez Palacios et al., 2011).

V. Sistemas de manejo y cultivo

El manejo de *A. cupreata* puede clasificarse en tres modalidades: silvestre, tradicional diversificado y cultivo *ex situ*. Estudios demográficos indican una tasa de crecimiento poblacional menores a uno en algunas zonas, lo que sugiere una disminución progresiva de poblaciones bajo condiciones de extracción intensiva. Esto indica un decremento de las poblaciones a un ritmo del 3 a 5 % anual, lo cual sugiere que el agave está en peligro de desaparecer en un mediano plazo si no se garantiza el reclutamiento y la supervivencia de nuevos individuos (Illsley et al., 2007).

La cosecha tradicional identifica dos estados de madurez: “velilla” y “capón”, éste último asociado a mayor concentración de azúcares en la piña. Sin embargo, la extracción sistemática de individuos reproductivos compromete la regeneración natural (Mendoza Ramírez y Arreola Gómez, 2007).

Para el aprovechamiento y recolección del *A. cupreata* los maestros mezcaleros utilizan técnicas con base a la experiencia adquirida a través de los años y que seguirán utilizándose, estas estrategias de cultivo las emplean para la producción de mezcal, en la selección del agave identifican dos estados de madurez del *A. cupreata*:

Velilla. Es el punto donde la parte central del agave comienza a crecer un poco más larga y delgada se dispone a desarrollar un calehual (Figura 5a).

Capón. Una vez que el calehual ha alcanzado una altura aproximada de un metro, es cortado; los agaves se quedan por aproximadamente no mayor a un año en campo para concentrar los azúcares en la piña y poder ser cosechados (Figura 5b) (Illsley Granich et al., 2018; López Serrano et al., 2021; R. Kirchmayr et al., 2014).

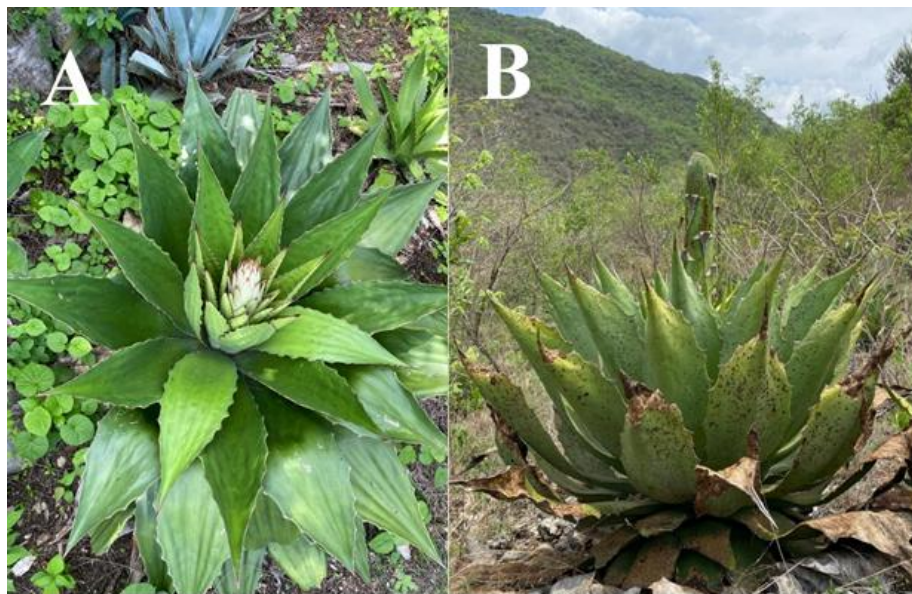


Figura 5. Puntos de madurez del *Agave cupreata*: a) velilla, b) capón. Fotografías tomadas en la comunidad de Axaxacualco Guerrero.

VI. Micropropagación y alternativas biotecnológicas

La micropropagación *in vitro* constituye una alternativa prometedora para la producción masiva de plantas libres de patógenos y con características genéticas deseables. Diversos estudios en otras especies de *Agave* han demostrado la eficacia de medios de cultivo suplementado con reguladores de crecimiento como benzilaminopurina (BAP). y auxinas para inducir brotes y enraizamiento.

Se han publicado alternativas enfocadas a la micropropagación de agave para algunas especies, así como el proceso de regeneración del explante ya sea por (hoja, embrión cigoto, tallo, raíz), el medio de cultivo y las concentraciones de los reguladores de crecimiento empleados suelen ser específicos para cada protocolo (Gutiérrez Mora et al., 2024).

Se han desarrollado protocolos para *A. tequilana* y *A. angustifolia*, sin embargo, la información específica para *A. cupreata* aún es limitada, lo que representa un área de oportunidad prioritaria de investigación. La implementación de programas de

micropropagación podría reducir la presión en las plantaciones silvestres y permitir su recuperación.

Esta estrategia contribuye a la sustentabilidad y mejoramiento en la producción de agave. Su uso tiene un impacto en la producción comercial, obteniendo clonas sanas que estén libres de enfermedad para llevarse a campo (Camacho Ruiz et al., 2023).

En la Universidad autónoma de Aguascalientes, se realizó una investigación del efecto de citocininas en la propagación *in vitro* de agaves mexicanos en la regeneración de brotes a partir de meristemos entre las especies estudiadas se encontraba *A. cupreata* estas se sometieron a tratamiento con diferentes concentraciones de citocininas por lo que se encontró como resultado que para *A. cupreata* las concentraciones de 1.5 mg L de benciladenina (BA), dio en promedio 10.5 brotes por explante; y 2.0 mg L de 6- γ,γ -dimetilalilaminopurina (2iP) dio un promedio de 10.0 brotes por explantes, considerando estas fitohormonas como las mas recomendables para esta especie de agave (Domínguez Rosales et al., 2008).

Otro estudio realizado en el Centro de Investigación Científica de Yucatán, Acapulco, Gro, México, sobre la Influencia de la edad de la planta madre en la propagación *in vitro* de *Agave cupreata* Tlel. & A. Berger mediante organogénesis, donde se evaluó el efecto de la edad de la planta madre (6,12,18 y 24 meses), los resultados mostraron que la edad de la planta está directamente asociada con el desarrollo morfológico: es decir, las plantas de seis meses de edad contenían el menor número de hojas, en la inducción a *in vitro* mostro que la contaminación fue mayor en los explantes de 24 meses. sin embargo, se observaron niveles de productividad muy bajos (≤ 10 brotes), bajos (11–30), medios (31–50), altos (51–80) y muy altos (>80) independientemente de la edad durante la etapa de inducción (Monja Mio et al., 2026). Sin embargo, a un hace falta seguir explorando sobre la propagación *in vitro* de *Agave cupreata* y su aclimatación.

Por otro lado se ha trabajo con otras especies de agave en el Centro de Investigación Científica de Yucatán se trabajó la embriogénesis somática directa de *Agave fourcroydes* Lem. Mediante cultivo en capas finas de células, utilizando tejidos de la base de la hoja y tallo del agave, empleando tratamientos con auxinas como 2,4-D, Dicamba y Picloram. Encontrando que los tejidos del tallo presentaron mayor respuesta embriogénica que las bases de las hojas de igual manera, el tratamiento más eficaz fue Dicamba (2.26 μM) seguido de

Picloram (2.07 μM), denotando también que utilizando concentraciones más altas la inducción de embriones disminuye (Monja Mio y Robert, 2013).

Actualmente, existen algunos procedimientos de micropropagación y aclimatación de agaves, como el *Agave inaequidens* Koch (Aureoles Rodríguez et al., 2008), *Agave fourcroydes* Lem (Garriga Caraballo et al., 2010), *Agave tequilana* Weber (Angeles Espino et al., 2012; Portillo et al., 2007), *Agave americana* var. *oaxacensis* (Miguel Luna et al., 2018) y *Agave Angustifolia* Haw (Monja Mio et al., 2015; Ríos Ramírez et al., 2017).

VII. Importancia económica

El *A. cupreata* es la principal materia prima para la elaboración de mezcal en el estado de Guerrero, ya que, aunque existen otras especies (*A. angustifolia*, *A. sacatoro*, *A. rhodacantha*), su uso es menor de dichas especies. El sector involucra cientos de productores y representa una actividad económica estratégica en las regiones Centro, sierra y Montaña del estado.

El crecimiento del mercado ha impulsado la generación de empleo rural en la producción de mezcal; no obstante, también ha intensificado la extracción de plantas silvestres, lo que es una causa de la disminución de las poblaciones de la especie (Eguiarte et al., 2000; Illsley Granich et al., 2018).

Además de la producción de mezcal, la especie posee potencial para la producción de jarabes (Stewart, 2015) y compuestos prebióticos derivados de fructanos, que contemplan cinco grupos: inulina, inulina neoseries, levanos, levanos neoseries y fructanos mixtos; ampliando su valor agregado (Álvarez Dolores et al., 2023; Waleckx et al., 2008).

Para el 2019, el Estado de Guerrero ocupaba el segundo lugar en producción de agave, con 33 000 toneladas. Lo cual generó ganancias superiores a los 7.8 millones de dólares, por lo que se le ha considerado uno de los principales estados productores de mezcal desde hace diez años, aprovechando como materia prima al *A. cupreata*, también conocido como Papalote, que predomina en la región como planta silvestre (Olvera Vargas et al., 2022). En el 2020 la producción de mezcal en el Estado de Guerrero dejaba un valor de 191.0 millones de pesos (Plan Estatal de Desarrollo Guerrero., 2022). En Guerrero se comercializan aproximadamente 1 400 000 litros de mezcal, producidos por 775 productores de agave y

450 productores de mezcal (Esquivel García et al., 2020; Martínez Aguilar y Peña Álvarez, 2009).

En el 2021, Guerrero ocupó el sexto lugar con el 0.90 % en producción de mezcal y para 2022 se incrementó ocupando el cuarto lugar con un 0.94 % en producción de mezcal. La producción de mezcal proviene de 9 estados de México, los cuales están protegidos con la denominación de origen, entre los cuales Oaxaca domina con el (90.51 %), seguido de Puebla (4.94 %), Michoacán (1.33 %), Durango (1.07 %), San Luis Potosí (0.88 %) y en sexto lugar Guerrero (0.68 %) (Comercam, 2022, 2023, 2024).

Se ha reportado que en México se utilizan 74 especies de agaves como fuente de alimento, bebidas fermentadas o destiladas, fibra y forraje, sin embargo, de estas, 42 especies se utilizan para producir mezcal en 27 Estados de México (Martin et al., 2011). En Guerrero, una de las principales actividades económicas es el sector mezcalero, en más de 80 localidades ubicadas en 18 municipios de las regiones Centro, Costa Grande, Tierra Caliente, Norte y Montaña, zonas dedicadas a la producción de mezcal a partir de la especie de *A. cupreata* (Susano García et al., 2014).

VIII. Marco normativo

El aprovechamiento de *A. cupreata* se encuentra sujeto a la regulación por la Ley General de Desarrollo forestal sustentable (DOF 01-04-2024, artículo 3, fracción IX), el cual señala la importancia de regular el aprovechamiento y uso de los recursos forestales maderables y no maderables; y por normas oficiales relacionadas con recursos forestales no maderables (NOM-007-SEMARNAT-1997) y la denominación de origen del mezcal (Esteban Marina, 2016).

Considerando la diversidad de especies de agaves en México, como el *A. cupreata* y su uso como materia prima para la producción de alimentos y bebidas en Guerrero, es necesario reglamentar y proteger con normas nacionales e internacionales su explotación, para garantizar la supervivencia de este recurso no maderable (Esquivel García et al., 2020).

Para la protección de las especies de agave tenemos la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental, especies nativas de México de flora y fauna silvestre-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de

lista de especies en riesgo. *A. cupreata* no se encuentra enlistado actualmente en esta norma, lo cual sugiere que sus poblaciones silvestres se encuentran estables; sin embargo, esta norma requiere de actualización dado que han pasado 16 años desde su publicación y las poblaciones de agaves silvestres han sufrido mucha presión por las actividades humanas durante este periodo.

Esta Norma Oficial Mexicana, tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestre en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción, por lo que es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional (Herrera Flores, 2010).

La NOM-070-SCFI-2016 Bebidas Alcohólicas-Mezcal Especificaciones, hace referencia a la Denominación de Origen Mezcal, cuya titularidad corresponde al Estado Mexicano bajo los términos contenidos en la Ley de la Propiedad Industrial. En el apartado 4.1 de esta norma, aborda sobre la materia prima para la elaboración de mezcal, establece que todos los predios deben estar registrados y regulados para el aprovechamiento del agave, ya que los agaves deben cosecharse maduros (Esteban Marina, 2016). La regulación del aprovechamiento responde a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-007-SEMARNAT-1997, esta norma establece los lineamientos para la extracción de los Recursos Forestales No Maderables (RFNM), en particular para los agaves mezcaleros, donde se menciona que se debe notificar la cantidad del recurso por extraer en el área forestal de interés, es decir, al peso fresco total de las “piñas”. Ya que la estimación de las existencias reales es un parámetro de interés para el seguimiento y control del aprovechamiento. No obstante, a la fecha se carece de un método estandarizado que le permita al productor conocer el potencial de recolecta y al técnico forestal evaluar el proceso, de manera práctica y confiable (Barbosa Huerta et al., 2015).

No obstante, aún persisten desafíos en la aplicación efectiva de estas regulaciones, particularmente en la estimación de existencias reales de plantaciones de agave y en el monitoreo del volumen extraído. La falta de métodos estandarizados dificulta la evaluación del impacto productivo sobre poblaciones naturales.

IX. Discusión

La evidencia revisada confirma que *A. cupreata* representa un recurso estratégico con alto valor biocultural y económico. Sin embargo, la creciente demanda de la bebida espirituosa denominada mezcal ha generado un escenario de presión ecológica, provocando depredación de la planta y esto compromete su sostenibilidad a mediano plazo.

Algunas especies de agaves tiene la capacidad de reproducirse clonalmente; sin embargo, *Agave cupreata* se reproduce exclusivamente de manera sexual y al ser cosechadas para la producción de mezcal sin llegar a producir semillas las poblaciones se ven afectadas reduciendo drásticamente el número de plantas (Jiménez Valdés et al., 2010).

La transición hacia modelos de manejo más sostenibles requiere integrar:

1. Regulación efectiva y monitoreo técnico de las plantaciones silvestres y cultivos.
2. Reforestación con plantas de agave con una base genética diversa.
3. Fortalecimiento del manejo comunitario del cultivo de agave.
4. Incorporación de biotecnologías como la micropropagación para las plantas de agave.

La sostenibilidad de este importante recurso no maderable, no depende únicamente de la producción, sino de la articulación entre la ciencia, política pública y conocimiento tradicional.

En una de las regiones montañosa de Guerrero se ha practicado el manejo agroforestal de agave con mira hacia la sostenibilidad, y se ha dado una interacción entre grupos de productores de mezcal de una comunidad (Acateyahualco) y la organización GEA AC, con la finalidad de generar estudios demográficos de poblaciones silvestres de *Agave cupreata* aplicando así un sistema de monitoreo sistemático anual de la planta (Illsley et al., 2007; Illsley Granich et al., 2018).

Sin duda alguna los esfuerzos para el manejo y conservación del *Agave cupreata* deben ser prioritarios para conservar la disponibilidad de las plantas en un futuro y garantizar la sostenibilidad en la industria mezcalera del estado de Guerrero.

X. Conclusiones

El *Agave cupreata* constituye un pilar ecológico, cultural y económico en Guerrero el cual es utilizado por excelencia para la producción de mezcal artesanal, el cual tiene una amplia tradición y es considerado importante patrimonio cultural de las comunidades productoras. Su explotación intensiva impulsada por un creciente mercado nacional e internacional del mezcal, incrementa de manera gradual los riesgos de degradación ambiental y pérdida de la diversidad genética.

En cuanto al manejo de cultivo del *Agave cupreata* en Guerrero, hasta ahora no se aplican estrategias bien establecidas para garantizar la sostenibilidad en la industria mezcalera del estado. Una alternativa a la sostenibilidad es el cultivo *in vitro* de agave que permite multiplicar plantas de manera rápida y controlada, preservando la diversidad genética y reduciendo la presión sobre poblaciones silvestre de agave.

Si bien, existe un marco normativo para su regulación, su aplicación presenta limitaciones técnicas y operativas. La adopción de estrategias integrales que incluyan el manejo forestal sustentable, restauración ecológica y micropropagación es fundamental para reducir las presiones ambientales sobre las poblaciones silvestres.

Garantizar la sostenibilidad de la especie implica fortalecer la gobernanza ambiental, promover la innovación biotecnológica y consolidar esquemas productivos responsables que aseguren su permanencia como recurso estratégico estatal.

XI. Referencias

- Álvarez Dolores, V., Valle-de la paz, M., Reyes Ríos, R., & Perales Rosas, D. (2023). *Agave cupreata* fructans, encapsulation as pro and prebiotics. *Journal of Applied Biotechnology & Bioengineering*, 10(5), 159–162. <https://doi.org/10.15406/jabb.2023.10.00343>
- Angeles Espino, A., Valencia Botín, A. J., Virgen. Calleros, G., Ramírez. Serrano, C., Paredes Gutiérrez, L., & Hurtado. De La Peña, S. (2012). Micropropagación de agave (*Agave tequilana* Weber. var. Azul) a través de yemas axilares. In *Tropical and Subtropical Agroecosystems* (Vol. 15).
- Aureoles Rodríguez, F., Rodríguez De La O, J. L., Legaria Solano, J. P., Sahagún Castellanos, J., & Peña Ortega, M. G. (2008). Propagación *in vitro* del maguey bruto (*Agave inaequidens* Kock), una especie amenazada de interés económico. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 14(3), 263–269.
- Avendaño Arrazate, C., Iracheta Don juan, L., Gódinez Aguilar, J. C., López Gómez, P., & Barrios Ayala, A. (2015). Caracterización morfológica de *Agave cupreata*, especie endémica de México. *Revista Internacional de Botánica Experimental*, 148–162.
- Barbosa Huerta, M., Aureoles Cornejo, S., Díaz Lizama, R. A., & Gómez Pozos, M. (2015). *Ley general de desarrollo forestal sustentable*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf>
- Barrios Ayala, A., Otero Sánchez, M. alejandro, & C. Ariza. Flores Rafael. (2015). *Caracterización Morfológica de Agave cupreata y Variabilidad de sus Descriptores* (Vol. 1, Number 2). www.ecorfan.org/spain
- Bermúdez Bazán, M., Castillo Herrera, G. A., Urias Silvas, J. E., Escobedo Reyes, A., & Estarrón Espinosa, M. (2021). Hunting bioactive molecules from the agave genus: An update on extraction and biological potential. In *Molecules* (Vol. 26, Number 22). MDPI. <https://doi.org/10.3390/molecules26226789>
- Black, C. C., Barry, C., Vickery, H., Walker, D., & Winter, K. (2003). Crassulacean acid metabolism photosynthesis: “working the night shift.” *Photosynthesis Research*, 76, 329–341.
- Camacho Ruiz, R. M., Gutiérrez Mora, A., & Gschaedler Mathis, A. C. (2023). *Los agaves y sus derivados*. https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_655cfa87094a5.pdf

- Chávez Parga, Ma. D. C., Pérez Hernández, E., & González Hernández, J. C. (2016). Revisión del agave y el mezcal. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 18(1). <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n1.49552>
- Comercam. (2022). *Informe estadístico, Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal*, A.C. https://comercam-dom.org.mx/wp-content/uploads/2022/06/INFORME-2022-_II_-SINTESIS.pdf
- Comercam. (2023). *Informe estadístico, Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal* A.C. https://comercam-dom.org.mx/wp-content/uploads/2023/05/INFORME-2023_PUBLICO.pdf
- Comercam. (2024). *Informe estadístico, Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal*. https://comercam-dom.org.mx/wp-content/uploads/2024/04/PUBLICO_INFORME_2024.pdf
- Domínguez Rosales, M. S., Alpuche Solís, Á. G., Vasco Méndez, N. L., & Pérez Molphe Balch, E. (2008). Efecto de citocininas en la propagación *in vitro* de Agaves mexicanos. In *Artículo Científico Rev. Fitotec. Mex* (Vol. 31, Number 4).
- Eguiarte, L. E., Souza, V., & Silva-Montellano, A. (2000). Evolución de la familia Agavaceae: Filogenia, biología reproductiva y genética de poblaciones. *Botanical Sciences*, (66), 131–150. <https://doi.org/10.17129/botsci.1618>
- Esquivel García, M., Muñoz Belmonte, Ma. L., Ocampo Fernández, V. M., & Alanís Cantú, R. (2020). *Distribución del Agave cupreata a las mezcaleras del Estado de Guerrero basado en programación lineal*. 8, 13–19.
- Esteban Marina, A. U. (2016). *NORMA Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-2016, Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones*. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/6437/seeco11_C/seeco11_C.html
- Flores Maya, S., Moreno Ramírez, J. C., Romero Rangel, S., & Rojas Zenteno, C. (2010). *Análisis morfológico y cariológico de Agave karwinskii Zucc. y Agave macroacantha Zucc. en el municipio de Zapotitlán Salinas, Puebla*. <http://www.iztacala.unam.mx/biocyt>
- García Mendoza, J. A. (2007). *Los agaves de México*. <https://www.researchgate.net/publication/26549731>

- García Meneses, M. P. (2004). *Reproducción y germinación de Agave cupreata Trel and Berger (Agavaceae) en la localidad de Ayahualco, Guerrero*.
<https://www.researchgate.net/publication/272416671>
- Garriga Caraballo, M., González Oramas, G., Alemán García, S., Abreu Cruz, E., Quiroz Bravo, K., D.S. Caligari, P., & García Gonzáles, R. (2010). Management of auxin-cytokinin interactions to improve micropropagation protocol of henequen (*Agave fourcroydes* Lem.). *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(4), 545–551.
<https://doi.org/10.4067/s0718-58392010000400003>
- Gutiérrez Mora, Rodríguez Domínguez, A., & Rodríguez Garay. (2024). *Micropropagation of agave: a systematic review*.
<https://pdf.blucher.com.br/engineeringproceedings/siintec2024/393782.pdf>
- Hernández Castro, E., Huerta Zavala, J., Espinosa Rodríguez, M., Sarmiento Villagrana, A., Ochoa Miranda, R., & Segura Pacheco, H. R. (2024). Areas with agroecological potential for *Agave cupreata* (Trel. & Amp; Berger) plantations in Guerrero, México. *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v17i12.2920>
- Herrera Flores, S. D. (2010). NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental- especies nativas de México de flora y fauna silvestre categorías de riesgo y especificaciones para su. inclusión, exclusión o cambio lista de especies en riesgo. In *Diario Oficial de la Federación*. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>
- Illsley, C., Vega, E., Pisanty, I., Tlacotempa, A., García, P., Morales, P., Rivera, G., García, J., Jiménez, V., Castro, F., & Calzada Moisés. (2007). *Maguey papalote hacia el manejo campesino sustentable de un recurso colectivo en el trópico seco de Guerrero, México*.
[file:///C:/Users/heran/Downloads/Illey_et_al_MagueyPapalote_pag319%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/heran/Downloads/Illey_et_al_MagueyPapalote_pag319%20(1).pdf)
- Illsley Granich, C., Torres Garcia, I., Hernández López, J. de J., Morales Moreno, P., Varela Álvarez, R., Ibáñez Couoh, I., & Nava Xinol, H. (2018). *Manual de manejo campesino de magueyes mezcaleros forestales*.
<https://www.researchgate.net/publication/328469804>
- Jiménez Valdés, M., Godínez Alvarez, H., Caballero, J., & Lira, R. (2010). Population Dynamics of *Agave marmorata* Roetzl. under Two Contrasting Management Systems in Central Mexico. *Economic Botany*, 64(2), 149–160.

- Lecona Guzmán, C. A., Reyes Zambrano, S., Barredo Pool, F. A., Abud Archila, M., Montes Molina, J. A., Rincón Rosales, R., & Gutierrez Miceli, F. A. (2017). *In vitro* propagation of *Agave americana* by indirect Organogenesis. *HortScience*, 52(7), 996–999. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI10498-16>
- López Serrano, P. M., Hernández Ramos, A., Méndez González, J., Martínez Salvador, M., Aguirre Calderón, O., Vargas Larreta, B., & Corral Rivas, J. J. (2021). *Mejores prácticas de manejo y ecuaciones alométricas de biomasa del Agave cupreata*.
- Martín, M. P., Peters, C. M., Palmer, M. I., & Illsley, C. (2011). Effect of habitat and grazing on the regeneration of wild *Agave cupreata* in Guerrero, México. *Forest Ecology and Management*, 262(8), 1443–1451. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.06.045>
- Martínez Aguilar, J. F., & Peña Álvarez, A. (2009). Characterization of five typical *Agave* plants used to produce mezcal through their simple lipid composition analysis by gas chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(5), 1933–1939. <https://doi.org/10.1021/jf802141d>
- Martínez Palacios, A., Gómez Sierra, J. M., Sáenz Romero, C., Pérez Nasser, N., & Sánchez Vargas, N. (2011). *Genetic Diversity of Agave cupreata Trel. & Berger. Considerations for its conservation*.
- Mendoza Ramírez, E., & Arreola Gómez, M. del R. (2007). *Beneficios del Agave cupreata*. <http://www.cucba.udg.mx/sites/default/fi>
- Miguel Luna, E. M., Enríquez-Del Valle, J. R., Velasco, V. V. A., Villegas Aparicio, Y., Carrillo Rodríguez, J. C., & Rodríguez Ortiz, G. (2018). Composición del medio de cultivo y la incubación para enraizar brotes de *Agave** Composition of the culture medium and incubation for rooting shoots of *Agave*. *Colomb. Biotecnol.*, 20, 124–131.
- Monja Mio, K. M., Barredo Pool, F., Herrera Herrera, G., Esqueda Valle, M., & Robert, M. L. (2015). Development of the stomatal complex and leaf surface of *Agave angustifolia* Haw. “Bacanora” plantlets during the in vitro to ex vitro transition process. *Scientia Horticulturae*, 189, 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.03.032>
- Monja Mio, K. M., Benítez Zárate, J., Ojeda, G., Herrera Alamillo, M. Á., Sánchez Teyer, L. F., & Rescalvo Morales, A. (2026). Influence of mother plant age on the in vitro propagation of *Agave cupreata* Trel. & Amp; A. Berger via organogenesis. *Discover Plants*, 3(1), 136. <https://doi.org/10.1007/s44372-026-00603-2>

- Monja Mio, K. M., & Robert, M. L. (2013). Direct somatic embryogenesis of *Agave fourcroydes* Lem. through thin cell layer culture. *In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant*, 49(5), 541–549. <https://doi.org/10.1007/s11627-013-9535-7>
- Olvera Vargas, L. A., Pardo Núñez, J., Aguilar Rivera, N., & Contreras Medina, D. I. (2022). Detection of *Agave angustifolia* and *Agave cupreata* with geomatic techniques in Guerrero, México. *Ciencia Tecnología Agropecuaria*, 23(2). https://doi.org/10.21930/RCTA.VOL23_NUM2_ART:2241
- Plan Estatal de Desarrollo Guerrero. (2022). *Plan Estatal de Desarrollo 2022-2027*.
- Portillo, L., Santacruz Ruvalcaba, F., Gutiérrez Mora, A., & Rodríguez Garay, B. (2007). Somatic embryogenesis in *Agave tequilana* Weber cultivar azul. *In vitro cellular and Developmental Biology - Plant*, 43(6), 569–575. <https://doi.org/10.1007/s11627-007-9046-5>
- R. Kirchmayr, Arellano Plaza Melchor, Estarrón Espinoza Mirna, & Gschaedler Mathis Anne Christine. (2014). *Manual mezcal guerrerense CIATEJ*.
- Ríos Ramírez, S. C., Enríquez Del Valle, J. R., Rodríguez Ortiz, G., & Ruíz Luna, J. (2017). Concentración de bencilaminopurina y ácido indolacético en la proliferación *in vitro* de brotes adventicios de *Agave angustifolia*. In *Ciencia e Investigación Agraria* (Vol. 44, Number 3, pp. 285–294). Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. <https://doi.org/10.7764/rcia.v44i3.1810>
- Sáenz Romero, C., Martínez Palacios, A., Gómez Sierra, J. M., Pérez Nasser, N., & Sánchez Vargas, N. M. (2012). Estimación de la disociación de *Agave cupreata* a su hábitat idóneo debido al cambio climático. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 18(3), 291–301. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2011.11.078>
- Salazar, D. T., Moreno, Ma. E., Castro, N., & Alvarez, P. (2017). *Caracterización fitoquímica y actividad antibacteriana de Agave cupreata del estado de Guerrero*. 5(1), 743–750. www.fesgro.mx
- SIAP. (2026). *Intención de Siembra y de Cosecha | DGSIA*. <https://nube.agricultura.gob.mx/agroprograma/>
- Stewart, J. R. (2015). Agave as a model CAM crop system for a warming and drying world. In *Frontiers in Plant Science* (Vol. 6, Number September). <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00684>

- Susano García, J. L., Palmero Gómez, N., & Cabrera Rios, S. (2014). El mezcal guerrerense, su situación productiva y comercial. In *Abril* (Vol. 1, Number 1). www.fesgro.mx
- Torres García, I., Rendón Sandoval, F. J., Blancas, J., Casas, A., & Moreno Calles, A. I. (2019). The genus *Agave* in agroforestry systems of Mexico. In *Botanical Sciences* (Vol. 97, Number 3, pp. 263–290). Sociedad Botánica de México, A.C. <https://doi.org/10.17129/botsci.2202>
- Waleckx, E., Gschaedler, A., Colonna Ceccaldi, B., & Monsan, P. (2008). Hydrolysis of fructans from *Agave tequilana* Weber var. azul during the cooking step in a traditional tequila elaboration process. *Food Chemistry*, 108(1), 40–48. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.10.028>

Doi.

Artículo de investigación

Ciencias puras, ciencias aplicadas: la dualidad inexistente

Pure sciences, applied sciences: the non-existent duality

Ciências puras, ciências aplicadas: a dualidade inexistente

Juan Luis García-Cabello. ID. 0009-0005-7857-8982

Universidad de Salamanca, Humanidades, Salamanca. España. Cp. 37007. Email:

juanlugarca@gmail.com

ROR: <https://ror.org/02f40zc51>

Enviado: 2026-06-04

Revisado: 2026-04-23

Aprobado: 2026-06-26

Publicado: 2026-07-29

Resumen

La distinción entre ciencia pura y ciencia aplicada como dos disciplinas diferentes e irreconciliables no es producto de nuestros días, aparece ya en el siglo XIX y sigue hasta la actualidad, reforzada por la complejidad que implica la ciencia y sus distintas ramas en el presente, tales como la tecnología y la tecnociencia, junto a los grandes descubrimientos científicos y las teorías en los distintos campos de este saber. Indagando en estos conceptos a través de los artículos de James K. Feibleman, entre otros, la distinción se hace evidente: conocer, para la ciencia pura; hacer, para la ciencia aplicada. Por otro lado, como recoge Paul Lucier en su artículo *The Origins of Pure and Applied Science in Gilded Age America*, hay una línea que separa ambas posiciones, pero la división en sí no deja de ser un “invento”, una creación de los científicos del siglo XIX, época en la que comenzaron a aparecer nuevos actores sociales y nuevas prácticas profesionales que debían, y querían, distinguir y distinguirse. Es en el último tercio de ese siglo cuando algunos científicos como Pasteur aúnan posiciones junto a J.

Tyndall, para el que solo se tenía la ciencia y luego, la aplicación de la ciencia. Siguiendo esta argumentación el presente estudio se propone mostrar que no hay tal diferencia entre ambos conceptos, a través de artículos relacionados, sino que se trata de una sola ciencia, necesitando los dos polos para llegar a ser útil, la creación desde la abstracción y la puesta en práctica en la aplicación.

Palabras clave: ciencia, ciencias puras, ciencias aplicadas, tecnología, tecnociencia

Abstract

The distinction between pure science and applied science as two different and irreconcilable disciplines is not a product of our time; it arose in the 19th century and persists to this day, reinforced by the complexity of science and its various branches, such as technology and technoscience, along with major scientific discoveries and theories in different fields of knowledge. Exploring these concepts through the articles of James K. Feibleman, among others, highlights this distinction: knowing, for pure science; doing, for applied science. On the other hand, as Paul Lucier points out in his article "The Origins of Pure and Applied Science in Gilded Age America," there is a dividing line between the two positions, but the division itself is essentially an "invention," a creation of 19th-century scientists, an era in which new social actors and new professional practices began to emerge that needed, and wanted, to distinguish themselves. It was in the last third of that century that some scientists, such as Pasteur, joined forces with J. Tyndall, for whom there was only science and then the application of science. Following this line of reasoning, the present study aims to demonstrate, through related articles, that there is no such difference between the two concepts, but rather that it is a single science that requires both poles to be useful: creation from abstraction and practical application.

Keywords: science, pure sciences, applied sciences, technology, technoscience

Resumo

A distinção entre ciência pura e ciência aplicada como duas disciplinas diferentes e irreconciliáveis não é um fenômeno moderno; surgiu no século XIX e persiste até hoje, reforçada

pela complexidade da ciência e seus diversos ramos, como a tecnologia e a tecnociência, juntamente com as principais descobertas e teorias científicas em diferentes campos do conhecimento. Explorar esses conceitos por meio dos artigos de James K. Feibleman, entre outros, torna a distinção clara: saber, para a ciência pura; fazer, para a ciência aplicada. Por outro lado, como Paul Lucier observa em seu artigo "As Origens da Ciência Pura e Aplicada na América da Era Dourada", existe uma linha divisória entre as duas posições, mas a própria divisão é essencialmente uma "invenção", uma criação dos cientistas do século XIX, uma época em que novos atores sociais e novas práticas profissionais começaram a surgir, precisando e desejando se diferenciar. Foi no último terço desse século que alguns cientistas, como Pasteur, uniram forças com J. Tyndall, para quem existia apenas a ciência e, depois, a aplicação da ciência. Seguindo essa linha de raciocínio, o presente estudo visa demonstrar, por meio de artigos relacionados, que não existe diferença entre os dois conceitos, mas sim que se trata de uma única ciência, que requer ambos os polos para se tornar útil: a criação a partir da abstração e a aplicação prática.

Palavras-chave: ciência, ciências puras, ciências aplicadas, tecnologia, tecnociência

1.- Introducción

Tener una idea exacta y comprensible del mundo que nos rodea, promover y efectuar estudios que avancen en su entendimiento e interpretación es de capital importancia para conocer con certeza dónde estamos y dirigir nuestros pasos hacia el camino deseado, siguiendo el rumbo preciso, y para ello es igual de importante tanto el conocimiento exacto —teórico, fundamentado— como el epistémico —metodológico, experimentado— a la vez que el descriptivo, pudiendo contar, al mismo tiempo, con una especificación real de los hechos, con el nombre que se les otorga de forma precisa —sin que dé lugar a errores de comprensión—: la idea, el concepto, la noción o la concepción del término, bien definida y correctamente utilizada para concretar y enmarcar esa abstracción sin provocar dudas en el entendimiento, en la conclusión o en la culminación del mismo. Por ello, fijar y precisar con bastante acierto qué es, más que el hecho de qué se entiende por ciencia pura y por ciencia aplicada, valdrá para tener esa acotación circunscrita a un elemento discernible y poder significar y distinguir entre ellas de manera correcta y concienzuda. Para ello se analizarán las causas de la distinción entre lo puro y lo aplicado, la repercusión de la investigación, observando la tecnología y la tecnociencia, como concepto más cercano en el tiempo y con carácter englobador, diferenciador, una vez más, para acercarnos al caso concreto de las vacunas contra la Covid 19 y los descubrimientos sobre el ARN mensajero. Tras esto, se aúnan posiciones en la dualidad para concluir que la distinción entre ambos conceptos se diluye, como se podrá observar en este trabajo, motivo del mismo, haciendo que la posible dualidad no sea, nada más y nada menos, que unicidad.

2.- Metodología

Para la realización de este artículo he seguido el que elaboró J. K. Feibleman en 1961, titulado *Pure Science, Applied Science, Technology, Engineering: An Attempt at Definitions* y el de Paul Lucier, *The Origins of Pure and Applied Science in Gilded Age America*, publicado en 2012. Ambos me llamaron la atención sobre la distinción que hacían de la ciencia pura o básica y de la ciencia aplicada. Una vez contrastados, busqué más artículos que apoyaran a uno u otro autor, con la idea de formar un corpus que me llevara a alcanzar una opinión particular sobre esta

cuestión; una vez conseguida me propuse poner por escrito lo que había aprendido de los autores seleccionados a través de sus textos, en los que también hay ejemplos en uno u otro sentido. Para reforzar la idea busqué un artículo relacionado con la pandemia de *Covid-19* sufrida hace pocos años, encontrando a los ganadores del premio Nobel de 2023, Karikó y Weissman. Los artículos tratados tienen ejemplos de lo que se considera ciencia básica o pura y ciencia aplicada.

3.- Causas de la distinción

¿Qué ha causado la duplicidad de nombres entre ciencia pura y ciencia aplicada? ¿Es solo en los nombres donde se encuentra la distinción o también son dos conceptos diferentes, dos ramas opuestas, dos disciplinas distintas? Para la primera pregunta, sin duda, sigue pesando o condicionando la idea platónica de la separación entre el mundo sensible y el mundo inteligible, sobre el concepto de la Idea, por encima del mundo sensorial. La Idea sería la ciencia pura y al mundo sensorial pertenecería la ciencia aplicada; la puesta en marcha de esa Idea en el mundo físico, desde el pensamiento, partiendo de lo abstracto y dirigiéndose a lo concreto, a la realidad de esa aplicación, sería el camino desde la ciencia pura a la aplicación de esta, la ciencia aplicada. Este contraste entre dos mundos que según Platón (Kraut, 2022) nunca se alcanzarían, jamás llegaríamos a la Idea —pura—, sirvió de base al nuevo concepto de neoplatonismo, con Plotino (Kalligas, 2024) y como base para el cristianismo, con los llamados “padres de la Iglesia”: el cuerpo y el alma; la ciencia aplicada y la ciencia pura. Descartes (Hatfield, 2024) también incidió en esa distinción y la filosofía en sí ha estado siempre dividida entre el racionalismo, más puro, con la premisa de que con la razón podemos entender el mundo que nos rodea, y el empirismo, que indica lo contrario, la razón no es suficiente para ello y necesitamos la experiencia, la aplicación de los hechos. Esta dicotomía filosófica, tanto como la religiosa —que entiende el cuerpo como la cárcel del alma e insiste en esa distinción entre lo tangible y lo inmaterial—, que se debe tener más que presente debido al origen grecorromano del pensamiento occidental, aderezado con la visión judeocristiana del mundo que nos rodea, ha marcado el conocimiento europeo, u occidental, durante siglos, consiguiendo que veamos y sintamos el mundo dividido en dos partes opuestas y excluyentes —incluso a nosotros mismos, como personas, con una mente que quiere hacer cosas y un cuerpo que prefiere el descanso, por poner

un ejemplo cotidiano—. No se podría impedir, por tanto, que esta dualidad no acabara aplicándose a la ciencia, dando lugar a la división entre ciencia pura y ciencia aplicada.

Para la segunda pregunta no siempre va a ser fácil y posible la distinción entre ambas disciplinas y aún más en el mundo actual donde la ciencia ha alcanzado límites extremadamente complejos. Esto mismo es lo que va a servir para comprobar, a través de los artículos tratados para este trabajo, que tal dualidad no existe, que no hay dos ciencias enfrentadas u opuestas, sino dos caras de una misma y única moneda. Para ello también van a ser de utilidad dos términos: uno bastante reciente, como es el de tecnociencia, y otro con un amplio bagaje en la historia de la humanidad, que es el de tecnología —que a veces, en la actualidad, se confunde con el de ciencia aplicada—. Tomando una frase de Feibleman, la tecnología “ha sido durante mucho tiempo una ayuda y ha impulsado la ciencia experimental” (Feibleman, 1961, p.314) porque, sin duda alguna, “la realización de ciertos experimentos requiere todas las habilidades profesionales del fabricante de instrumentos” (Feibleman, 1961, p.314) y la tecnología sin instrumentos no es tal.

4.- Lo puro y lo aplicado

Lucier hace una clara distinción situando en un nivel elevado al científico puro, alejado de los motivos económicos de su trabajo, con dedicación y disciplina, opuesto al del científico aplicado, en un nivel inferior, que solo busca el rendimiento a través de patentar sus ideas, basadas en la ciencia pura, y ganar dinero con ello, porque al científico teórico no se le había ocurrido hacerlo. Así, “la frecuente combinación de lo «puro» y lo «aplicado» revelaba la inseparable relación entre la ciencia y el capitalismo en la Edad Dorada” (Lucier, 2012, Abstract, p.527), tomando un discurso de Rowland, a finales del siglo XIX, para enfatizar sobre la distinción entre ambas ciencias y que en esos años ya se hacía necesaria. Rowland deja clara su hipótesis, insiste en que “para que la ciencia tenga aplicaciones, la ciencia misma debe existir” (Lucier, 2012, p.527). Es decir, si no hay ciencia no hay posibilidad de aplicación; si se teoriza y se crea la ciencia es posible derivar de ella muchas aplicaciones. Valga un ejemplo para esto: la termodinámica sirve tanto para poner a funcionar una máquina de vapor en un telar a finales del siglo XVIII como para hacer funcionar una locomotora a principios del siglo XIX, que transportará vagones cargados de carbón para poder alimentar ambas máquinas. No sería más importante para el mundo la ciencia pura o la ciencia aplicada, sino la existencia de la propia ciencia. Más adelante,

sin embargo, el propio Lucier vuelve a Rowland para mostrar en palabras de este último que hay una disociación entre ambos conceptos, ciencia pura y ciencia aplicada, así como una asociación entre los términos de puro y aplicado. “En el primer caso, los dos no deben confundirse; en el segundo, están causalmente vinculados” (Lucier, 2012, p.528). Y añade que el significado más conocido para la ciencia pura es el de “ciencia por el bien de la ciencia” (Lucier, 2012, p.529).

En este artículo también se recoge una frase de J. Henry relacionada con el trabajo del científico, que se desarrolla en las “investigaciones abstractas [que] no se relacionan directamente con las necesidades de la vida” (Lucier, 2012, p.529). También en el siglo XIX y recogido en el artículo de Lucier, el astrónomo Benjamin Apthorp Gould “habló de «la clase de hombres que dedican su vida al estudio científico», e incluso les dio un nuevo nombre a estos abnegados buscadores de la verdad: científicos” (Lucier, 2012, p.529). Para Gould, entonces, el objetivo de los científicos está claro, solo se corresponde con la búsqueda o el hallazgo de la verdad y el único y posible motivo: “«es alcanzar nuevas verdades»”. Rowland, dice Lucier, da una perspectiva diferente, no solo desde la pasión, la misma que llevaría al poeta a llenar hojas en blanco con sus versos, o la veneración y afición especiales, y que consiguió definir cuando “retocó un viejo tema al instar a los científicos a «estudiar la naturaleza desde el puro amor»” (Lucier, 2012, p.529).

La ciencia pura siempre estaba por encima de lo terrenal, sin entrar nunca en la carrera por las patentes, las ganancias como producto dinerario del trabajo —aún sabiendo, como sabemos, que el científico necesita vivir y que la propia investigación se sufraga con recursos económicos—, para llegar a verlo como una competición con resultados pecuniarios. Era, otra vez, la división entre la ciencia pura, como sinónimo de incorruptible, de la verdad antes que la ganancia, “no manchada por el lucro vil” (Lucier, 2012, p.531), frente a lo opuesto, en esa Era, citada más arriba, del capitalismo feroz de finales del siglo XIX, en la que todo tiene un precio, la “Era del Oropel” (Lucier, 2012, p.531), la razón instrumental, que ha llevado de la mano hasta el día de hoy al propio sistema capitalista. Es decir, la convicción de conseguir que la moral pudiera distinguir a la ciencia pura con esta frase: “«Puro» podría concebirse como la distancia entre la investigación y el resultado” (Lucier, 2012, p.532).

Para todo ello hacía falta la institucionalización, tenía que crearse un espacio para tal fin, y ese no podía ser otro que la universidad. Lucier recoge en su artículo la sentencia relativa a la misma finalidad, “bien dotada, como John Hopkins” (Lucier, 2012, p.532), la Universidad John

Hopkins de Maryland, EE.UU. Lejos quedaría la imagen del científico trabajando aislado en su laboratorio, de espaldas del mundo. Este nuevo centro se encargaría de desarrollar las teorías científicas.

Es ahí cuando se establecen o renuevan las universidades “por orden de los sistemas políticos que promovían las ciencias aplicadas, sobre todo porque proporcionaban a la ingeniería una base epistemológica independiente que se suponía que generaría avances sociales y económicos” (Yaghmaie, 2017, p.135), a finales del siglo XIX, y que serán muy importantes para el despliegue de la ciencia en los últimos años de ese siglo y, sobre todo, a principios del siglo XX.

Siguiendo el artículo de Lucier, que aún tiene mucho que aportar respecto al tema tratado, nos encontramos con una cita de Thurston, decano en la universidad de Cornell, Nueva York, que define ciencia aplicada como “la unión de la ciencia y el arte, que es la característica distintiva de la época en que vivimos” (Lucier, 2012, p.534), guardando una estrecha relación con la industria, donde tiene una clara y amplia vía para su aplicación. “«De hecho», concluyó Thurston, «estamos en el umbral mismo de la verdadera era de la ciencia aplicada»” (Lucier, 2012, p.535). No hay duda de la aplicación exponencial que tuvo la ciencia algunos años después, de forma general, y a lo largo de la primera mitad del siglo XX, en particular, debido a la ingente investigación provocada por la carrera armamentística, a causa de las dos guerras mundiales, y la carrera espacial, en los años de la Guerra Fría, tanto en la industria armamentística como en la aeroespacial, sin olvidar que también tuvo su repercusión, finalizadas las contiendas, en la propia sociedad civil.

Pero todos estos avances, tanto en uno u otro campo o sector, no se habría producido, como indica Lucier, en palabras de Gould, sin el factor clave del “científico en su armario” (Lucier, 2012, p.532), por el afán de comprender el mundo en el que vivimos y recogerlo en forma de leyes que nos indican qué ocurre y por qué, y lo contrario a esto: lo que jamás puede suceder según postulan esas mismas leyes, que son las que nos explican y nos llevan a entender la naturaleza, no al revés. La física no funciona según unas leyes, sino que son estas las que explican cómo funciona aquella. Esos avances, sin duda alguna, se traducen en un mayor bienestar para la sociedad, hecho que ha venido de la mano del inventor, según Gould. De este modo, para el astrónomo citado por Lucier, “la “tecnología” resultaba de la “aplicación más directa [de] la investigación física” (Lucier, 2012, p.532). Por otro lado, añadía que la química

era “un importante auxiliar de la manufactura y la metalurgia” (Lucier, 2012, p.532). En el punto número seis se trata con más detalle el concepto de tecnología.

5.- La cuestión de la investigación

Feibleman, en los años sesenta del siglo pasado, tras asistir al desarrollo exponencial de la ciencia en general, distinguía la “investigación básica” o ciencia pura, como un “método de investigación de la naturaleza mediante el método experimental” (Feibleman, 1961, p.305), con la finalidad de saber, conocer y comprender el mundo que habitamos. Pone como ejemplo la taxonomía biológica y, a continuación, que ese concepto de taxonomía, utilizado como “ciencia que trata de los principios, métodos y fines de la clasificación”, nos sirve para que gestionemos una biblioteca con efectividad, catalogando los libros en diferentes áreas del saber. Para “ciencia aplicada” el autor “entiende el uso de la ciencia pura para algún propósito humano práctico” (Feibleman, 1961, p.305). Por tanto, “la ciencia sirve a dos propósitos humanos: conocer y hacer” (*Ibid.*). El primero es una cuestión de comprensión; el segundo, de acción; comprensión y explicación y ambas ciencias, tanto la pura como la aplicada, tienen objetivos y resultados, se mueven y se desarrollan para alcanzarlos y es en ellos donde más incide la distinción de este autor. Para la ciencia pura destaca como objetivo “la comprensión de la naturaleza” (*Ibid.*), logrando una explicación de los hechos observados y en cuanto a los resultados conseguidos, “el suministro de leyes para su aplicación en la ciencia aplicada” (*Ibid.*). Respecto a esta última, la ciencia aplicada, su objetivo es el de “controlar la naturaleza”, utilizando los hallazgos de la ciencia pura, con el propósito indiscutible de poner en la práctica, para su utilización, “los descubrimientos realizados en la ciencia pura” (Feibleman, 1961, pp.305-306).

En cuanto a esto último, Feibleman dice que hay hallazgos teóricos que aún no han encontrado una aplicación en el campo práctico, tanto en el estudio de nuevos materiales como de otros posibles descubrimientos, para la vida cotidiana o industrial; pero es cierto que, sin ese trabajo teórico previo de la ciencia pura, de la perspectiva teórica, muchas de esas aplicaciones prácticas no se hubiesen producido (Feibleman, 1961, pp.307-308). Hacen falta, según el autor, “tres tipos de actividades distintas” y, por fuerza, “tres tipos de interés que las acompañen” (Feibleman, 1961, p.308). Como ya se ha indicado, la primera actividad y del todo necesaria, el

primer interés, el primer tipo, entonces, es el de ciencia pura, que forma la base teórica que constituye el armazón, ocupándose de descubrir, desentrañando las “leyes naturales y la descripción de la naturaleza” (Feibleman, 1961, p.305). El deseo de estos científicos es el de saber “y esto requiere una indagación objetiva” (*Ibid.*). En palabras de Einstein, que Feibleman recoge en su artículo, es: “«la santa curiosidad de la indagación»”, cercana y comparable a una “elevada seriedad”, solo reconocida “en la religión y el arte” (Feibleman, 1961, pp.308-309). El segundo tipo corresponde a la ciencia aplicada, donde se encuentran las aplicaciones de las “ciencias puras experimentales”, mejorando, tan solo, “los medios y los fines humanos” (*Ibid.*). Por último, “el tercer tipo es el nivel intermedio o de *modus operandi*, que está representado por el científico interesado en la solución de los problemas que presenta la tarea de pasar de la teoría a la práctica” (Feibleman, 1961, pp.308-309), de forma imaginativa. El ejemplo del descubrimiento de las ondas hertzianas que lleva a la aparición de la radio junto a la comprobación de la “existencia de ondas electromagnéticas, el modelo de Maxwell, de un campo electromagnético, con una constante que representa la velocidad de la luz en dos de las cuatro ecuaciones” (Feibleman, 1961, p.309). Llegando a esta distinción entre las actividades o tipos necesarios para la investigación científica, Feibleman añade que “en la búsqueda de fines prácticos, a menudo se descubren principios abstractos de la ciencia hasta entonces insospechados” (Feibleman, 1961, p.314).

Tomando un ejemplo del citado artículo respecto a la labor del bioquímico teórico puro “que trabaja la mayor parte con compuestos de carbono”; el científico aplicado o bioquímico “cuando explora los efectos fisiológicos de algún nuevo fármaco” y, por último, el médico que actúa como “un tecnólogo cuando lo prescribe a algunos de sus pacientes” (Feibleman, 1961, p.310). Con esta distinción queda explicada y bastante clara, a mi parecer, la labor de cada uno de los científicos. Otros ejemplos del propio autor pueden ayudar aún más para esta comprensión, como cuando cita el hecho de que los procedimientos tecnológicos no estuvieron detrás de la penicilina, o la gasolina, si queremos ser más prosaicos, sino que “dependió del trabajo realizado inicialmente por científicos puros” (Feibleman, 1961, p.313) y que las propias industrias metalúrgicas y siderúrgicas para la fabricación de materiales como el acero o el aluminio —o como lo ya indicado en el petróleo, respecto a la petroquímica—; las industrias químicas y las biológicas en el campo farmacéutico y en la medicina, o la relación de ambas con la ganadería (*Ibid.*).

Feibleman aporta una importante lista de instrumentos de precisión con aplicación en el campo de la medicina “que incorporan principios inaccesibles para el tecnólogo que trabaja sin la ayuda de un conocimiento de la ciencia pura”, tales como “el polarímetro, para determinar la cantidad de azúcar en la orina (utilizado por la profesión médica)” (Feibleman, 1961, p.313), junto a otra gran variedad de instrumentos. El propio diseño de los termocicladores para la detección de la reacción en cadena de la polimerasa o *PCR*, tan conocidos, por desgracia, debido a la reciente pandemia de la *COVID-19* es otra prueba más actualizada de la aplicación ya descrita.

6.- Otros aspectos para la distinción

El origen de la diferenciación entre ambas ramas de la ciencia se sitúa en la definición de Coleridge, a principios del siglo XIX, y que recoge Yaghmaie en su ensayo, siguiendo “la distinción de Kant entre cognición pura [...] y cognición racional aplicada” (Yaghmaie, 2017, p.134) o, como indica el autor, la ciencia pura es la encargada de “alcanzar objetivos cognitivos” a través de las “representaciones científicas” y la ciencia aplicada, las “representaciones de diseño para alcanzar fines pragmáticos” (*Ibid.*). Es en esa época, siguiendo el ensayo del citado autor, a finales del siglo XIX cuando, tanto Pasteur en Francia, como Rowland en los Estados Unidos, comparten la postura de J. Tyndall quien, en algunas conferencias impartidas en el país norteamericano entre 1872 y 1873, dice que: “«No existe ninguna categoría de ciencias a la que se le pueda dar con razón el nombre de ciencia aplicada. Tenemos la ciencia y la aplicación de la ciencia»” (Yaghmaie, 2017, p.135).

Hay dos modelos que pueden explicar, según el artículo de Yaghmaie, la igualdad o la distinción entre ambos conceptos: “el modelo lineal (o la visión idealista) es la más antigua en la que se diferenciaron debido a sus objetivos” (Yaghmaie, 2017, p.137). Entre otros, Feibleman, del que ya se ha hablado más arriba, y cuyo argumento es que “mientras que el objetivo del científico puro es adquirir conocimiento independientemente de su aplicabilidad, el científico aplicado, para resolver problemas prácticos, aplica el conocimiento teórico producido anteriormente por los científicos puros” (Yaghmaie, 2017, p.137); es decir, que el conocimiento que se logra en estas dos ramas de la ciencia, según las palabras de Ropohl recogidas en el citado ensayo, “el conocimiento científico y el conocimiento tecnológico” van a distinguirse o a diferir

en “sus objetivos, objetos, metodología, características de los resultados y criterios de calidad” (*Ibid.*) y —según Niiniluoto, citado también por Yaghmaie— que las “ciencias aplicadas” producen nuevo conocimiento que pretende ser útil para el propósito específico de aumentar la efectividad de alguna actividad humana”; en cambio, el papel de las ciencias puras “que apuntan al conocimiento” (Yaghmaie, 2017, p.137) y, por ello mismo, “intentan maximizar las utilidades epistémicas de la verdad y la información” (*Ibid.*).

Por tanto, “lo esencial para un científico puro es producir representaciones científicas” (Yaghmaie, 2017, p.139), lo que se corresponde con la idea primordial que podemos tener del mismo, desarrollando teorías, ecuaciones, tanto si crea “una simulación” o si llega a producir “otras formas de representación científica para alcanzar sus objetivos cognitivos” (*Ibid.*) y para la ciencia aplicada quedaría la resolución de las cuestiones prácticas; así, el caso más recurrente es el de los ingenieros, que “al producir artefactos, empoderan a las personas para alcanzar sus metas, mientras que lograrlas sin esas producciones es imposible o conlleva una menor eficiencia” y que van unidos siempre a un “proceso de diseño” (Yaghmaie, 2017, p.140). La relación es, entonces, entre objetivos cognitivos y fines pragmáticos, respectivamente para cada una.

En la conclusión del artículo, Yaghmaie dice que: “la función de la ciencia pura es producir representaciones científicas para lograr objetivos cognitivos, pero la función de la ciencia aplicada es crear representaciones de diseño para alcanzar fines pragmáticos” (Yaghmaie, 2017, p.145). A mi modo de ver y de entender, se trata, una vez más, de las dos partes de un todo.

En un artículo titulado *Pure science and applied science*, Robert J. Aumann, premio Nobel de Ciencias Económicas en 2005, relata con perplejidad cómo su nieto, estudiante de medicina en 2004, le pregunta sobre la teoría de nudos y los números de enlace, que fue el motivo de su tesis doctoral cincuenta años antes y que en palabras del propio Aumann, eligió ese estudio de forma deliberada “porque era absolutamente inútil”. Cinco décadas después se había visto una relación cuando “el ADN de una célula se anuda y, dependiendo de las características del nudo, puede provocar cáncer u otros problemas” (Aumann, 2011, p.2), lo que sirve para “entender qué puede causar esos problemas (así que) tenemos que entender la teoría de nudos” (*Ibid.*). El autor concluye el artículo que pueden servir para reforzar la idea de este trabajo respecto a la distinción entre la ciencia pura y la ciencia aplicada. Aumann termina diciendo que

“no existe ciencia exclusivamente “pura” o “aplicada”, solo buena ciencia. Lo importante es seguir el camino que te guía la curiosidad y apegarse a los principios que rigen el trabajo científico” (Aumann, 2011, p.3). No se debe añadir nada más, entonces, sobre este tema.

Siguiendo a los autores se ha comprobado la forma en la que trabaja cada una de estas especialidades, sus campos de actuación, los prodigiosos avances realizados, tanto en el último tercio del siglo pasado, como los que se han producido en el primer cuarto del actual. Baste recordar la llegada del hombre a la Luna, los robots en Marte, el telescopio Hubble y el James Webb o los avances en el tratamiento de enfermedades o los intentos en dominar la fusión nuclear como fuente de energía, frente a la fisión de las centrales nucleares, que ha ocasionado alguna catástrofe para la salud de las personas y del resto de seres vivos del planeta, como Chernóbil o Fukushima.

Detrás de todos estos éxitos, y algunos fracasos, se encuentra la labor del científico teórico, de la ciencia pura, como primer paso. Más tarde llega la aplicación de esa teoría. Como ya se ha indicado, es cierto que a veces, una teoría científica acaba sirviendo para una aplicación diferente de la que propició la investigación, pero eso es producto de la aplicabilidad, de la parte técnica, de la tecnología en sí, sin poder olvidar que ya estaba hecho ese trabajo abstracto inicial que ha propiciado la elaboración de esta nueva aplicación.

Con todo lo hasta aquí expuestos cabría preguntarse en qué lugar queda la matemática, ¿es ciencia pura o aplicada? Baste un breve ejemplo: la constante medición de tierras en el Antiguo Egipto tras las inundaciones del Nilo llevó a la creación de un método sencillo, el que hoy conocemos como Teorema de Pitágoras, como camino inverso al usual: de la aplicación práctica primera, a la abstracción final o geométrica, ya fuera del propio Egipto y en tierras de la Grecia clásica. La matemática es un lenguaje y permite que la teoría llegue a ser técnica, unificando ambos términos.

De forma más directa puede verse la unicidad de la ciencia en la tecnociencia, donde ambas especialidades, la ciencia pura y teórica junto a la ciencia aplicada y práctica, trabajan. Hoy día, con el impresionante avance de la ciencia, con teorías y prácticas tan abstractas y elevadas, de una gran complejidad, comparada, sobre todo, con la ciencia del siglo XIX, no se puede entender una parte y otra de la propia ciencia por separado, con esa vaga distinción.

Llegados a este punto, se deben tratar otros dos términos y ver cómo están relacionados con la ciencia, tanto la pura como la aplicada. Estos son los conceptos de tecnología y tecnociencia.

7.- Tecnología

Para tratar el concepto de tecnología se sigue la línea de los artículos ya comentados, pues en ellos aparece suficiente información. Así, volviendo a Feibleman, en su ensayo aparece que “la tecnología ha sido durante mucho tiempo una ayuda y ha impulsado la ciencia experimental” (Feibleman, 1961, p.314) y como tal, “la ciencia y la tecnología aplicadas no pueden ser independientes de la ciencia pura, ni la ciencia pura puede ser independiente de la ciencia y la tecnología aplicadas. Ambos desarrollos trabajan juntos y están entrelazados” (Feibleman, 1961, p.315) o entrelazados, aunque el término es suficientemente claro para comprender la relación. A mi modo de ver, estar entrelazado no significa que actúen de forma distinta, sino que, enlazados, actúan en un mismo sentido; no podría ser en sentidos opuestos porque se contrarrestaría el uno al otro —eso es lo que, según pienso— se desprende de esta observación de Feibleman. De esta forma, “el científico aplicado, como tal, se ocupa de la tarea de descubrir aplicaciones para la teoría pura” (Feibleman, 1961, p.310) y, como nos indica más adelante el artículo, a través del empleo de la experimentación, donde coincide con el tecnólogo, cuya actuación o “problema”, según Feibleman, “se encuentra un poco más cerca de la práctica” (*Ibid.*). El científico aplicado “guiado por hipótesis deducidas de la teoría” (*Ibid.*) y en el caso del tecnólogo, a través del empleo, tantas veces realizado en la historia de la humanidad, del “ensayo y error o enfoques hábiles derivados de la experiencia concreta” (*Ibid.*), forma en la que se han construido, entre otras cosas, las grandes catedrales góticas en la Edad Media, si sirve el ejemplo a pesar de la distancia temporal. Así, un médico es un tecnólogo; Pasteur fue un científico y la pasteurización es ciencia aplicada.

De una forma más precisa y en palabras de M. A. Quintanilla, la tecnología podría describirse como el conjunto de “las técnicas industriales vinculadas al conocimiento científico”, utilizando los “conocimientos sistematizados”, relacionados entre sí, ordenadamente; es decir, dando lugar o resultando un cúmulo de “técnicas industriales de base científica” (Quintanilla, 2017, p.46). Respecto a la relación de la tecnología con la ciencia, M. A. Quintanilla nos dice

que “como ocurre en las relaciones entre productores y consumidores, la tecnología es el principal demandante de conocimiento científico”; tras esa demanda incipiente hay un condicionamiento en la propia “oferta científica” (Quintanilla, 2017, p.30). En esta relación, señala el profesor Quintanilla dos aspectos: “1) el desarrollo de las tecnologías actuales depende enteramente del desarrollo del conocimiento científico; 2) el avance del conocimiento científico está profundamente condicionado por el desarrollo tecnológico” (Quintanilla, 2017, p.30).

Es posible adentrarse aún más en estas definiciones. Volviendo a Feibleman, encontramos que “la tecnología es más propensa a desarrollar leyes empíricas que teóricas” (Feibleman, 1961, p.311), es el aspecto práctico ya expuesto más arriba de la misma y que no dejan de mostrar “leyes que son generalizaciones de la práctica, más que leyes intuitivas y luego aplicadas a la práctica” (*Ibid.*). No puede hablarse de una gradación o jerarquía entre la tecnología, la ciencia aplicada y la ciencia pura. Cada una tiene su parte de ese todo que es el conocimiento; así, “los tecnólogos están más ligados a los materiales que los científicos aplicados, al igual que estos, a su vez, están más ligados a los materiales que los científicos puros” (*Ibid.*). El autor del artículo nos da más ejemplos para que nos resulte más inteligible y queden resueltas todas las posibles dudas: “el científico aplicado encontró maneras de localizar petróleo en el subsuelo, mientras que el tecnólogo petrolero hizo los descubrimientos reales” (*Ibid.*). Y, tras esto, una sentencia definitiva: “otro tipo de tecnólogo es el ingeniero” (*Ibid.*). El concepto de ingeniero lo tenemos todos en mente y nos resulta más sencilla esta distinción, porque lo relacionamos con eficiencia y con operatividad; nos resulta cotidiano. ¿Quién no conoce a un ingeniero y a quién no le ha contado lo que hace en su trabajo? Pero sin dejar de lado a los autores de los artículos y retornando al libro de M. A. Quintanilla, en él se dice que: “el tecnólogo que desea mejorar la eficiencia de un dispositivo tiene dos formas de hacerlo: intentar controlar más variables y más procesos relevantes, e intentar un control más estricto de tales procesos” (Quintanilla, 2017, p.121). Lo que se ajusta a lo ya indicado sobre el ingeniero; es decir, que “el resultado en ambos casos es la extensión de la técnica, el aumento de la complejidad del diseño y la intensificación de la intervención intencional”, una intervención práctica (Quintanilla, 2017, p.121). En todo caso, retomando a Feibleman, se puede concretar en que “el ideal de la tecnología es la eficiencia” (Feibleman, 1961, p.311), y así queda dicho.

Con todo lo indicado sobre la tecnología pienso que ha sido posible y adecuada la relación entre este término y los citados más arriba, como son el de ciencia pura y el de ciencia

aplicada, a la vez que se ha establecido el lugar que ocupa en la propia ciencia de forma general, por lo que se debe indagar en el siguiente concepto, denominado tecnociencia.

8.- Tecnociencia

El término “tecnociencia” fue creado por Bruno Latour en 1983, con la idea de acortar los términos de “ciencia y tecnología”, según nos cuenta J. Echeverría en la conferencia “La revolución tecnocientífica”, en el año 2004 y publicada en 2005. En la actualidad, “todo es tecnociencia” (Echeverría, 2005, p.11), nos dice este autor. Definida la expresión en la conferencia citada, el autor de la misma nos procura una definición más amplia, como una “modalidad de actividad científica y tecnológica que es necesario analizar” (*Ibid.*), pero sin desatender el “hecho de que sigue habiendo ciencia y sigue habiendo tecnología” (*Ibid.*), pero se ha producido un cambio, una alteración, “una hibridación entre ciencia y tecnología y ha surgido una nueva rama evolutiva: la tecnociencia” (*Ibid.*), resultando de esta transformación que la tecnología se vincule a la sociedad industrial, como se indicó más arriba y por tecnociencia, las “técnicas o tecnologías relacionadas a la sociedad de la información” (*Ibid.*), pudiendo caracterizarla como “una metodología de rasgos distintivos, de diferencias entre ciencia y tecnología, por un lado, y entre tecnología y tecnociencia, por otro” (*Ibid.*). Es decir, la tecnociencia no lo engloba todo, no es el todo al que se refiere Echeverría más arriba como un sumun, sino que se crea, se plantea para unificar, subrayando la distinción entre los tres conceptos, como evolución entre los dos principales, los de ciencia y tecnología.

Con este apartado se puede ampliar aún más, si cabe, lo dicho en los puntos ya tratados sobre los diferentes conceptos en este trabajo. Así, en la conferencia indicada, Echeverría dice que “la racionalidad científica se ha sustentado siempre en función de los objetivos, y la racionalidad tecnológica en la eficiencia, la competencia, la utilidad” (Echeverría, 2005, p.11) y añade que, respecto a la tecnociencia, “el propio conocimiento científico pasa a ser un instrumento, un medio para el logro de otros objetivos; por ejemplo, objetivos militares, empresariales, económicos, políticos o sociales” (*Ibid.*) y la necesidad que tiene la propia tecnociencia para aunar o asociar equipos multidisciplinares que trabajen con avanzados programas informáticos, junto a la imposibilidad del trabajo de una sola persona debido a la alta complejidad y laboriosidad actual en la investigación, a la vez que se requieren grandes

inversiones de capital humano y económico. Es imposible el trabajo paciente y reposado del científico e inventor del siglo XIX, aislado en su laboratorio. Algunos ejemplos más cercanos en el tiempo relacionados con la tecnociencia son el telescopio James Webb o la creación de la *World Wide Web*, por el CERN —*Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire* o Consejo Europeo para la Investigación Nuclear, en español—, que tanta utilidad tiene en nuestra vida actual, pasando del mundo científico al social.

Ahora surge otro nuevo concepto ligado al anterior, el de macrociencia, megaciencia o *Big science*, cuya distinción la proporciona Echeverría cuando dice que “la diferencia entre tecnociencia y macrociencia estriba en que en la primera participan pequeñas empresas altamente innovadoras capaces de generar avances tecnocientíficos relevantes, y la segunda, se refiere a la *Big science*”, (Echeverría, 2005, p.12) como es el caso del CERN ya citado. Según las palabras recogidas en la disertación de este autor, siguiendo esta misma temática, las “grandes factorías de producción del conocimiento científico y, por lo tanto, el modo de generar conocimiento y de investigar cambia radicalmente” (Echeverría, 2005, p.13) en la actualidad. Pero deben, además, confluir, para que se pueda hablar de megaciencia, para que se genere esa conversión, “cinco grandes culturas: científica, ingenieril, empresarial, política y militar” (Echeverría, 2005, p.13), para que se llegue a producir “un cambio a nivel micro que es propio de la megaciencia” (*Ibid.*), para que pueda generarlo. Como ya se ha dicho, por tanto, no es trabajo de una sola persona, es una labor interdisciplinar, con bastantes actores implicados en la investigación.

El avance en la ciencia se encuentra en este momento del lado de la tecnociencia; “es el motor actual del desarrollo y del avance -del avance en lo bueno y en lo malo-” (Echeverría, 2005, p.15), pero ya no se encuentran las empresas tradicionales del “diseño industrial” (*Ibid.*), como podrían ser la fabril —automovilísticas o industriales en sí— sino que el “motor” se encuentra en el lado de las “tecnologías de la información y la comunicación, que ahora son las más ricas del mundo, como Microsoft” (*Ibid.*). Aunque la conferencia de Echeverría tiene unos años de antigüedad, está claro que las empresas tecnológicas han supuesto un gran avance en el mundo y han reportado grandes beneficios a sus propietarios, situándose entre las más productivas en términos económicos en la actualidad. La industria automovilística, con la creación del vehículo eléctrico, y las corporaciones de comercio electrónico y de servicios, ocupan los siguientes lugares en la clasificación (según aparece en Wikipedia, lo que no es relevante para este trabajo).

9.- Un caso concreto: ARNm y las vacunas contra la COVID-19

Los descubrimientos sobre el ARN han llevado a Katalin Karikó (de origen húngaro) y Drew Weissman (estadounidense de origen italiano), ambos investigadores de la Universidad de Pennsylvania (EE.UU.) a recibir el premio Nobel de medicina en 2023. Esta investigación ha servido para la creación de las vacunas de ARNm, Ácido RiboNucleico mensajero, contra el SARS-CoV-2, el virus que produce la COVID-19, que es la enfermedad infecciosa producida por dicho virus. Los dos investigadores llevaban varias décadas investigando sobre las propiedades de esta molécula que contiene información genética y que se encuentra en todas las células de los seres vivos —y superando bastantes problemas de financiación o la imposibilidad de publicar sus descubrimientos—. Weissman es inmunólogo y trabajaba en la posibilidad de poder crear una vacuna contra el VIH —que provoca el sida en humanos— y Karikó en el desarrollo de terapias basadas en el ARN, trabajo que continuó tras emigrar a los EE.UU. (Ruiz, 2023).

La interacción del ARN con nuestro sistema inmunitario es lo que facilitó “el desarrollo del ARNm como vacuna y como molécula terapéutica” (Ruiz, 2023). La innovación se encuentra en que no hay que introducir organismos vivos, atenuados, o ADN —lo que resulta muy costoso—, como ocurre con las vacunas clásicas, sino que pequeños fragmentos de las proteínas víricas o bacterianas, sirven como antígenos, logrando que el sistema inmunitario de nuestro organismo cree los antígenos y los anticuerpos necesarios para su defensa o inmunidad. Estos avances se deben a los progresos en biología molecular, como ocurre con las vacunas contra el virus de la hepatitis B o contra el del papiloma humano (Ruiz, 2023).

El ARN se degrada con facilidad y genera respuesta inmunológica al entrar en las células, por lo que había que modificar las cuatro unidades básicas que lo forman, ribonucleótidos, o alguna de ellas, al menos. En su investigación descubrieron que modificando la Uridina por Pseudouridina, el ARN sintético creado era estable y no producía inflamación en la célula. En 2005 lograron publicar este trabajo, tras haber sido rechazado por otras revistas científicas, en *Immunity* (Karikó, 2005). Años más tarde trabajaron en la creación de una vacuna contra el virus del Zika. Cuando llegó el SARS-CoV-2, estos estudios se encontraban muy avanzados, por lo que se pudo producir una vacuna con bastante rapidez (Ruiz, 2023).

Lo hasta aquí expuesto muestra de forma muy somera el trabajo intelectual que hay tras un nuevo descubrimiento o hallazgo científico, enfrentándose la mayoría de las veces al rechazo

de los propios colegas y de los medios de comunicación científicos para lograr la publicación de los resultados. Sin todo ese trabajo ingente, perteneciente a la ciencia pura o básica, contrastando resultados e intentando desvelar el comportamiento de las células tratadas, siguiendo un hilo conductor teórico, más a través de la abstracción que de la deducción, apoyado en los experimentos *in vitro* y logrado mucho antes de la aparición del SARS-CoV-2, las vacunas no se podrían haber desarrollado con la celeridad que lo han hecho. Una vez conseguida esta base científica, hay que extrapolar los resultados, a través de la ciencia aplicada, de la tecnología, poniéndolos en práctica, lo que ha podido conseguirse gracias a los avances tecnológicos que nos acompañan en la actualidad; sin ellos hubiese resultado imposible haberlo realizado hace algunas décadas, por ejemplo. Tecnociencia, por tanto, como ya se ha indicado más arriba. El camino parte del laboratorio que investiga sobre el ARN para lograr un avance y continúa, pasando por la empresa farmacéutica que logra la vacuna, hasta la jeringa que la inyecta en las personas, para lograr su inmunidad; es un círculo en constante movimiento, retroalimentándose.

Un defensor de la dualidad podría decir que ahí se ve con claridad cómo la ciencia básica trabajó en un sentido y la ciencia aplicada creó una vacuna a partir de ese descubrimiento. Un defensor de la unicidad diría que para Karikó lo relevante era la terapia génica, que la llevó a entender la importancia del ARN para que no se produjera inflamación en las células y junto a Weissman comenzaron a trabajar para crear la vacuna contra el Zika. De ahí al paso definitivo contra el SARS-CoV-2 solo hay un paso; es el círculo que he mencionado antes. La unicidad.

10.- Aunando posiciones

Los campos o ramas que se han visto y tratado a través de los artículos seleccionados para lograr una comprensión más exacta y precisa son los de ciencia pura, ciencia aplicada, tecnología y tecnociencia. Yaghmaie recoge las palabras de Latour quien asevera que la ciencia pura, “tal vez”, existió alguna vez, pero no en la actualidad. “Las fuerzas sociales han construido una nueva composición llamada “tecnociencia”: aquello que manipula la naturaleza para implementar decisiones sociales” (Yaghmaie, 2017, p.136). Pero hay algo más importante, a mi modo de ver, en la negación de Latour: “el realismo metafísico, según el cual el mundo descubierto por los científicos es independiente de su mente y lenguaje” (*Ibid.*), por un lado y por otro, el hecho de que “la naturaleza representacional de la ciencia (pura), según la cual los modelos y teorías

científicos se basan en el mundo descrito anteriormente” (*Ibid.*). Para el autor del artículo “rechazar estos dos componentes allana el camino para considerar lo "puro" (o "básico") y lo "aplicado" como representaciones de construcciones sociales, no como representaciones de los tipos de ciencia identificados a través de sus características cognitivo-funcionales” (*Ibid.*). Esa representación social es solo una “norma”, un constructo, no marca en sí una diferenciación sistemática de estas dos ramas de la ciencia; es “el papel de la ciencia en la sociedad”, en palabras de Pielke, que también recoge este autor (*Ibid.*).

Sin duda alguna, el debate sobre la posibilidad de una distinción acorde y concreta continúa abierto, con argumentos en uno u otro sentido; tal vez, sin llegar a un final satisfactorio para ambas posturas. Sería interesante volver a retomar esta cuestión dentro de algún tiempo para comprobar en qué estado se encuentra tanto el propio debate como la ciencia en sí, lo que aportará una nueva visión para entender el problema y ver si se alcanza una resolución definitiva. Bajo mi punto de vista sí hay una solución posible y es la que se ha tratado en este trabajo.

Volviendo a Feibleman, “la concepción de la ciencia como exclusivamente pura o completamente aplicada es errónea; la situación ya no es tan absoluta” (Feibleman, 1961, p.309), entendida esta como los dos polos de un imán, que forman el propio imán pero que no son lo mismo y que nunca podrán encontrarse, aclaración que debe tomarse en cuenta para no malinterpretar la postura de este autor. Por otro lado, para Lucier, a través de su artículo, es la conjetura de una sola ciencia, de un todo, lo que nos lleva a lo que se ha defendido en este trabajo, que solo hay una sola ciencia.

Conclusión

Tras la lectura detallada de los citados artículos, observando las opiniones y definiciones que en ellos se encuentran junto a los diferentes puntos de vista, recalcando la distinción entre el conocimiento exacto y el epistémico, sin despreciar la labor de cada una de las ramas en que la ciencia trabaja para llegar desde el pensamiento abstracto y teórico a la aplicación de las ideas para el beneficio de la sociedad o para conseguir el fin esperado, dejando fijado y precisado con bastante acierto, a raíz de los artículos, qué se entiende por ciencia pura y por ciencia aplicada y comprobando, además, que tal distinción se diluye, como ya se indicaba en la introducción, es

posible observar que la supuesta dualidad no deja de ser, sino, unicidad. Que sin el trabajo abstracto y teórico no habría aplicación práctica ni tecnología que pudiera realizar la propia ejecución de las ideas y que la tecnología facilita esa aplicación y de forma aún más precisa la tecnociencia. Que es un largo recorrido que parte de la búsqueda del conocimiento y que se hace realidad, de forma tangible, con la propia aplicación o aplicación práctica de la ciencia. Por tanto, llegado a este punto, y a la luz de los artículos tratados, solo cabe inclinarse por la idea de que solo hay una ciencia que trabaja y produce conocimiento en varias ramas, campos o especialidades, componiendo un todo, que es la idea principal que me sugirió la lectura de los artículos de Feibleman y Lucier, cada uno defendiendo su tesis, pero que a mí, particularmente, me parece que la ciencia es un todo; una sola unidad, si se me permite la expresión, y me inclino por ella.

No ha sido motivo de este estudio la posible aplicación de esa distinción en las ciencias sociales ni tampoco pretendo tener la última palabra en esta dualidad; tan solo mostrar, a través de un recorrido por varios artículos, que la distinción, en mi modesta opinión, no existe.

Referencias

- Aumann, RJ. (2011) Pure and applied science. *RMMJ (Rambam Maimonides Medical Journal)* Enero de 2011; Vol.2 (1): e0017. <https://www.rmmj.org.il/issues/3> Doi: 10.5041/RMMJ.10017
- Echeverría, J. (2005) La revolución tecnocientífica. *Confines. Revista de relaciones internacionales y ciencia política*. N° 2 (1) agosto-diciembre de 2005. Conferencia realizada en Monterrey, México, 31 de marzo de 2004 (pp 9 - 15) <https://www.scielo.org.mx/pdf/confines/v1n2/v1n2a1.pdf>
- Feibleman, J. K. (1961) Pure Science, Applied Science, Technology, Engineering: An Attempt at Definitions. *Technology and Culture*. Vol. 2, No. 4 (Autumn, 1961), pp. 305-317 (13 pages) Published By: The Johns Hopkins University Press <https://doi.org/10.2307/3100886>
- Hatfield, Gary, "René Descartes", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2024 Edition), Edward N. Zalta & Uri Nodelman (eds.). (Consultado el 07/04/2025) URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2024/entries/descartes/>>.

- Kalligas, Paul, "Plotinus", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2024 Edition), Edward N. Zalta & Uri Nodelman (eds.), URL = [<https://plato.stanford.edu/archives/win2024/entries/plotinus/>](https://plato.stanford.edu/archives/win2024/entries/plotinus/). (Consultado el 07/04/2025)
- Karikó, K.; Buckstein, M; Houping, N; Weismann, D. (2005) Suppression of RNA Recognition by Toll-like Receptors: The Impact of Nucleoside Modification and the Evolutionary Origin of RNA. (agosto, 2005) *Immunity*. Volumen 23, Issue 2 pp:165-175.
[https://www.cell.com/immunity/fulltext/S1074-7613\(05\)00211-6](https://www.cell.com/immunity/fulltext/S1074-7613(05)00211-6)
- Kraut, Richard, "Plato", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2022 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL= [<https://plato.stanford.edu/archives/spr2022/entries/plato/>](https://plato.stanford.edu/archives/spr2022/entries/plato/). (Consultado el 07/04/2025)
- Lucier, P. (2012) The Origins of Pure and Applied Science in Gilded Age America Source: *Isis* , Vol. 103, No. 3 (September 2012), pp. 527-536 Published by: The University of Chicago Press on behalf of The History of Science Society Stable. URL: <https://www.jstor.org/stable/10.1086/667976>
- Quintanilla, M. A. (2017) Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología. *FCE. Fondo de Cultura Económica* 2ª ed. — México 2017. ISBN 978-607-16-5041-2.
- Ruiz Desviat, L. (2023) La ciencia del ARNm, vacunas COVID-19 y Premio Nobel de Medicina 2023 (Noviembre 2023). *SEBBM (Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular)*. DOI: https://doi.org/10.18567/sebbmdiv_R.202311
- Yaghmaie, A. (2017) How to Characterise Pure and Applied Science. *International Studies in the Philosophy of Science*, 31:2, 133-149. ISSN: 0269-8595 (Print) 1469-9281 (Online)
Journal homepage: www.tandfonline.com/journals/cisp20
<https://doi.org/10.1080/02698595.2018.1424763>

Doi.

Artículo académico

**Fundamental Concepts of Quantum Mechanics
from the meeting between Heisenberg and Kant**

Conceitos Fundamentais da Mecânica Quântica

do encontro entre Heisenberg e Kant

*Conceptos fundamentales de la mecánica cuántica: del encuentro entre
Heisenberg y Kant*

Vinícius Carvalho da Silva¹ ID. 0000-0002-1061-2727

Judikael Castelo Branco² ID. 0000-0002-4551-2531

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brazil, email: vinicius_c_silva@ufms.br

ROR: <https://ror.org/0366d2847>

²Universidade Federal do Ceará, Brazil, email: judikael.castelo@mail.uft.edu.br

ROR: <https://ror.org/03srtnf24>

Received: 2026-04-06

Reviewed: 2026-04-30

Accepted: 2026-06-06

Published: 2026-07-29

Abstract

Abstract: In this article, we analyze the German physicist Werner Heisenberg's understanding and use of Kantian philosophy. Heisenberg was the winner of the 1932 Nobel Prize in Physics and the formulator of the uncertainty principle. In addition to being a remarkable physicist, he

was one of the most prolific physicist-philosophers of the generation that founded quantum mechanics. Heisenberg appears to adopt a Neo-Kantian understanding of the nature of science, according to which science does not deal with reality in itself, but only with the way it presents itself—which inevitably depends on the interaction between the subject and the object of knowledge. Ultimately, there is no break with realism, for reality in itself is there, existing in and of itself, even though scientific theories are merely—and always—approximations. In this article, we will examine how Heisenberg addresses the principle of causality in modern physics, scientific determinism, and the impossibility of knowing “nature in itself.” Heisenberg draws on Kant not to follow him, but to develop his own philosophical thought and apply it to the foundational problems of physics characteristic of his time.

Keywords: Physical theory, modern epistemology, quantum mechanics, unity of nature, experimental physics.

Resumo

No presente artigo, analisamos a compreensão e o uso da filosofia kantiana pelo físico alemão Werner Heisenberg, ganhador do Prêmio Nobel de Física de 1932 e formulador do princípio da incerteza. Além de físico notável, foi um dos mais prolíficos físicos filósofos da geração dos fundadores da Mecânica Quântica. Heisenberg parece adotar uma compreensão neokantiana da natureza da ciência, segundo a qual a ciência não lidaria com o real em si, mas apenas com a forma como ele se apresenta, o que depende inevitavelmente da interação entre o sujeito e o objeto do conhecimento. Não há ruptura com o realismo, em última instância, pois o real em si está lá, existente em si mesmo, embora as teorias científicas sejam apenas, e sempre, aproximações. No presente artigo veremos como Heisenberg trata do princípio de causalidade na física moderna, do determinismo científico e da impossibilidade de conhecermos a “natureza em si”. Heisenberg recorre a Kant não para segui-lo, mas para desenvolver seu próprio pensamento filosófico e aplicá-lo aos problemas de fundamentos de física, próprios do seu tempo.

Palavras-chave: Teoria física, epistemologia moderna, mecânica quântica, unidade da natureza, física experimental.

Resumen

En el presente artículo analizamos la interpretación y el uso de la filosofía kantiana por parte del físico alemán Werner Heisenberg, ganador del Premio Nobel de Física en 1932 y formulador del principio de incertidumbre. Además de ser un físico destacado, fue uno de los físicos-filósofos más prolíficos de la generación de los fundadores de la mecánica cuántica. Heisenberg parece adoptar una concepción neokantiana de la naturaleza de la ciencia, según la cual la ciencia no se ocuparía de lo real en sí mismo, sino únicamente de la forma en que este se presenta, lo cual depende inevitablemente de la interacción entre el sujeto y el objeto del conocimiento. En última instancia, no hay ruptura con el realismo, pues lo real en sí está ahí, existiendo por sí mismo, aunque las teorías científicas no sean más que aproximaciones, y siempre lo serán. En el presente artículo veremos cómo aborda Heisenberg el principio de causalidad en la física moderna, el determinismo científico y la imposibilidad de conocer la «naturaleza en sí». Heisenberg recurre a Kant no para seguirlo, sino para desarrollar su propio pensamiento filosófico y aplicarlo a los problemas fundamentales de la física propios de su época.

Palabras clave: Teoría física, epistemología moderna, mecánica cuántica, unidad de la naturaleza, física experimental.

1. Introduction

This paper analyzes how the Kantian philosophy influenced Heisenberg's philosophy of physics, highlighting two points: (1) how Heisenberg's concept of physical reality is marked by the Kantian distinction between “phenomenon” and “thing in itself” and (2) the way that the philosopher physicist understands and rejects the Kantian definition of causality as a category of understanding¹. Therefore, we analyze the incompatibility between Heisenberg's uncertainty principle and a classic causal description of physical events, as pointed by Heisenberg and Weizsäcker. We illustrate the principle of uncertainty and the breakdown of classical causality through Mach-Zehnder interferometer experiments and Scully's delayed choice.

In this sense, we are not dealing with Kant's theory of knowledge, but with how it was understood and applied by Heisenberg in his epistemology of modern physics. It is not our intention, therefore, to discuss how much Heisenberg would have understood Kant, but what is the epistemological use that he made of Kant's philosophy in the elaboration of an epistemology that aimed to encompass not only quantum mechanics but natural science in a broader, although the QM is, in fact, the great reference of such an epistemological program.

2. Discussion

2.1. Nomological or “unsubstantialized” realism and the “thing in itself”

Kant's importance to Heisenberg is due to the fact that, for the philosopher physicist, natural science itself is, above all, a discourse about our understanding of the real, and not of the real in itself. This interpretation takes him away from naive realism, from the idea of direct access to

¹ The relation between Heisenberg's thought and Kantian philosophy was taken, from different perspectives than ours, by CAMILLERI , 2006 e LEITE, 2012.

reality, but makes his realism more sophisticated, conceiving that there is an objective reality, independent of the mind, although we do not have access to it. There is the real, but we cannot fully conquer it, just get closer, indefinitely. The Kantian idea that the "thing in itself" is unknowable extends, in Heisenberg, to all-natural science: science does not deal with the nature independent of the subject of knowledge, but with the way it appears to us and is the object of understanding:

Therefore, the atomic physicist had to resign himself to considering his science only as a link in the infinite chain of contact between man and nature and accepting that his science cannot simply speak of nature "in itself".
(HEISENBERG. 1981: 14).

We can consider him a “nomological realist”, or “mathematical-nomological realist”, for arguing that the real is unified and ordered by mathematical principles of symmetry, which would constitute the fundamental ontological level (Plotnitsky, 2026)². At the most profound and fundamental level of the world, we would not find the elementary particle, the matter, but the order expressed by mathematical relations. Videira speaks of an unsubstantialized realism in when dealing with Heisenberg's metaphysical thought³, which would have removed the idea of substance, of matter, from its central position in the ontology of physics:

For Heisenberg, today, mathematical symmetries are better suited to explain phenomena than elementary bodies. The elementary particles of atomic physics

² For Heisenberg “the ultimate nature of reality considered is represented purely mathematically, in the absence of physical concepts. It was then and has remained an uncommon position, although it has some affinities with, and may even be seen as a form of (ontic) structural realism, developed later” (Plotnitsky, 2026, p. 3).

³ See (Silva, 2024).

are best expressed by symmetry and cannot be considered 'beings' - they are not eternal and immutable. (VIDEIRA. 2017:103).

This conception brings him closer to what he understands as “Platonic idealism” present in *Timeu*⁴. But the level of reality, which emerges from a “central order”, cannot be apprehended directly. We can represent it through the mathematical formalism of physics that does not have a direct connection with experience:

The “thing in itself” is, after all, for the physicist, if he really makes use of this concept, a mathematical structure; this structure, however, is - contrary to what Kant thought - indirectly deduced from experience. (HEISENBERG. 1995: 71).

The experience would thus reach the phenomenon, that which “appears”, which we can observe directly. Experimental physics, when dealing with observations, measurements, experiments, would approach the phenomenological level of the real. In this sense, there would be two places for mathematics. Either it would be a step away from the real, from the thing in itself, or a step closer.

In the first case, mathematical formalism would be a language developed to represent the experience data symbolically. In the second, mathematical formalism would express regularities, symmetries, ontological relations, in short, the ordering of the real. Our current understanding is that Heisenberg does not understand these dimensions of mathematics as antagonistic. In this understanding, mathematics is found before and after the experience (Plotnitsky, 2026). Every experience presupposes a theoretical basis, a system of statements and logical rules, a conceptual framework and a symbolic language, elements without which it cannot be realized. After the

⁴ Leite and Simon approach the relation between Heisenberg physics and Platonic philosophy in another way. We also deal with the subject in Silva.

experiment has been carried out, its result must be interpreted and represented also through a logical-mathematical language.

Another relevant point in Heisenberg's⁵ philosophy of nature is that in the Copenhagen Interpretation of quantum mechanics⁶, there is no way to separate the observer from the observed system - both are intertwined since the measurement process undertaken *by the* observer changes the configuration of what *is being* observed. Certainly, observers and observed systems are distinct entities. However, science cannot, for our author, be taken as a discourse about the world. Instead, it occurs as part of our relationship with the world, because every time we experience the world, we modified it.

The problem of the existence of these particles “in themselves”, in time and space, can no longer present itself in this form since we can always speak and only of the processes that take place when we want to infer the behavior of the particle by the reciprocal action between it and any other physical system, for example, the measuring device. (HEISENBERG. 1981: p. 14).

This epistemological notion of Heisenberg, that the mathematical structures that appear in quantum mechanics, "describing" the regularities of the "behaviors" of elementary particles do not represent properties of nature in itself (but features of our understanding of such particles) can lead us , again, to find Kant, because this is precisely the proposal that we have in *The Critique of Pure Reason* (A125): “Thus, order and regularity in appearances, what we call Nature, we ourselves introduce them.” (KANT, 1987: 172-173).

⁵ Like other philosophical physicists as Einstein and Schrödinger, for example, Heisenberg is a sophisticated thinker, who has phases, and whose thinking dialogues with many authors. We understand that over time your membership of the Copenhagen Interpretation has become less clear.

⁶ The name “Copenhagen Interpretation” can be misleading if we do not pay attention to the peculiarities of the scientific and philosophical thought of its “adherents”, starting with Heisenberg and Bohr. For a closer look at the philosophical originality of both, we recommend: (Heelan, 2015).

However, we must emphasize that in making such claims, Heisenberg's epistemology is still strongly linked to the Copenhagen Interpretation philosophical program. Subsequently, this “Kantian” element will give way to an increasingly “Platonic” conception (Gallus, 2025). Indeed, at maturity, Heisenberg will commit to the thesis that the ultimate foundations of reality are mathematical structures, such as symmetries. In fact, it seems to us that Heisenberg never indicated that he would have difficulties in making Kantian epistemology compatible with Platonic ontology in this specific case (Silva, 2024). The thing is itself, the real, it is the ideal mathematical entity, the pure Platonic form. Symmetry is the *eidos* of the matter since the elementary particle is like a product of fundamental symmetries. Ideal mathematical entities are objective, fundamental, although they cannot be known in their completeness. The physical theory is a continuous effort to approach and unveil the real, always partial, but increasingly refined. What we perceive, which presents itself to our senses, is not the real “in itself”. To take what it is for what it *seems to be* is to confuse the real ideal entity with the sensitive object that is its “shadow” (Silva, 2024).

Heisenberg considers, therefore, that the development of the idea of “thing in itself” was an essential step by Kant towards the type of philosophical realism fundamental to modern science. This investigative tradition, perhaps, could be fostered only by an intellectual environment in which predominates the type of philosophical realism with which, according to Heisenberg, Kantian philosophy remains linked:

The uncomfortable question of whether “things really exist” or not, which gave rise to philosophical empiricism, also appears in the Kantian system. Kant, however, did not follow Berkeley and Hume's line, although such a choice would have been logically consistent. He preserved the notion of the “thing in itself” as being different from what is perceived and, in this way, maintained some connection with philosophical realism. (HEISENBERG. 1995: 69).

It seems to us, however, that, according to Heisenberg, the importance of Kant's work for the development of natural sciences, and more specifically of theoretical physics, does not go beyond these aspects – if for Heisenberg Kant's philosophy is fundamental for affirming the impossibility of knowing “nature in itself”, other elements of his thought, in turn, are not compatible with modern science, as is the case with the notions of time, space and causality of Kantian philosophy⁷.

2.2. A priori elements of a closed system of propositions

In addition to not admitting space and time as *a priori representations*⁸, Heisenberg draws attention to the fact that, in Kantian philosophy, there are other fundamental physical concepts, considered *a priori*, that cannot be viewed this way by the new physics:

Concerning physics, Kant took, as a priori judgment, in addition to space and time, the law of causality and the concept of substance. In a later stage of his work, he tried to include, in the same category, the law of conservation of matter, the equality of "action and reaction" and even the law of gravitation. No physicist would be inclined to follow Kant's view if the expression *a priori* was used in the absolute sense ascribed to it by the Königsberg philosopher. In mathematics, Kant accepted the *a priori* character of Euclidean geometry. (HEISENBERG. 1995: 69).

⁷ Regarding the modes of relationship that can be articulated between modern science and traditional ontology from Kant, we can also refer to Martin, 1963.

⁸ For such a formulation, see CRP B39. As for the *a priori* nature of the space, which Heisenberg opposes, see CRP A25 / B40. Regarding time, CRP A31.

Heisenberg considers that contemporary physics cannot accept *a priori* concepts in a strong or *absolute* sense, that is, as they are admitted, in his understanding, in the Kant system⁹. However, he admits that there is certain knowledge *a priori* in natural science, in a more moderate sense. He considers that certain concepts, such as "space", "time" and "energy" should be regarded as *a priori* foundations within a closed system of propositions (which form the structure of a given theory), although they are not pre-defined conditions for "human understanding" in general. What we call the "closed system of propositions" is the set of elements of a theory: its postulates, hypotheses, axioms, statements and conclusions, items that do not need to be shared by other theories, that have limits of applicability. To use an example, we can refer to the proposition system of classical mechanics. It is perfectly acceptable to agree that this system only makes sense if we take the concepts of "space", "time" and "force" as *a priori*. Therefore, although they are not preconditioning *for* understanding, these concepts are a precondition *for* understanding *this* specific system of propositions. Such concepts are *a priori* even if such a system is not true (it is not true to reality), and even if such ideas are dispensable for the logical construction of other closed systems of propositions.

Kant considered causality as a category of understanding¹⁰. Thus, for Heisenberg, we could not, from Kant's definition, elaborate a vision of nature, intuitive or formal, that does not presuppose the law of causality. In other terms, as we cannot think about the existence of a body without first think about the presence of space and time, we also could not do it without considering the causal relationships. Therefore, to say that x exists is to say that in space E and in time T there is something that we can call x , or that x occupies at least a fraction of space E and lasts at least an instant in time T . This does not mean to say that E and T are real physical entities, but that, first of all, they are *a priori* forms of intuition, since any operation to understand the physical world must first assume them - to think of any material event without the

⁹ As Heisenberg removes from the Kantian *a priori* "certain claim to the absolute".

¹⁰ Causality is listed in the table of categories, which Kant presents as the "pure concepts (...) of the synthesis that the *a priori* understanding contains in itself". CRP B106/A81.

presupposition of T and E would be totally meaningless, in fact, and a much stronger proposition, to believe that a body does not occupy any fraction of space and does not last any moment of time would be the same as thinking that such a body does not exist.

Likewise, Kant argues that causal relationships are preconditions for understanding. Given a series of physical events, such as (... , c_{-3} , c_{-2} , c_{-1} , c_0 , c_1 , c_2 , c_3 , ...) we cannot think that each element of the series came out of nowhere, being completely independent of the other elements. Thus, if we have an event c_2 , this implies two different events: a factual event c_1 and a possible event c_3 , respectively “cause” and “effect” of c_2 .

Quantum mechanics introduced indeterminism to the heart of science. As stated by Paty, “Quantum physics was the occasion for the most vivid criticism against not only determinism, but also causality”. According to Weizsäcker, in classical physics, “causality” does not mean anything more than a connection between physical states in different measures of time, that is, connections between events. Technically, this means that if a state is completely known at a given moment, it is possible to calculate the state’s values at any other time point, before or afterward, as Laplace defended. It is not the case that causality is false within the scope of the formal structure of quantum mechanics. Weizsäcker argues that the logic of quantum mechanics must presuppose the concepts of “Applicable” (A) and “Non-applicable” ($\sim A$). Thus, the proposition “Given the system of propositions in quantum mechanics, causality propositions are false” is false. In fact, the law of causality does not apply to the proposition system of quantum mechanics. This is because for every quantum system analyzed, Heisenberg’s uncertainty relations must be considered.

Heisenberg’s principle of uncertainty (or indeterminacy) describes the impossibility of knowing the position and the “moment” of a quantum particle simultaneously. If we obtain the position precisely, its moment becomes completely uncertain, if we obtain its moment, its position becomes completely uncertain. According to the ontological interpretation of such a principle, this is due neither to a limitation of reason nor to an experimental technological limitation, but it is an elementary property of nature.

According to Heisenberg's uncertainty, in quantum mechanics, we can never know the exact location of a particle. This implies that we cannot think of trajectories, in the sense of classical physics. In this way, it is not possible to establish an exact connection between temporal transition events in the same system. Technically, if we do not know a particular state exactly, we cannot calculate the situation of that state in later or previous events, which is to say that it is not feasible to consider the connections between quantum events in terms of causality. That is why Heisenberg cannot admit, with Kant, that causality is a “pure concept of understanding”, without which a representation of physical events is impossible.

The causal process is a continuous event of connection between the state of a physical system at time t and that state at all times before and after t ¹¹. To say that state x is the cause of state y , in this sense, is not merely to say that from x follows y , but that there is a continuous transition event whereby x “becomes” y . However, quantum processes are discontinuous, and this is the main feature of quantum nature. As stated by Einstein and Infeld:

If we were to characterize the main idea of quantum theory in one sentence, we could say: it must be admitted that some physical quantities hitherto considered continuous are composed of elementary "quanta". (EINSTEIN; INFELD. 1980, p. 202, own translation).

Not only is the matter composed of “quanta”, that is, discontinuous, but also the quantum events are disconnected once they obey Heisenberg's uncertain relations. Therefore, we cannot say that a state x is the cause of a state y , simply because “between” x and y there is a discontinuity. However, we can probabilistically predict the result of such a discontinuity and consider that a discontinuous state x will follow a discontinuous state y , x times every n cases. Think, for

¹¹ This assumes that causal events are local, that is, they are ordered in space and time. For the problem of nonlocality in quantum mechanics, see (Khrennikov, 2024).

example, of a quantum experiment in which beams of γ particles are fired at a constant speed c against a target A . After x firing, we notice that even under the preservation of all firing conditions in each of the x cases, different target regions were reached. We say that such variation is intrinsically statistical and that we cannot determine a cause for it.

In classical physics, if we repeated such an experiment with marbles and ensured (such an analysis, being an idealization, it can only be a “thought experiment”) (1) that all particles have precisely the same properties, and (2) that were projected in the same direction with the same speed, (3) that the initial conditions of the entire system were identical (like pressure, temperature, air currents, electric field values and gravitational, for example), then they should all hit the same part of the target. If the experiment’s initial conditions were the same on many occasions, then the experiment’s result would also be the same. We performed X experiments S and found that, in all cases, we obtain the exact value of P as a result. We can deduce that the “cause” of this happening is due to the initial conditions of S .

However, quantum “behavior” is different. In the thought experiment in question, 100% of the shots occurred at speed c , with the projector in the x position. 90% of the beams reached the “d” region, according to the classic forecast. Approximately 9% of the beams suffered a quantum statistical deviation and were detected in the “a” region. About 1% of the beams suffered statistical deviation and was detected in other regions. If we carried out an experiment in which a high number of isolated photons were fired at one or two targets, we would find that the higher the number of photons fired, the clearer the formation of a diffraction pattern in the targets. Such a pattern is typical of wave phenomena.

We can perceive quantum non-causality through the simulation of an experiment with the Mach-Zehnder interferometer. The virtual experiment was developed by the team of Prof. Fernanda Ostermann of the Institute of Physics from the Federal University of Rio Grande do Sul. With the development of computational sciences, simulations became significant scientific instruments.

Programs that perform simulations of physical events are *software* configured with empirical data designed to anticipate real physical results from the relation between the physical properties that compound the systems in question. Therefore, the simulations, can predict how certain events will occur if we take specific variables into account, with more than 90% accuracy. In a Mach-Zehnder simulator, after 3778 photons fired at a rate of 10 photons per second against two targets, A and B, 1880 hit target A and 1889 hit target B, forming a diffraction pattern typical of wave phenomena. The formation of such a pattern cannot be predicted classically, that is, it cannot be described in terms of causality. According to the laws of classical physics, if we shoot particles at targets, in addition to the highly unlikely formation of a pattern of diffraction (by this we only mean that it is not mathematically impossible, although the probability is very remote), such formation is not necessary, contrary to what happens in quantum mechanics.

Such an experiment reveals three fundamental characteristics for the understanding of quantum systems: wave-particle duality, the statistical character of quantum processes and non-causal events. This last element illustrates Heisenberg's denial of Kant's understanding of causality as a category of understanding. The wave-particle duality must be viewed ontologically, and not just hermeneutically, that is, it is not just a matter of combining these two realities in scientific discourse, but of admitting that such realities are conjugated in nature. Even when firing particles alone, we obtain a diffraction pattern. Such elements are part of the heuristic nucleus of quantum mechanics; that is, they are among the most fundamental characteristics of quantum mechanics to be understood by contemporary physics researchers. Concerning wave-particle duality, in an experiment such as the Mach-Zehnder interferometer, as long as the quantity of particles is not large enough, everything happens as if isolated corpuscles hit the target.

Other experiments¹² by which we can illustrate quantum non-causality were carried out by Marlan Scully and collaborators. In Scully's "delayed choice" experiment¹³, a photon is fired by a p projector at an a target. Halfway there is a transversal target b forming 90° in relation to the projector. Given the speed of light c and the distance between the projector and the target, we can calculate that the photon will take one nanosecond between p and a . In some cases, Scully's team introduced a 90° deviation in the middle of the path between a and p , so that the photon would hit target b if deflected. However, such a deviation has always been introduced well after $\frac{1}{2}$ nanoseconds, i.e., the photon has passed through that region, according to the classical calculation. The addition of such a deviation, in the classical sense, should not mean anything, which means that causal relations depend on both space and time, and time has an arrow, an unalterable direction. Events at time t_3 could not influence the state of systems at t_2 , given the direction of the time flow. The temporal and causal arrows advance in the same direction and are transversely interconnected, i.e., each event at one point on one of the arrows is necessarily correlated to an event at a point on the other arrow.

However, Scully's experiment demonstrates the breakdown of classic causality because it has been verified the occurrence of cases in which the photon reached target b , that is, events in which the increase in the deviation in t_3 generated the change in the state in t_2 . In such events, the causal arrow has been broken, which contradicts classic causality. This could only happen if (i) the information that the experiment was altered went back in time, causing the photon to be deflected by the mirror that was not there when it passed, or if (ii) the photon's state before observation was a superimposed reality of the two possibilities (reaching target A or B), and that only the experimental intervention succeeded by the observational verification could select these two possibilities, making one of the two possible. In the case where the mirror is placed, the probability that the photon will reach target B is valid, and the other is discarded and vice versa.

¹² One of the most famous is reported in Scully.

¹³ Delayed-choice experiments have been proposed since 1978 by John Wheeler. Delayed-choice experiments challenge our most basic understanding of physical concepts like space, time and causality.

The superposition effects are phenomena predicted by quantum theory, widely known, and in a way already evidenced by experiments such as the "double gap" and so many others¹⁴.

3. Conclusions

In short, what Heisenberg and Weizsäcker argue and what experiments like Scully's and Mach-Zehnder's interferometer confirm is that, at the quantum level, classical causality is broken, or, logically speaking, that the concept of classical causality does not is applicable to the quantum mechanics statement system. Thus, in Heisenberg's conception, Kant was mistaken when he maintained, keeping to the classic tradition, that causality is the category without which no understanding of the physical world is possible. Contemporary physics would have shown the opposite: classical causality is inapplicable *a priori* whenever the object of understanding is quantum. We must emphasize, however, that there is no consensus between physicists and philosophers on this point. There are many efforts to preserve the notion of causality in quantum mechanics. For example, Einstein never accepted this aspect of QM, believing that such an answer could not be the final solution. In turn, David Bohm developed an interpretation of the hidden variables of QM that seek to preserve physical determinism at a deeper level.

We saw that in Heisenberg's understanding, Kant is an indispensable author for understanding the conception of nature that arises with modern science. Heisenberg disagrees with the Kantian conception of causality, considering it inapplicable to quantum mechanics.

¹⁴ Conducted by Thomas Young (1773-1829) around 1801.

References

- Bohm, D. (1984) *Causality and Chance in Modern Physics*. London: Routledge.
- Bohm, D. (2015) *Causalidade e acaso na física moderna*. Trad. Rodolfo Petrônio. Rio de Janeiro, Contraponto.
- Born, M; A, P; Schrödinger, E; Heisenberg, W. (1961). *On Modern Physics*. New York: Clarkson Potter.
- Born, M; A, P; Schrödinger, E; Heisenberg, W. (2006). *Problemas da Física Moderna*. Trad. Gita. K. Guinsburg. São Paulo, Perspectiva.
- Camilleri, K. (2005) *Heisenberg and the Transformation of Kantian Philosophy*. *Journal International Studies in the Philosophy of Science*. 19(3), 271-287.
- Camilleri, K. (2007) *Indeterminacy and the Limits of Classical Concepts: The Transformation of Heisenberg's Thought*. *Perspectives on Science* 2007; 15 (2): 178–201. doi: <https://doi.org/10.1162/posc.2007.15.2.178>
- Chibeni, S. S. (2005) *Certezas e incertezas sobre as relações de Heisenberg*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 27(2), 181-192.
- Cruz, F.F.S. (2011) *Mecânica quântica e a cultura em dois momentos* In. Freire Jr., O.; Pessoa Jr., O.; Bromberg, J. (Orgs). *Teoria Quântica: estudos históricos e implicações culturais*. Campina Grande, EDUEPB, São Paulo, Livraria da Física.
- Einstein, A; Infeld, L. (1938) *The Evolution of Physics: the Growth of Ideas from the Early Concepts to Relativity and Quanta*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Einstein, A; Infeld, L. (1980) *A Evolução da Física*. Trad. G. Rebuá. Rio de Janeiro, Zahar.
- Ellerman, D. (2015). *Why delayed choice experiments do not imply retrocausality*. *Quantum Stud.: Math. Found.* 2, 183–199.
- Gallus, C. (2025). Heisenberg's Engagement with Plato and Malebranche on the path to 1925 Matrix Mechanics. Perimeter Institute. <https://pirsa.org/25100165>
- Heisenberg, W. (1981). *A Imagem da Natureza na Física Moderna* [The Physicist's Conception of Nature]. Lisboa: Livros do Brasil.
- Heisenberg, W. (2009). *A ordenação da realidade: 1942* [Reality and its order]. Trad. M. Casanova. Rio de Janeiro, Forense Universitária,.

- Heisenberg, W. (1996). *A parte e o todo: encontros e conversas sobre física, filosofia, religião e política* [Physics and beyond]. Trad. Vera Ribeiro. Rio de Janeiro, Contraponto.
- Heisenberg, W. (1995) *Física e Filosofia* [Physics and Philosophy]. Brasília, Editora da Universidade de Brasília.
- Heisenberg, W. (1959). *Physics and Philosophy: The Revolution in Modern Science*. George Allen & Unwin, London.
- Heisenberg, W. (1998) *Philosophie - La manuscrit de 1942*, translated from German and introduction by C. Chevalley, Seuil, Paris.
- Heisenberg, W. (1958). *The Representation of Nature in Contemporary Physics*. *Daedalus*, vol. 87, no. 3.
- Heisenberg, W. (1949). *The physical principles of the quantum theory*. Chicago/New York: University of Chicago/ Dover.
- Heisenberg, W. (1958) *The Physicist's Conception of Nature*. London: Hutchinson & Co.
- Heelan P. A. (2015) *The Philosophical Differences Between Heisenberg and Bohr The Observable: Heisenberg's Philosophy of Quantum Mechanics*. Foreword by Michel Bitbol. Edited (and with a foreword) by Babette Babich. (Oxford: Peter Lang).
- Kant, I. (1987) *Crítica da Razão Pura*. Trad. V. Rohden e U. Moosburger. São Paulo, Abril Cultural.
- Khrennikov, A. (2024) *Contextual Interpretation of Quantum Nonlocality*; Cambridge University Press: Cambridge, UK.
- Laplace, P. S. (1995) *Philosophical Essay on Probability*. New York, Springer.
- Leite, P. K. (2012) Causalidade e teoria quântica. *Scientiæ Studia*. 10(1), 165-177.
- Ostermann, F.; Prado, S. Interpretações da mecânica quântica em um interferômetro de Mach-Zehnder. (2005). *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 27(2), pp. 193-203.
- Paty, M. (2004) A noção de determinismo na física e seus limites. *Scientiæ Studia*. 2(4), 465-492.
- Pia, M; Basaglia, T; Bell, Z; Dressendorfer, P. (2010) The impact of Monte Carlo simulation: a scientometric analysis of scholarly literature. In Joint International Conference on Supercomputing in Nuclear Applications and Monte Carlo 2010. Tokyo, Japan.

- Pia, M; Begalli, M; Lechner, A; Quinteri, L; Saracco, P. (2010) Physics-related epistemic uncertainties in proton depth dose simulation. *IEEE Transactions on Nuclear Science*, 57, 2805-2830.
- Plotnitsky, A. (2026). “The Creative Force of Mathematical Formulations”: Werner Heisenberg and the Past, Present, and Future of Quantum Theory. *Entropy*, 28(6), 676. <https://doi.org/10.3390/e28060676>
- Scully, M; Drüll, K. (1982) Quantum eraser: A proposed photon correlation experiment concerning observation and ‘delayed choice’ in quantum mechanics. *Physical Review*. 25(4), 2208-2213.
- Silva, V. C. (2018) Da parte ao todo: a cisão cartesiana na epistemologia de Heisenberg. *Griot*. 18, 1-13.
- Silva, V. C. (2011) O anti-realismo na filosofia da física de Werner Heisenberg: da potentia aristotélica ao formalismo puro. *Griot*. 3, 109-120.
- Silva, V. C. (2014) O princípio de incerteza de Werner Heisenberg e suas interpretações ontológica, epistemológica, tecnológica e estatística. In *É este lado o outro lado. Proceedings of the Scientiarum História VII*. UFRJ-HCTE, Rio de Janeiro, Brazil, Rio de Janeiro, Brazil.
- Silva, V. C. (2017) Teoria Quântica, Física Nuclear e Filosofia Grega. *Griot*. 15, 233-250.
- Silva, V. C. Et. al. (2024) *Filosofia da Física: Problemas de Ontologia e Epistemologia da Física Moderna*. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Videira, Antonio Augusto Passos. (2017) *Por que os Físicos Acreditam que as Coisas Existem? Breves comentários a Respeito das Relações entre Ciência e Metafísica*. Axioma Studies in Philosophy of Nature and in History and Philosophy of Science. Braga, Axioma - Publicações da Faculdade de Filosofia, 2017. pp. 103-104
- Weizsäcker, C. (1974) *La imagen física del mundo*. Madri, Católica.
- Wheeler, J. A. (1978) The “past” and the “delayed-choice” double-slit experiment. In *Mathematical Foundations of Quantum Theory*, Marlow, A.R. (ed.). New York, Academic Press, pp. 9–48.

Epistemopolítica en la salud: debate contemporáneo

Epistemopolitics in health: a contemporary debate

Epistemopolítica em saúde: um debate contemporâneo

Juan Alberto Gómez Santos. ID. 0009-0007-2208-4048

Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Enfermería, Chilpancingo Guerrero, México, email: 15981@uagro.mx

ROR: <https://ror.org/054tbkd46>

Recibido: 2026-06-25

Revisado: 2026-07-03

Aprobado: 2026-07-06

Publicado: 2026-07-27

Resumen

La importancia del tema se da en un contexto de crisis civilizatoria, donde el bienestar se subordina a la lógica de la acumulación global, la reflexión sobre los marcos conceptuales que naturalizan la enfermedad se vuelve urgente. Este artículo aborda la necesidad de dismantlar las estructuras teóricas y prácticas que han despojado a la salud de su dimensión colectiva, histórica y ecosistémica, situando la discusión en el cruce entre la epistemología política, la justicia hermenéutica y el pensamiento complejo. La hipótesis central sostiene que el paradigma biomédico dominante no constituye un reflejo neutral del avance científico, sino una construcción epistemológica funcional a la acumulación capitalista y a los intereses de las corporaciones farmacéuticas transnacionales. Este modelo reduce la complejidad del proceso salud-enfermedad a una dimensión puramente biológica, local e individual, generando un desorden epistémico y una injusticia hermenéutica que expropia la autoridad cognitiva de los sujetos y de los saberes alternativos. Mediante un análisis interdisciplinario fundado en la epistemología política, la epidemiología crítica, el enfoque ecosocial y el

pensamiento complejo, el estudio revisa la literatura especializada para deconstruir los atributos del determinismo mecanicista —precedencia temporal, covariación y aislamiento— y contrasta el modelo hegemónico con las prácticas ancestrales de los pueblos Mé'pháá y Tu'un savi en Guerrero, México. El trabajo concluye que la superación del reduccionismo biomédico exige la articulación de un nuevo paradigma de salud, concebido como un proceso colectivo, histórico y ecosistémico de preservación de la vida. La convergencia entre la epidemiología crítica, el enfoque ecosocial y la praxis herbolaria comunitaria abre la posibilidad de un pluralismo epistemológico simétrico, que devuelve autonomía y dignidad cognitiva a las comunidades frente al monopolio farmacéutico e industrial.

Palabras clave: epistemopolítica, salud, debate, sistema sanitario, profesionales sanitarios

Abstract

The importance of this topic arises within a context of civilizational crisis, where well-being is subordinated to the logic of global accumulation, making reflection on the conceptual frameworks that naturalize illness urgent. This article addresses the need to dismantle the theoretical and practical structures that have stripped health of its collective, historical, and ecosystemic dimensions, situating the discussion at the intersection of political epistemology, hermeneutic justice, and complex systems thinking. The central hypothesis argues that the dominant biomedical paradigm is not a neutral reflection of scientific progress, but rather an epistemological construct that serves capitalist accumulation and the interests of transnational pharmaceutical corporations. This model reduces the complexity of the health-illness process to a purely biological, local, and individual dimension, generating epistemic disorder and hermeneutic injustice that expropriates the cognitive authority of individuals and alternative forms of knowledge. Through an interdisciplinary analysis grounded in political epistemology, critical epidemiology, the ecosocial approach, and complex systems thinking, this study reviews the specialized literature to deconstruct the attributes of mechanistic determinism—temporal precedence, covariation, and isolation—and contrasts the hegemonic model with the ancestral practices of the Mé'pháá and Tu'un Savi peoples in Guerrero, Mexico. The work concludes that overcoming biomedical reductionism requires the articulation of a new health paradigm, conceived as a collective, historical, and ecosystemic process of preserving life. The convergence of critical epidemiology, the

ecosocial approach, and community-based herbal practices opens the possibility of a symmetrical epistemological pluralism, which restores autonomy and cognitive dignity to communities in the face of the pharmaceutical and industrial monopoly.

Keywords: epistemopolitics, health, debate, health system, health professionals

Resumo

A importância deste tema surge num contexto de crise civilizacional, em que o bem-estar é subordinado à lógica da acumulação global, tornando urgente a reflexão sobre os quadros conceptuais que naturalizam a doença. Este artigo aborda a necessidade de dismantlar as estruturas teóricas e práticas que despojaram a saúde das suas dimensões coletiva, histórica e ecossistémica, situando a discussão na intersecção da epistemologia política, da justiça hermenéutica e do pensamento de sistemas complexos. A hipótese central argumenta que o paradigma biomédico dominante não é um reflexo neutro do progresso científico, mas sim uma construção epistemológica que serve a acumulação capitalista e os interesses das empresas farmacêuticas transnacionais. Este modelo reduz a complexidade do processo saúde-doença a uma dimensão puramente biológica, local e individual, gerando desordem epistémica e injustiça hermenéutica que expropria a autoridade cognitiva dos indivíduos e de formas alternativas de conhecimento. Por meio de uma análise interdisciplinar fundamentada na epistemologia política, na epidemiologia crítica, na abordagem ecossocial e no pensamento de sistemas complexos, este estudo revisa a literatura especializada para desconstruir os atributos do determinismo mecanicista — precedência temporal, covariância e isolamento — e contrasta o modelo hegemônico com as práticas ancestrais dos povos Mé'pháá e Tu'un Savi em Guerrero, México. O trabalho conclui que a superação do reducionismo biomédico exige a articulação de um novo paradigma de saúde, concebido como um processo coletivo, histórico e ecossistémico de preservação da vida. A convergência da epidemiologia crítica, da abordagem ecossocial e das práticas fitoterápicas comunitárias abre a possibilidade de um pluralismo epistemológico simétrico, que restaura a autonomia e a dignidade cognitiva das comunidades diante do monopólio farmacêutico e industrial.

Palavras-chave: epistemopolítica, saúde, debate, sistema de saúde, profissionais de saúde

Introducción

En el escenario contemporáneo de las ciencias sociales y los estudios de la salud, se vuelve imperativo cuestionar los marcos conceptuales que naturalizan la enfermedad y mercantilizan el bienestar. El presente artículo se inscribe en esta veta crítica, abordando la urgencia de dismantelar las estructuras teóricas y prácticas que han subordinado la vida humana a las dinámicas de la acumulación global. A través de un análisis interdisciplinario fundado en la epistemología política y el pensamiento complejo, este trabajo examina cómo los modelos de atención vigentes no solo responden a criterios clínicos, sino que operan como dispositivos de control y reproducción económica.

La hipótesis central que vertebra esta investigación postula que el paradigma biomédico dominante —estructurado bajo el modelo de la simplicidad y el determinismo mecanicista— no es un reflejo neutral del avance científico, sino una construcción epistemológica y una narrativa simulada funcional a la etapa actual de reproducción capitalista y a los intereses de las corporaciones farmacéuticas transnacionales (Big Pharma), la cual reduce la complejidad del proceso salud-enfermedad a una dimensión puramente biológica, local e individual para asegurar la máxima ganancia a expensas de la vida. A partir de este supuesto, el texto desentraña los mecanismos mediante los cuales la medicina institucionalizada genera un desorden epistémico y una injusticia hermenéutica que expropia la autoridad cognitiva de los sujetos y de los saberes alternativos.

Estructura y Contenido del Estudio. Para demostrar la hipótesis planteada, el cuerpo del artículo se organiza rigurosamente en tres apartados fundamentales:

El primer apartado se dedica al abordaje crítico del paradigma biomédico y su arraigo en el determinismo mecanicista de precedencia temporal, covariación y aislamiento. Desde las coordenadas del pensamiento complejo, se reseña cómo este enfoque mutila el conocimiento del ser humano al aplicar el paradigma de la simplicidad, reduciendo la salud a causas locales e inmediatas e imponiendo respuestas rígidas, individualizadas y biologicistas que sufren de una profunda ceguera del contexto y eluden la causalidad recursiva del binomio pobreza-enfermedad.

El segundo apartado analiza la hegemonía biomédica bajo las categorías de la epistemología política y la injusticia hermenéutica. Se reseña aquí la manera en que el mercado dictamina

los criterios de validez científica, provocando una marginación y silencio hermenéutico sobre las prácticas ancestrales y colectivas. Este fenómeno actúa como una ignorancia estratégica que favorece a los grupos dominantes, provocando un vacío en los recursos de inteligibilidad colectiva y despojando a las comunidades —como los pueblos indígenas Mé'pháá y Tu'un savi— de las herramientas conceptuales para dar sentido a su propia curación dentro de las políticas públicas institucionales.

El tercer apartado se concentra en la construcción de alternativas contrahegemónicas mediante la ecología de la emancipación y el etnodesarrollo. Se reseña la convergencia de vanguardia entre la Epidemiología Crítica Latinoamericana, el enfoque ecosocial y el pensamiento complejo a través de categorías clave como la determinación social de la salud y el metabolismo sociedad-naturaleza. Asimismo, se rescata la praxis herbolaria y los huertos medicinales comunitarios como expresiones de resistencia ecosistémica y control cultural que demuestran la viabilidad de un pluralismo epistemológico simétrico frente al monopolio farmacéutico e industrial.

El objetivo último de este trabajo desborda la mezquina descripción de las asimetrías existentes en la salud pública para contribuir activamente a la génesis de un nuevo paradigma de salud que sea capaz de superar las profundas falencias, reduccionismos e insuficiencias del paradigma biomédico dominante. Busca incidir en la deconstrucción de ese modelo que fragmenta los cuerpos y somete la vida a los dictados de valor del mercado corporativo, se impone el compromiso de sumar a la matriz epistémica emancipatoria y transdisciplinar que está en construcción por los autores referidos en la obra) que concibe la salud como un proceso colectivo, histórico y ecosistémico de preservación de la vida, devolviendo la autonomía y la dignidad cognitiva a las comunidades. Se declara que se ordenaron ideas a partir de la IA, Ver Anexo.

I. Antagonismo entre paradigmas de salud, un análisis desde la epistemopolítica

La Epistemología política, es definida por Broncano (2024), como el campo disciplinar de intersección entre la filosofía política y la epistemología, cuyo objeto de estudio es la *influencia del orden epistémico sobre el orden social y, de manera recíproca, cómo un orden social injusto impacta la agencia cognitiva de los sujetos*.

En tanto disciplina científica, ofrece un marco teórico robusto para comprender las complejas interacciones entre el conocimiento, el poder y la justicia en las sociedades contemporáneas. En el pensamiento de Broncano, la autoridad epistémica debería ser detentada y ejercida por quienes actúan con responsabilidad y virtud para el bien común. Sin embargo, en la realidad política, esta autoridad es frecuentemente expropiada o simulada por quienes adaptan el conocimiento para ejercer un poder político legitimado pero injusto.

Para esclarecer de mejor manera fenómenos de esta índole se recurre a la categoría de desorden epistémico, definido como una situación estructural de conflictividad y distorsión en las prácticas, instituciones y flujos de conocimiento, en la que se degrada la calidad epistémica de la esfera pública mediante la manipulación, la desigual distribución de recursos cognitivos y la producción social de ignorancia (Broncano, 2024). Es así que el análisis del conocimiento no puede separarse de las condiciones sociales y políticas que lo configuran. Uno de los fenómenos del desorden epistémico y en una relación recursiva con este (como indicaría Morin) es el de la privatización del conocimiento que lejos de ser exclusivamente un fenómeno económico significa la reconfiguración ontológico-política del estatuto epistémico del saber. En tanto la producción de conocimiento se distorsiona, se priorizan intereses estratégicos, y se debilita la racionalidad pública.

Ya en un plano social amplio, la privatización no solo distribuye desigualdades, cuando está desbordada hasta la dimensión epistémica, reconfigura los criterios de verdad y relevancia, desplazándolos hacia la rentabilidad. La privatización del conocimiento expresa una subordinación de la verdad (criterio epistémico) a la utilidad económica (criterio político).

Al privatizarse el saber, las corporaciones han adquirido autoridad epistémica que inexorablemente deviene concentración de poder epistémico, análoga a la ingente concentración económica capitalista, lo que afecta directamente la democracia cognitiva, con

repercusiones tales como la pérdida de autonomía de las comunidades científicas, y el acceso jerárquico o elitista al conocimiento.

Esto sucede en múltiples campos del conocimiento. En esta ocasión, será abordado el de la epidemiología, escenario de enfrentamientos entre paradigmas antagónicos y aparentemente irreconciliables, en la medida que respecto al bienestar común algunos persiguen el propósito de alcanzarlo, y otros más simulan la marcha en ese sentido para encubrir, aunque vanamente, su interés fundamental por el lucro, la obtención de la máxima ganancia a expensas de la vida y la salud del ser humano, e infligiendo daños incommensurables sobre la naturaleza.

Pero habrá que ir por partes. En primera instancia se emprenderá el abordaje crítico de la predominancia del paradigma biomédico.

La denominada medicina científica

En el cometido de liberarse de la narrativa epistemológica en la que se sostiene la medicina alópata heredera de la física Newtoniana, es perentorio recurrir a Broncano (2024).

En el campo de la epidemiología, aunque de suyo tan romantizado como un escenario neutral, la narrativa del paradigma biomédico hegemónico simula promover e incidir en el bienestar común, para encubrir vanamente su interés fundamental de obtener la máxima ganancia a expensas de todo tipo de vida, principalmente la humana y la de las demás especies del entorno natural. Es así que la estructura de su discurso metódico está dirigido a ocultar en el estudio de la enfermedad "...las relaciones de determinación generadas por el sistema económico de acumulación de capital, las relaciones de inequidad que lo reproducen y la destrucción de la naturaleza" (Brailh, 2017, p. 22). Lo cual no es ajeno a las relaciones de la ciencia con el poder y el desorden epistémico o ignorancia estratégica

A estas alturas es impostergable, develar los tres atributos que la medicina alópata, autodenominada científica, acusa del determinismo mecanicista. Para el primero de ellos, la Precedencia temporal, refiere que la causa siempre precede al efecto; mientras, el segundo la covariación, la magnitud del efecto está determinada por la magnitud de la causa y se expresa como una función matemática univariada directa o inversa; y, en íntima relación con los dos precedentes, el tercer atributo, el del aislamiento postula que no exista otra causa que pueda explicar el efecto. En ese sentido, para determinar la causalidad, el sistema en estudio reduce

arbitrariamente el número de variables, idealmente a una independiente (causa) y otra dependiente o efecto; y se cancelan las adicionales soslayando su probable o comprobada relevancia.

En la práctica, las largas cadenas multicausales se reducen a los dos últimos eslabones, por lo que Basarab Nicolescu señala que siempre se puede encontrar una causa tan cercana al efecto que tenga un comportamiento lineal y predecible, a la cual califica como una causa local o inmediata, de esta forma se dejan de lado las causas de las causas (Nicolescu, 1996), asimismo, se ignoran los sistemas que se causan a sí mismos y presentan autoorganización. Las limitaciones de este paradigma hegemónico en la medicina, que no requieren de una auscultación minuciosa para detectarse, son las siguientes:

La enfermedad se reduce a causas "locales" e inmediatas: Según Basarab Nicolescu, este enfoque se limita a los últimos eslabones de una cadena, logrando predictibilidad lineal pero ignorando las causas de las causas. Exclusión de la complejidad: Este modelo es incapaz de explicar sistemas con autoorganización o procesos que se causan a sí mismos, al enfocarse únicamente en lo lineal y lo divisible.

Desde este enfoque, Crocket et al (2024), la enfermedad aparece como una ruptura de la continuidad funcional del individuo, las intervenciones solo se dan bajo demanda de los pacientes cuando ven afectada su vida y aparecen síntomas y signos, y se evita actuar en la fase preclínica con la promoción de la salud y la prevención. El sistema de salud actúa exclusivamente sobre los individuos, y sobre las causas locales, se tiende a intervenir y a focalizar los recursos en una parte de la persona, con un enfoque centrado en los trastornos de la biología individual, a la cual se le da un manejo estándar que puede no corresponderse a las variaciones genómicas, psicológicas, culturales, sociales y ambientales de la persona específica. En con, la respuesta es tardía, individual, biologicista, focalizada, estandarizada y rígida. El sistema de salud no se adapta a los pacientes, sino que los pacientes deben adaptarse al sistema de salud. Este pensamiento se expresó en el modelo de Abraham Flexner. Desde la perspectiva del pensamiento complejo (propuesto por autores como Edgar Morin), la autodenominada medicina científica representa una aplicación clásica del paradigma de la simplicidad. Es así porque desde sus fundamentos la medicina moderna reduce al paciente a *partes rotas* (órganos o moléculas). Para el pensamiento complejo, esto constituye un error epistemológico grave puesto que el todo es más que la suma de sus partes. Al aislar el órgano

del cuerpo, y al cuerpo de su entorno social, se pierde la *emergencia*, es decir, las propiedades que solo aparecen cuando el sistema es analizado completo y en interacción. La medicina científica no ve al enfermo, sino a la enfermedad aislada en un laboratorio.

Al contrario de la ciencia médica moderna predominante empeñada en la búsqueda de una relación lineal (la variable A determina la variable B), la complejidad propone la causalidad recursiva, de forma tal que los efectos retroactúan sobre las causas. Al eludir el análisis de la base económica del sistema capitalista, el modelo industrial de salud ignora que la pobreza genera enfermedad, pero ésta a su vez profundiza la pobreza, creando un bucle que no puede explicarse con una simple función matemática o un aislamiento de variables.

La medicina alópata es incapaz de plantearse una premisa de los fenómenos reales, la que sí es identificada por el pensamiento complejo: el Diálogo Orden-Desorden-Organización. Cuando la primera recurre, lo que es bastante frecuente, al paradigma de la simplicidad lo hace en pos de eliminar la incertidumbre y el desorden mediante protocolos rígidos y la estandarización.

En cambio, desde la complejidad se entiende que la salud no es un estado fijo de "orden", sino un equilibrio dinámico que incluye el desorden (la enfermedad o el estrés). Intentar "estandarizar" a todos los pacientes bajo un mismo algoritmo ignora la singularidad, que es una propiedad fundamental de los sistemas vivos. El médico no debería ser un "operario de máquinas", sino un estratega que gestiona la incertidumbre.

En la ruta de comparar los postulados de la medicina alópata respecto al pensamiento complejo, inexorablemente se arriba a la confronta de la abstracción con la contextualización. Mientras la medicina científica busca leyes universales válidas en cualquier lugar (validez universal), el pensamiento complejo sostiene que extraer al ser humano de su ecosistema, su cultura y su historia para estudiarlo en un laboratorio, deviene conocimiento puro pero estéril. En sus severas limitaciones, la medicina actual sufre de una ceguera del contexto, de tal forma que tratamientos exitosos en ensayos clínicos fracasan en la realidad social de las comunidades.

Desde su fragilidad epistémica, el paradigma de la simplicidad que separa artificialmente las ciencias naturales de las sociales, no arriba a la noción de que el ser humano es un sistema biopsicosocial, La Rosa (2012). En cambio, el pensamiento complejo, al abogar por la transdisciplinariedad, donde el conocimiento biológico y el saber comunitario se entrelazan,

supera la visión sostenida por la medicina moderna de que solo lo que ocurre en el laboratorio es verdad científica.

En suma, Edgar Morin advierte sobre la "inteligencia ciega", un enfoque que destruye los conjuntos y las totalidades al aislar los objetos de sus contextos. En la medicina actual, esto se traduce en una ceguera del contexto: tratamientos exitosos en ensayos clínicos fracasan en la realidad social de las comunidades porque, como explica Morin (1990), la simplificación "mutila el conocimiento del ser humano", ignorando que la vida es, por definición, creativa, incierta y auto-organizada, y que al tratarla como un proceso industrial predecible, deshumaniza la práctica médica

No es robusto sostener que el conocimiento médico proveniente de los experimentos se puede transferir de manera automática a todo tipo de pacientes pensando que los procesos causales, diagnósticos y de tratamiento van a actuar de conformidad con los resultados experimentales promedio, sino que debe ser verificado caso por caso, y cuando corresponda modificar o ajustar el tratamiento, y también si las desviaciones fuesen frecuentes, deberá dar origen a nuevas investigaciones para buscar los factores no considerados que alteran los resultados.

II. Análisis de la hegemonía biomédica: Una aproximación desde la epistemología política y la injusticia hermenéutica

La epistemología política al orientarse al análisis de las interacciones entre el saber, la gobernanza y el orden social, examina cómo un orden social injusto puede producir daños significativos en la agencia epistémica de personas y colectivos, lo que deriva en la creación de conceptos críticos como la opresión y la ignorancia estratégica. En este marco, la autoridad epistémica no es un elemento aislado, sino que se encuentra en una tensión dialógica constante con el poder entendido como dominación. Bajo el principio de recursividad, se observa que quienes ocupan posiciones epistémicas precarias debido a estructuras de poder hegemónicas sufren un déficit cognitivo que les impide mejorar su posición social, retroalimentando un bucle de subordinación.

En el campo de la medicina, de manera hologramática, estas macroestructuras de poder — como los intereses de la *Big Pharma* — se manifiestan en la microfísica de la relación médico-paciente, donde el mercado dicta los criterios de verdad y validez del conocimiento. Así, la

epistemología política revela que la distribución del conocimiento no es neutral, sino que responde a diseños institucionales que pueden socavar la credibilidad de sistemas de saber alternativos para favorecer la hegemonía de un modelo económico y político específico.

Por su parte, la violencia o injusticia hermenéutica inflige un daño específico a la capacidad de los sujetos para dar sentido a sus experiencias sociales. Este fenómeno ocurre cuando existe una laguna en los recursos de interpretación colectiva, lo cual deja las vivencias de ciertos grupos en una zona de ininteligibilidad. En el contexto de la prestación de servicios de salud, la imposición del paradigma biomédico sobre las prácticas ancestrales de comunidades rurales ejemplifica esta injusticia: el sistema reduce la multidimensionalidad del ser humano (emocional, mental y espiritual) a variables estrictamente fisiológicas, despojando al sujeto de las herramientas conceptuales necesarias para comunicar su realidad. Esa marginación hermenéutica no es accidental, sino que se comporta como una ignorancia blanca o estratégica que favorece los intereses de los grupos dominantes al invalidar cualquier legado de curación que no sea mercantilizable. Al soslayar lo ancestral y otros paradigmas como el Homeopático, por considerarlos "no científicos", el orden social daña la agencia epistémica de los colectivos, expropiando su conocimiento y sometiendo tanto a los Estados como a la sociedad a la lógica del mercado farmacéutico. En última instancia, la violencia hermenéutica funciona como un mecanismo de desposesión que impide que el individuo se reconozca como un sujeto de conocimiento válido, obligándolo a habitar un marco conceptual ajeno que traiciona su propia naturaleza

La disputa por la autoridad epistémica en el campo de la salud: epidemiología crítica frente a la hegemonía biomédica

El campo de la epidemiología contemporánea no constituye un espacio de neutralidad científica, sino un "campo de batalla" donde convergen y colisionan ideologías antagónicas respecto a la vida y la salud. En esta tensión dialógica, la epidemiología convencional, estrechamente ligada al paradigma biomédico, opera como un instrumento funcional a los intereses políticos hegemónicos y a la lógica de mercado de la *Big Pharma*. Esta vertiente tiende a reducir la complejidad de la salud a variables fisiológicas aisladas, ejerciendo lo que se denomina una "ignorancia estratégica" que invisibiliza las raíces sociales y

multidimensionales del padecimiento humano. Al imponer este marco conceptual restrictivo, el poder hegemónico incurre en una forma de violencia hermenéutica que despoja a los colectivos de las herramientas necesarias para interpretar su realidad sanitaria de manera integral.

Frente a esta dominación, la epidemiología crítica emerge como la depositaria de una autoridad epistémica legítima, fundamentada en la "justicia en el reconocimiento de la autoridad del otro" y en la defensa de la vida como bien común. Esta postura sostiene que la salud está sujeta a una determinación social dinámica, donde las estructuras de poder y la acumulación de capital son los verdaderos motores de la enfermedad. Sin embargo, en el actual "desorden epistémico", los actores con gran poder económico despliegan técnicas de manipulación y descalificación para erosionar la credibilidad y la confianza de estas visiones alternativas. Este proceso de "expropiación del conocimiento" busca transformar la autoridad en mera dominación, sometiendo a los Estados y a las sociedades a un régimen donde la salud se subordina a las señales de valor del mercado farmacéutico, fracturando así la agencia epistémica de las comunidades rurales y urbanas.

Aplicando el marco teórico de Miranda Fricker (2017) al escenario de la salud pública y la medicina ancestral, la violencia hermenéutica se replica a través de un proceso de marginación hermenéutica.

Este fenómeno ocurre cuando los conceptos, categorías y el lenguaje del paradigma biomédico se imponen como el único "archivo" de significados válidos, dejando a las comunidades rurales sin herramientas reconocidas institucionalmente para comunicar su experiencia de salud-enfermedad.

A continuación, se describe cómo se manifiesta esta violencia:

El Vacío en los Recursos de Inteligibilidad Colectiva

Fricker sostiene que la injusticia hermenéutica surge cuando hay una laguna en los recursos de interpretación compartidos.

En la práctica: El sistema público de salud utiliza un lenguaje técnico-fisiológico (biomédico), inaccesible a las personas de una comunidad rural cuando ellas intentan explicar un padecimiento desde una visión multidimensional (por ejemplo, el "susto", el "desequilibrio espiritual" o el "daño emocional" vinculado al territorio), el sistema no tiene una "casilla" conceptual para procesar esa información.

La violencia: Al no existir esos conceptos en el protocolo oficial, la experiencia del paciente se vuelve ininteligible para el Estado. Lo que el paciente siente es real, pero "no existe" en el registro médico.

La violencia no es solo la falta de palabras, sino la **exclusión activa** de los saberes ancestrales del pool de conocimientos legítimos. En esa tesitura se impone una suerte de silencio Hermenéutico sobre el que se monta una jerarquía del saber **donde** el paradigma biomédico opera como una estructura de poder que dicta qué es ciencia y qué es superstición.

En consecuencia, al soslayar el legado ancestral, se le quita al individuo su agencia epistémica. El sujeto no puede dar sentido a su propia curación dentro del servicio público porque el sistema le impone un marco (el fisiológico) que es reduccionista respecto a su realidad mental y espiritual.

Desde una perspectiva ideológica, esta violencia produce un daño profundo en la identidad de las comunidades en dos aspectos: la auto-alienación, al provocar que el paciente dude de su propio entendimiento de la salud si la autoridad (el médico/el Estado) invalida sistemáticamente su cosmovisión; aunada a la injusticia estructural, toda vez que se crea una barrera de acceso al obligar a la comunidad rural a traducir sus dolencias a un idioma que además de ajeno traiciona la naturaleza multidimensional de su ser, o bien, a aceptar un tratamiento al que consideran incompleto porque ignora lo emocional y espiritual.

La replicación en políticas públicas

La violencia hermenéutica se institucionaliza cuando las guías de práctica clínica ignoran la pertinencia cultural y al considerar que la eficacia solo es medible en términos bioquímicos, descartando la armonía con la naturaleza o la sanación comunitaria como variables no científica.

A la postre, la violencia hermenéutica, no consiste en el asunto anodino de la falta de un diccionario médico bilingüe, sino la incapacidad del sistema de salud para reconocer como conocimiento cualquier cosa que no encaje en el molde biomédico. Esto deja a las comunidades rurales en una situación de desventaja comunicativa estructural: tienen una experiencia de bienestar rica y compleja, pero son mudas ante un sistema que solo escucha latidos y mide niveles de glucosa, ignorando la integridad del ser humano, así "La injusticia

hermenéutica consiste en que una laguna en los recursos de interpretación colectiva oculta una parcela de la experiencia social de alguien ante la comprensión propia y ajena" (Fricker, 2017, p. 245).

La red de la vida y el cosmos: complejidad, etnodesarrollo y resistencia epistémica en la medicina tradicional indígena

La crisis civilizatoria contemporánea, espoleada por el proyecto moderno-capitalista, evidencia los límites de un paradigma reduccionista que escinde al ser humano de su entorno natural y cósmico. Frente a este monismo ontológico y epistemológico de Occidente, las culturas originarias emergen no como vestigios del pasado, sino como alternativas civilizatorias vigentes. Por ende, es eneludible examinar, desde las coordenadas del pensamiento complejo, la imbricación armónica entre el cosmos, la naturaleza y el ser indígena, materializada en la praxis de la medicina tradicional.

A través de un instrumental analítico interdisciplinario, se procederá a continuación a desglosar este fenómeno en dos momentos: primero, desde sus dimensiones ontológica y epistemológica, empleando los grandes principios de la complejidad; y segundo, desde una perspectiva crítica que devela el avasallamiento infligido por la epistemopolítica dominante y la violencia hermenéutica. El análisis se sitúa empíricamente en las experiencias de resistencia y etnodesarrollo de los pueblos Mé'pháá y Tu'un savi de Guerrero, México, demostrando que su sistema de salud comunitario es una emergencia ecosistémica indispensable para la sustentabilidad de la vida.

El tejido de la physis y el cosmos: análisis ontológico y epistemológico desde la complejidad

Para comprender la medicina tradicional indígena, es menester abandonar el reduccionismo mecanicista que concibe a la salud como la mera ausencia de patógenos biológicos. Desde el pensamiento complejo, la realidad se estructura como un tejido interconectado (*complexus*: lo que está tejido junto), donde las dimensiones biológica, social, espiritual y cósmica son indisociables.

El principio hologramático de la complejidad postula que no solo la parte está en el todo, sino que el todo está inscrito en la parte. En la cosmovisión de los pueblos originarios, este principio adquiere una concreción ontológica radical: el ser indígena no habita la naturaleza; *es* la naturaleza. La salud y la enfermedad no son estados aislados del individuo, sino manifestaciones de la armonía o el desajuste del entramado cósmico.

Como elemento esencial de este ordenamiento, el Buen Vivir (*Sumak Kawsay* o *Suma Qamaña*) dimana directamente de esta filosofía, cimentando los equilibrios de los ecosistemas en una profunda espiritualidad y una comunión sagrada con el cosmos (Acosta, 2010; Miranda-Zambrano & Mejía-Rocha, 2015). Aquí, las variables clave del bienestar se configuran de manera interdefinible:

- **Salud y Bienestar Espiritual:** La salud es un estado de equilibrio relacional con las deidades naturales (madre tierra, agua, aire y fuego).
- **Comunidad y Medio Ambiente:** El sujeto no es el individuo atomizado del neoliberalismo, sino el colectivo expandido que incluye a los ancestros, los animales, las plantas y el territorio.

El principio de recursividad rompe con la linealidad causa-efecto: los efectos son, al mismo tiempo, causantes y productores de aquello que los produce. En la medicina tradicional, los procesos de adolecer ejemplifican esta circularidad:

"Las enfermedades culturales son ocasionadas por factores sobrenaturales (encantos, vientos y malos espíritus) que actúan de forma autónoma o bien animadas por personas que por encargo causan daño" (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2006, p. 133).

Trastornos como el *susto*, el *mal de ojo*, el *empacho*, la *vergüenza* y la *brujería* no pueden ser diseccionados bajo el microscopio clínico occidental porque constituyen emergencias sistémicas. Son el resultado recursivo de una perturbación en las interacciones entre la superficie de la tierra, el inframundo y el cosmos (López-Austin, 2004; Vergara, 1995). El curandero, por ende, no opera como un técnico reparador de órganos, sino como un mediador homeostático que restablece el bucle relacional entre el paciente, su comunidad y las fuerzas cósmicas.

A su vez, el principio dialógico permite mantener la dualidad en el seno de la unidad, asociando términos que son a la vez complementarios y antagonistas. El etnodesarrollo — definido como la capacidad social de un pueblo para construir su futuro empleando su

experiencia histórica y sus recursos culturales (Bonfil, 1982)— opera bajo esta lógica dialógica. No se trata de un aislamiento folclórico, sino de una apertura reflexiva.

La praxis herbolaria de los pueblos Mé'pháá y Tu'un savi demuestra este principio al amalgamar dinámicamente recursos endógenos y exógenos (Esteva, 1996; Olivé, 2009). En sus territorios, la capacidad terapéutica del entorno integra plantas nativas con especies introducidas de diversas geografías: Australia, África y el Mediterráneo.

Esta apropiación e hibridación de conocimientos es lo que Bonfil (1991) denomina control cultural: la capacidad autónoma del colectivo para decidir sobre qué elementos culturales ajenos habrán de incorporarse a su matriz de significación. El diálogo de saberes (Gudynas, 2011a) permite que la incorporación de la acupuntura, la homeopatía o el temazcal (Cervantes, 2010) fortalezca el sistema de salud comunitario sin colonizar su núcleo ontológico.

Avasallamiento epistemopolítico y violencia hermenéutica: conflicto con la modernidad

Pese a su riqueza epistémica y su eficacia pragmática —demostrada al mitigar los embates del Covid-19 en comunidades rurales y aligerar la carga hospitalaria del Estado (Argueta-Villamar & Pérez-Ortega, 2022)—, la medicina tradicional coexiste bajo el asedio de las estructuras de poder de la condición colonial.

Como referente, la epistemopolítica designa la gestión política del conocimiento, es decir, los dispositivos institucionales que determinan qué saberes son válidos y cuáles son relegados al estatus de superstición o precientificidad. La medicina alopática occidental opera desde lo que Santiago Castro-Gómez denomina la *hybris del punto cero*: una postura arrogante que se pretende universal, neutral y deslocalizada.

A contrapelo de esta *hybris* de los especialistas alópatas, los médicos tradicionales (yerberos, parteras, rezanderos y hueseros) reconocen una alteridad radical: sus conocimientos no son propiedad privada suya ni una producción individual de su intelecto; son revelados y custodiados colectivamente para el beneficio de la humanidad (Narciso & Muchavisoy, 1997). El capitalismo cognitivo y la biomedicina oficial agreden esta lógica al exigir la

traducción de estos saberes al lenguaje de la farmacología positivista para otorgarles una legitimidad subalterna, despojándolos de su dimensión sagrada y comunitaria.

Como ya se ha narrado previamente, la violencia hermenéutica ocurre cuando las categorías interpretativas de un grupo dominante son impuestas para juzgar y etiquetar las experiencias de los sujetos marginados, privándolos de las herramientas conceptuales para significar su propia realidad. Tiene lugar cuando la psiquiatría o la medicina oficial etiquetan el *espanto* o la *vergüenza* como meras somatizaciones o síndromes de filiación cultural (Mayo-Mayo et al., 2024a), tales disciplinas se niegan a captar que estas afecciones son interrupciones de la ecología espiritual del sujeto.

Este avasallamiento no solo es discursivo; es bio-político y económico. El modelo neoliberal expolia la tierra, el aire y el agua, destruyendo los hábitats de la biodiversidad que sirven de sustento a la herbolaria tradicional (Acosta, 2010). Al destruir el territorio, se destruye el archivo epistémico de la comunidad.

El etnodesarrollo como praxis de resistencia compleja

Frente a la violencia hermenéutica, las comunidades indígenas oponen una resistencia que es simultáneamente epistémica, económica y ecológica. La reactivación de los huertos y jardines medicinales comunitarios —como la experiencia documentada de organización de mujeres mestizas e indígenas en Ayutla de los Libres, Guerrero (Mayo-Mayo, López-Ríos & Segura-Pacheco, 2020)— deviene en un claro ejemplo de etnodesarrollo relacional donde interactúan múltiples variables complejas:

- **Dimensión Ambiental:** Los huertos medicinales preservan la biodiversidad local, dotan de hábitat a la fauna endémica, fortalecen los nutrientes del suelo y optimizan la captación de lluvia (Acosta, 2001).
- **Dimensión Económica:** La venta de plantas y remedios herbolarios constituye el sustento financiero de familias campesinas desprovistas de ingresos monetarios fijos en tiempos de crisis civilizatoria (Martínez-Pérez et al., 2012), dinamizando circuitos de autoconsumo y trueque.

- **Dimensión Social y Política:** El fortalecimiento de la asamblea comunitaria y el "cambio de brazo" (trabajo recíproco) consolidan un tejido social autogestionario capaz de articular propuestas frente al desarrollo depredador.

La medicina tradicional, lejos de ser un saber estático en vías de extinción, demuestra una notable vigencia e identidad cultural (Molano, 2007). Representa una alternativa civilizatoria basada en la etnoagronomía y la etnobotánica que, a través de la autogestión de la salud, planta cara a la mercantilización de la vida.

El análisis de la medicina tradicional de las culturas originarias bajo el prisma del pensamiento complejo devela que la salud humana es una propiedad emergente del bucle recursivo Cosmos-Naturaleza-Comunidad. La pretensión moderna de aislar al individuo y mercantilizar el sufrimiento se estrella contra la sofisticación ontológica del Buen Vivir y el control cultural indígena.

Para superar la crisis civilizatoria actual, es imperativo detener el avasallamiento epistemopolítico y la violencia hermenéutica que ejercen las instituciones hegemónicas. El camino no radica en la asimilación de la medicina tradicional por parte de la biomedicina occidental, sino en la apertura hacia un verdadero pluralismo epistemológico. El diálogo de saberes debe ser un espacio simétrico donde la ciencia alopática reconozca sus propios límites cognitivos y asuma, con humildad, que la preservación de la vida en el planeta requiere volver a tejer los hilos sagrados que nos unen al cosmos.

III. Convergencias entre el enfoque ecosocial, la epidemiología crítica y el pensamiento complejo en la reconceptualización de la salud

La crisis civilizatoria contemporánea ha puesto en evidencia las profundas limitaciones de los modelos médicos hegemónicos de corte positivista y flexneriano. Durante décadas, la biomedicina y la epidemiología convencional operaron bajo un reduccionismo que aislaba al fragmento biológico de su tejido histórico, territorial y social. Frente a este panorama, emergió la necesidad imperativa de articular marcos epistemológicos de vanguardia que

asumen la multidimensionalidad de la vida. En ese sentido apunta la amalgama teórica entre el enfoque ecosistémico y ecosocial de la salud y la Epidemiología Crítica Latinoamericana (ECL), estructurados bajo el andamiaje transdisciplinar del pensamiento complejo. La integración de estos enfoques permite superar la visión fragmentaria de la enfermedad, proponiendo en su lugar una comprensión de la salud como un proceso dinámico de autorregulación y emancipación, determinado por el metabolismo entre la sociedad y la naturaleza.

Sugerencia para una matriz epistemológica común

Para comprender la articulación entre el enfoque ecosocial y la ECL, es indispensable situar el análisis en el horizonte del pensamiento complejo. La complejidad de los fenómenos de salud-enfermedad radica en que no pueden ser explicados mediante relaciones lineales de causa-efecto o a través de la simple suma de factores de riesgo individuales. El enfoque complejo asume que la realidad está compuesta por sistemas abiertos, caracterizados por la multidimensionalidad, la emergencia, la incertidumbre y la no-linealidad. Bajo este marco, el organismo humano no se concibe como una máquina aislada, sino como un sistema vivo inmerso en sistemas mayores (familias, comunidades, ecosistemas) con los cuales mantiene intercambios permanentes de materia, energía e información. Esta visión fractal de la realidad exige metodologías adaptativas y aproximaciones transdisciplinarias que reconozcan las sutiles interacciones entre el código genético, la subjetividad humana, las estructuras de poder y los ciclos ecológicos.

En efecto, la epidemiología convencional tiende a descontextualizar los datos a través de la noción de riesgo, tratándolo como una variable estadística despojada de su anclaje histórico. Por el contrario, la Epidemiología Crítica Latinoamericana (ECL), liderada conceptualmente por Jaime Breilh, propone la categoría fundacional de la determinación social de la salud. Esta noción establece que los perfiles epidemiológicos de las colectividades no son el resultado del azar o de conductas individuales puramente biológicas, sino que están determinados por los modos de reproducción social y las relaciones de poder intrínsecas al modo de producción dominante.

En suma, la concepción de la enfermedad y la configuración de la salud pública implican una ruptura epistemológica respecto del modelo funcionalista tradicional, al sustituirlo por una perspectiva de epidemiología crítica centrada en la determinación social.

Esta corriente crítica latinoamericana accede a la noción de enfermedad como proceso social y como perfil epidemiológico en la medida en que supera la comprensión superficial de la enfermedad como un evento biológico aislado o como la mera agregación de factores de riesgo, situándola, en cambio, en el marco dinámico de la reproducción social.

Este desplazamiento teórico se profundiza con la deconstrucción del causalismo, al cuestionar la explicación lineal de causa-efecto y la noción de riesgo individual, en tanto ambas reducen la complejidad de los procesos de salud a una representación fragmentaria de la realidad (Breilh, 2017). En su lugar, se propone abandonar el análisis de factores aislados para orientarse hacia la comprensión de que la génesis social del proceso salud-enfermedad se encuentra en el contexto de la reproducción social.

Asimismo, se introduce la categoría de perfil epidemiológico como una síntesis explicativa que permite comprender cómo las condiciones de salud de distintos grupos humanos configuran patrones específicos. Esta categoría trasciende el mero registro estadístico, al incorporar el análisis de los modos de vida característicos de las distintas clases sociales y su incidencia en la configuración de los procesos de salud.

En la trayectoria epistemológica de este enfoque, la enfermedad es concebida como expresión fenotípica (a través de sus síntomas) y genotípica (desde su origen profundo en la base económica, las clases sociales y el poder) de un sistema social. En este sentido, Breilh (2017) sostiene que lo biológico no constituye una esfera autónoma, sino que se encuentra subsumido en lo social, lo cual implica que el modo de acumulación de capital y las estructuras de poder inciden directamente en la materialidad de los cuerpos.

Esta postura converge plenamente con el enfoque ecosocial de la salud. Ambos marcos sostienen que la enfermedad se comporta como un fenómeno fenotípico y relacional. Como señalan Abreu Hernández et al. (2024), el conocimiento médico derivado de experimentos de laboratorio no puede transferirse de manera mecánica y universal a todo tipo de pacientes, puesto que el contexto ecosocial altera la respuesta biológica de forma única. La pretendida pureza del dato experimental se quiebra ante la heterogeneidad de los territorios reales, donde

la vulnerabilidad se distribuye según la triple inequidad, a saber, de clase, género y etnia descrita por la ECL.

En esa ruta crítica, el punto de sutura ontológica entre la ECL y el enfoque ecosistémico se halla en la categoría del metabolismo sociedad-naturaleza. Desde la perspectiva crítica de Breilh (2014), el metabolismo no se limita a un proceso celular o biológico endógeno; representa la forma histórica en que los sistemas sociales intervienen, explotan y transforman los ciclos biogeoquímicos de la naturaleza para la producción y el consumo. Bajo la lógica del capital y las corporaciones globales (incluido el complejo médico-industrial o *Big Pharma*), este metabolismo se distorsiona profundamente. La degradación ecológica, el extractivismo y la precarización de las condiciones de vida provocan una subsunción de lo biológico en lo social, alterando los ritmos corporales, inmunológicos y genéticos de las poblaciones. El enfoque ecosistémico conceptualiza la enfermedad, precisamente, como la manifestación clínica de este "metabolismo distorsionado" (Abreu Hernández et al., 2024). Cuando los retos ambientales y sociales sobrepasan la capacidad homeostática y adaptativa del organismo —debido a un entorno enfermo o despojado de sus soportes vitales—, la patología emerge no como una falla mecánica interna, sino como un síntoma de una fractura metabólica ecosistémica.

La fusión de las perspectivas referidas transforma radicalmente la formación y el ejercicio del profesional de la medicina. El médico educado en la epidemiología convencional actúa bajo premisas reduccionistas, mecanicistas e institucionales, limitándose a reparar la disfunción biológica a través de la prescripción farmacéutica estandarizada. En contraste, el profesional formado en el nuevo paradigma ecosocial y de la complejidad debe poseer una visión clínico-ecosistémica. Su práctica se inserta en lo que Abreu Hernández et al. (2024) denominan el Sistema de Cuidado Prioritario de la Salud (CPS), concebido dentro de la estrategia de Atención Primaria de la Salud (APS). En este modelo, el médico trabaja de forma transdisciplinaria junto a sociólogos, ecólogos, trabajadores sociales y las propias comunidades, estratificando y analizando las realidades desde el nivel microgenético hasta las intervenciones macroambientales. Esta praxis fomenta el desarrollo de Centros Modélicos de APS, espacios de experimentación social y pedagógica insertos en los territorios que buscan romper con el hospitalocentrismo. Los centros en cuestión operan como nodos de innovación que desafían las acreditaciones y certificaciones profesionales globales de corte

colonial y eurocéntrico, las cuales suelen imponer estándares homogéneos funcionales al mercado industrial de la salud en detrimento de las realidades del Sur Global.

Conclusiones

Finalmente, la convergencia analizada postula que un verdadero sistema de salud no puede ser diseñado bajo los intereses comerciales de la industria farmacéutica. La ECL y el enfoque ecosocial coinciden en que la salud es un objetivo de lucha social y una expresión de soberanía vital. El empoderamiento de las personas y comunidades es la clave para subvertir las deficiencias estructurales actuales. Al apropiarse del conocimiento científico y territorializado, las poblaciones transitan de la pasividad asistencial a la acción política. Se promueve así una activa gobernanza donde los colectivos son capaces de transformar de manera solidaria los entornos cotidianos donde viven, estudian y trabajan. La organización popular orientada a exigir el ejercicio y disfrute pleno de sus derechos e incluso a emprender la lucha social legítima para su realización se erige, desde el pensamiento complejo, como la intervención de salud pública más profunda, sustentable y genuinamente preventiva (Abreu Hernández et al., 2024).

La amalgama conceptual entre el enfoque ecosistémico, la Epidemiología Crítica Latinoamericana y el pensamiento complejo proporciona una sólida matriz epistémica para refundar las ciencias de la salud. Al sustituir el reduccionismo biomédico por la categoría de la determinación social y el metabolismo sociedad-naturaleza, la salud deja de entenderse como la mera ausencia de enfermedad o la gestión del riesgo biológico. En su lugar, se devela como un proceso histórico, ecológico y relacional de preservación de la vida. El diseño de nuevos sistemas de salud requiere profesionales con conciencia ecosocial y comunidades empoderadas, capaces de articular la rigurosidad científica con la lucha política por la justicia distributiva y la sostenibilidad planetaria.

Referencias

- Abreu Hernández, L. F., Sepúlveda Vildósola, A. C., & Lara Vélez, J. V. M. (2024). El enfoque ecosistémico y ecosocial de la salud. En R. C. Crocker Sagastume, L. F. Abreu Hernández, & J. V. M. Lara Vélez (Coords.), *Aprendizaje de la atención primaria en salud* (1.^a ed., pp. 25-60). Asociación Mexicana de Facultades y Escuelas de Medicina (AMFEM).
- Breilh, J. (2014). Epidemiología crítica latinoamericana: raíces, desarrollos recientes y ruptura metodológica. En C. Morales & J. C. Eslava (Eds.), *Tras las huellas de la determinación: Memorias del Seminario Interuniversitario de Determinación Social de la Salud* (pp. 19-75). Universidad Nacional de Colombia; Universidad de Antioquia.
- Acosta, A. (2010). El Buen Vivir en el camino del postdesarrollo: Una lectura desde la Constitución de Montecristi. *Policy Paper*, 9, 1-36.
- Acosta, L. (2001). *Establecimiento de huertos medicinales y conservación de la biodiversidad en zonas rurales*. Instituto de Ecología Aplicada.
- Argueta-Villamar, A., & Pérez-Ortega, J. (2022). Saberes tradicionales y Covid-19: La respuesta de los pueblos indígenas y campesinos de México ante la pandemia. *Revista de Antropología Médica Comunitaria*, 14(2), 45-61.
- Bell, I. R., & Koithan, M. (2012). A model for homeopathy: nanoparticle-sized (nanoscale) reversals of drug effects. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 12(1), 200. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-12-200>
- Bonfil, G. (1982). El etnodesarrollo: Sus premisas jurídicas, políticas y culturales. en *América Latina: Etnodesarrollo y Etnocidio* (pp. 133-145). Ediciones FLACSO.
- Bonfil, G. (1991). La teoría del control cultural en el estudio de procesos étnicos. *Arinsana*, 10, 119-140.
- Cervantes, M. (2010). *Interculturalidad y sistemas de salud: La incorporación de terapias alternativas en comunidades indígenas*. Editorial Abya-Yala.
- Esteva, G. (1996). Desarrollo. en W. Sachs (Ed.), *Diccionario del Desarrollo: Una guía del conocimiento como poder* (pp. 52-78). CAUSA.

- Gudynas, E. (2011a). Buen Vivir: Germinando alternativas al desarrollo. *América Latina en Movimiento*, 462, 1-20.
- López-Austin, A. (2004). *Cuerpo humano e ideología: Las concepciones de los antiguos nahuas*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez-Pérez, A., Antonio-López, P., Gil-Muñoz, A., & Cuevas-Sánchez, J. (2012). Contribución económica de la venta de plantas medicinales en los mercados tradicionales del centro de México. *Revista de Geografía Agrícola*, 48, 23-37.
- Mayo-Mayo, G., López-Ríos, G., & Segura-Pacheco, H. (2020). Organización comunitaria y huertos de plantas medicinales: Una propuesta de etnodesarrollo con mujeres de Ayutla de los Libres, Guerrero. *Estudios Sociales y Regionales*, 8(2), 112-134.
- Mayo-Mayo, G. et al. (2024a). Enfermedades culturales, herbolaria y cosmovisión en los pueblos mixtecos y tlapanecos de Guerrero. *Revista Mexicana de Ciencias Indígenas*, 18(1), 78-95.
- Mendoza-Maldonado, F. et al. (2020). Uso de la herbolaria en la atención primaria de la salud en comunidades de la Montaña de Guerrero. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 19(4), 412-425.
- Miranda-Zambrano, C., & Mejía-Rocha, M. (2015). Epistemologías del Sur, Buen Vivir y la crítica al desarrollo eurocéntrico. *Revista de Filosofía Latinoamericana*, 41(2), 201-224.
- Molano, O. (2007). Identidad cultural un concepto que evoluciona. *Revista Opera*, 7, 69-84.
- Narciso, J., & Muchavisoy, D. (1997). *La hybris médica y el saber compartido: Diálogos con los taitas sobre la propiedad del conocimiento*. Ediciones Pensamiento Crítico.
- Olivé, L. (2009). *Interculturalidad y justicia social: Hacia una sociedad plural en México*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2006). *Pautas normativas y conceptuales para la armonización de los sistemas de medicina tradicional y medicina alopática en América Latina*. OPS/OMS.

- Ramírez, T., & Ávila, R. (2020). *Eficacia comunitaria de la medicina herbolaria en el tratamiento de afecciones gastrointestinales y respiratorias*. Revista de Etnobiología, 18(3), 101-115.
- Vergara, M. (1995). *El cosmos y el inframundo: Estructuras del pensamiento chamánico en los pueblos del Sur de México*. Editorial Plaza y Valdés.
- Crocker Sagastume, R. C., Abreu Hernández, L. F., & Lara Vélez, J. V. M. (Eds.). (2024). *Aprendizaje de la atención primaria en salud*. Asociación Mexicana de Facultades y Escuelas de Medicina (AMFEM).
- Morin, E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo* (M. Pakman, Trad.). Gedisa.
- Sociedad Española de Filosofía Analítica (SEFA). (2026, 3 de febrero). *Epistemología política*. Recuperado de <http://www.sefaweb.es/epistemologia-politica/>.
- Mayo-Mayo, S., Cruz-León, A., Wilson-García, C. Y., & Cervantes-Herrera, J. (2024). Herbolaria y alternativas al desarrollo en pueblos indígenas Mé pháá y Tu'un savi en Guerrero, México. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 34(63), e241411. <https://doi.org/10.24836/es.v64i63.1411>
- Crocker Sagastume, R. C., Garza Ramos, J., & Vázquez Castellanos, J. L. (2021). La crisis en el abordaje epidemiológico a escala planetaria con énfasis en México. En R. C. Crocker Sagastume & R. I. Esperón Hernández (Coords.), *Educación médica en un mundo en crisis* (pp. 29-45). Asociación Mexicana de Facultades y Escuelas de Medicina, A.C. (AMFEM) / Fondo Editorial Universitario.
- Nicolescu, B. (1996). *La transdisciplinariedad: Manifiesto*. Editions du Rocher.

Apéndice

Transcripción probatoria de prompts

Formato para pegar el prompt completo y la salida relevante.

Campo	Contenido
Herramienta y modelo	Gemini 3.5 Thinking
Empresa desarrolladora	Google
Fecha de interacción	22 mayo 2026
Propósito académico	Generar ficha de resumen
Prompt exacto	Asume que eres un doctor en filosofía que analiza desde la complejidad el carácter armonioso de la naturaleza y el cosmos con el ser indígena, y esto se refleja en la medicina tradicional practicada en las comunidades indígenas; analiza este fenómeno primero tanto en el plano ontológico como en el del conocimiento desde los grandes principios del pensamiento complejo, y posteriormente aborda desde la epistemopolítica y la violencia hermenéutica el avasallamiento que se le inflige. Esas instrucciones aplícalas sobre el siguiente material: el producto que presentes debe ser apto para su publicación como ensayo, por ende debe crearse con un tono rigurosamente académico e incorporando las citas que adviertes en su contenido y las referencias, ambas en formato APA 7a edición: En las culturas originarias se genera el etnodesarrollo, como una alternativa robusta frente al desarrollo capitalista. Este nuevo paradigma se define como la “capacidad social de un pueblo para construir su futuro, aprovechando para ello las enseñanzas de su experiencia histórica y los recursos reales y potenciales de su cultura, considerando sus propios valores y aspiraciones” (Bonfil, 1982, p. 133). Es evidente que parte desde el interior de las localidades y opta por basarse en la propia cultura de ellas, distanciándose notablemente de la adopción irreflexiva de posturas ajenas (Esteva, 1996). Esto no cancela por supuesto, la incorporación de elementos culturales exógenos que amalgamados adecuadamente con los propios para forjar una ingente riqueza cultural dirigida a la resolución de problemáticas de índoles diversas como la social, educativa, económica, de salud y la ambiental (Olivé, 2009)991), en su

	teoría de control cultural. Como elemento esencial del etnodesarrollo, el Buen Vivir, dimana de la cosmovisión y filosofía de los pueblos indígenas, y está caracterizado por la defensa de la vida, por la recuperación de lo propio, y en contraposición a la concepción occidental de desarrollo de occidente que expolia a la tierra, aire, agua y demás recursos naturales, cimenta los equilibrios de los ecosistemas en una profunda espiritualidad, una comunión sagrada del ser humano con la naturaleza y el cosmos, y consagra en un nivel supremo lo colectivo, donde las acciones de cada individuo están dirigidas a beneficiar a la especie así como ésta vela por el individuo porque ambos se encuentran en indisoluble y benéfica relación; el signo opuesto del individuo aislado y egoista del neoliberalismo. (Acosta, 2010; Miranda-Zambrano y Mejía-Rocha, 2015). ¿Qué es la medicina tradicional? La medicina tradicional es un componente esencial de la cultura de los pueblos indígenas y campesinos; consiste en un sistema de conocimientos acerca de la vida y la muerte, la salud y la enfermedad y más específicamente sobre las causas de la enfermedad, la manera de reconocerla y diagnosticarla, así como la manera de aliviarla, controlarla o prevenirla; en suma, es un secular acervo intelectual para mantener la salud y la vida (OPS, 2006). Dentro de la medicina tradicional que han desarrollado los pueblos indígenas se encuentran como recursos curativos las plantas medicinales, animales, minerales, técnicas de masajes, ventosas, prácticas mágicas-religiosas, acupuntura, temazcal, bioenergía, partería, etc. La revisión consistió en destacar los principios de la medicina tradicional herbolaria de esos pueblos indígenas: médicos
--	---

	tradicionales (yerberos, parteras, rezanderos y hueseros), los procedimientos y métodos de diagnóstico y curación (maíz, cartas, agua, plantas, etc.), demandas de atención y recursos terapéuticos (plantas, animales, hongos, minerales, velas, cruces, agua bendita, etc.), los cuales se utilizan en los rituales de sanación, petición y agradecimiento realizados a las deidades naturales: madre tierra, agua, aire y fuego.
Salidas relevantes	Insumos para elaborar borrador
Ajustes humanos	Selección de ideas principales, verificación de citas, cancelación de errores, modificación del estilo y redacción de borrador del material para ensayo
Ubicación en el trabajo	

Ficha 2

Campo	Contenido
Herramienta y modelo	Gemini 3.5 Thinking
Empresa desarrolladora	Google
Fecha de interacción	28 mayo /Gemini 3.5 thinking
Propósito académico	Generar insumos para el borrador de la introducción
Prompt exacto	Elabora en tu rol de científico social, una introducción al siguiente artículo cuyo archivo anexo, Debes identificar una hipótesis, mencionar que lo conforman tres apartados, mismos que habrás de reseñar y expresar que el propósito es contribuir a la génesis de un paradigma que supere las falencias del paradigma biomédico dominante de suyo funcional a los intereses de las grandes corporaciones farmacéuticas y en general sometido a la etapa actual de reproducción capitalista. Escribe esa introducción asegurándote de utilizar una estructura jerárquica clara con Markdown: un solo '#' para el Título Principal (Heading 1), '##' para los Subtítulos (Heading 2) y párrafos separados por un espacio simple. No agregues líneas horizontales ni dobles espacios en blanco.
Salidas relevantes	Insumos para elaborar borrador
Ajustes humanos	Selección de ideas principales, verificación de citas, cancelación de errores, modificación del estilo y redacción de borrador del material para ensayo
Ubicación en el trabajo	Introducción

--	--

Ficha 3

Campo	Contenido
Herramienta y modelo	Gemini 3.5 Thinking
Empresa desarrolladora	Google
Fecha de interacción	7 junio /Gemini 3.5 thinking
Propósito académico	Generar ficha de resumen
Prompt exacto	Actúa como doctor en Filosofía, En cada consulta que me brindes, proporcióname fuentes en formato APA 7a edición. Iniciamos con el tema de Epistemopolítica aplicada a la medicina. Al diseñarse los sistemas de salud imponiendo un conocimiento distorsionado propio de la medicina alópata reduccionista que concibe al ser humano como una máquina que al averiarse se debe reparar por medio de protocolos diseñados en laboratorio con condiciones controladas y experimentos a modo para justificar artificialmente la uncausalidad y el uso de sustancias en mucho supresoras de síntomas o que combaten a supuestos agentes causantes de la patología sin considerar los efectos colaterales dañinos del fármaco, se perpetran diversas formas de violencia epistémica (si este concepto es inexacto puedes corregirlo) contra múltiples sujetos ¿ Cuáles son aquellas y cuáles éstos? Actúa como doctor en Filosofía, En cada consulta que me brindes, proporcióname fuentes en formato APA 7a edición. Iniciamos con el tema de Epistemopolítica aplicada a la medicina. Al diseñarse los sistemas de salud imponiendo un conocimiento distorsionado propio de la medicina alópata reduccionista que concibe al ser humano como una máquina que al averiarse se debe reparar por medio de protocolos diseñados en laboratorio con condiciones controladas y experimentos a modo para justificar artificialmente la uncausalidad y el uso de sustancias en mucho supresoras de síntomas o que combaten a supuestos agentes causantes de la patología sin considerar los efectos colaterales dañinos del fármaco, se perpetran diversas formas de violencia epistémica (si este concepto es inexacto puedes corregirlo) contra múltiples sujetos. Cuales son aquellas y cuáles éstos?
Salidas relevantes	Insumos para elaborar borrador
Ajustes humanos	Selección de ideas principales, verificación de citas, cancelación de errores, modificación del estilo y redacción de borrador del material para ensayo
Ubicación en el trabajo	pendiente

Ficha 4

Campo	Contenido
Herramienta y modelo	Gemini 3.5 Thinking
Empresa desarrolladora	Google
Fecha de interacción	7 junio /Gemini 3.5 thinking
Propósito académico	Generar ficha de resumen
Prompt exacto	Investiga acerca de los diversos tipos violencia epistémica que se perpetra sobre diferentes sujetos al imponer el conocimiento distorsionado acerca de la naturaleza de la medicina alópata propia del paradigma biomédico, basado en el positivismo que concibe al ser humano como una máquina que cada vez que se avería hay que repararla con protocolos diseñados a modo para justificar el unicausalismo, por medio de una atención que en mucho está dirigida a suprimir síntomas por medio de sustancias que tienen efectos colaterales dañinos sobre el organismo; en suma, se trata de una práctica médica dirigida al lucro a expensas del sufrimiento y la muerte humanos sin pretender, dada su naturaleza, la sanación, porque esto implicaría cancelar el negocio. Utiliza en tu análisis tanto las aportaciones del pensamiento complejo como los de la epidemiología crítica latinoamericana. Enriquece tu análisis con las fuentes del archivo que anexo.
Salidas relevantes	Insumos para elaborar borrador
Ajustes humanos	Selección de ideas principales, verificación de citas, cancelación de errores, modificación del estilo y redacción de borrador del material para ensayo
Ubicación en el trabajo	pendiente

Doi.

Artículo de investigación

**Fortalecimiento de habilidades socioemocionales y tutoría académica:
impacto del programa CUNA en el nivel medio superior de la UANL
hacia 2025**

*Strengthening socio-emotional skills and academic tutoring: impact of the
CUNA program at the upper secondary level of the UANL towards 2025*
*Fortalecimento das competências socioemocionais e tutoria acadêmica:
impacto do programa CUNA no ensino médio da UANL até 2025*

Diana Paola Islas Castillo. ID. 0009-0000-4649-7057

Fernando Javier Gómez Triana ID. 0000-0003-2652-8949

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Filosofía y Letras/ Doctorado en
Educación, Nuevo León, México. Email: dislas109462@uanl.edu.mx

fernando.gomeztn@uanl.edu.mx

ROR: <https://ror.org/01fh86n78>

Recibido: 2026-04-21

Revisado: 2026-06-29

Aprobado: 2026-30-06

Publicado: 2026-07-27

Resumen:

El presente artículo analiza la implementación de un programa piloto titulado Curso de Nivelación Académica (CUNA) en la preparatoria No. 2 de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), con una proyección estratégica llevada a cabo en el año 2025. El objetivo general es evaluar la efectividad de las estrategias socioemocionales; autoconocimiento y autorregulación. Estas habilidades fueron evaluadas en la mejora de

indicadores académicos y el bienestar estudiantil. Se llevó a cabo bajo un enfoque de metodología mixta. Se examinaron las percepciones de los alumnos sobre las técnicas de intervención emocional. Los resultados históricos indican que el 82% de los estudiantes reconoce la relevancia de las habilidades socioemocionales (HSE) para sus metas personales lo que permite que se reduzca el nivel de deserción o abandono escolar del 12.5% al 9.08%. Además, se identifica un área de oportunidad crítica en el reconocimiento de sensaciones corporales con un 74% de desconocimiento. Se llega a la conclusión que la consolidación de CUNA como un eje transversal, vinculado al Sistema Integral de Administración Escolares (SIASE), es de carácter imperativo que permite mitigar desigualdades y fortalecer la permanencia escolar en el escenario educativo de 2025.

Palabras Clave: habilidades socioemocionales, tutoría académica, autoconocimiento, autorregulación, abandono escolar, UANL, Programa Construye T.

Abstract

This article analyzes the implementation of a pilot program entitled Academic Leveling Course (CUNA) at Preparatory School No. 2 of the Autonomous University of Nuevo León (UANL), with a strategic projection carried out in 2025. The general objective is to evaluate the effectiveness of socio-emotional strategies: self-awareness and self-regulation. These skills were assessed in relation to the improvement of academic indicators and student well-being. A mixed-methods approach was used. Students' perceptions of emotional intervention techniques were examined. Historical results indicate that 82% of students recognize the relevance of socio-emotional skills (SES) to their personal goals, which has led to a reduction in the dropout rate from 12.5% to 9.08%. Furthermore, a critical area for improvement was identified in the recognition of bodily sensations, with 74% of students demonstrating a lack of awareness. It is concluded that consolidating CUNA as a cross-cutting axis, linked to the Comprehensive School Administration System (SIASE), is imperative to mitigate inequalities and strengthen school retention in the 2025 educational landscape.

Keywords: socio-emotional skills, academic tutoring, self-knowledge, self-regulation, school dropout, UANL, Construye T Program.

Resumo

Este artigo analisa a implementação de um programa piloto intitulado Curso de Nivelamento Acadêmico (CUNA) na Escola Preparatória nº 2 da Universidade Autónoma de Nuevo León (UANL), com projeção estratégica para 2025. O objetivo geral é avaliar a eficácia das estratégias socioemocionais: autoconhecimento e autorregulação. Essas habilidades foram avaliadas em relação à melhoria dos indicadores acadêmicos e ao bem-estar dos alunos. Foi utilizada uma abordagem de métodos mistos. As percepções dos alunos sobre as técnicas de intervenção emocional foram examinadas. Os resultados históricos indicam que 82% dos alunos reconhecem a relevância das habilidades socioemocionais (SSE) para seus objetivos pessoais, o que levou a uma redução na taxa de evasão escolar de 12,5% para 9,08%. Além disso, uma área crítica para melhoria foi identificada no reconhecimento das sensações corporais, com 74% dos alunos demonstrando falta de consciência dessas sensações. Conclui-se que consolidar a CUNA como um eixo transversal, vinculado ao Sistema Integrado de Administração Escolar (SIASE), é imprescindível para mitigar as desigualdades e fortalecer a permanência na escola no cenário educacional de 2025.

Palavras-chave: habilidades socioemocionais, tutoria acadêmica, autoconhecimento, autorregulação, evasão escolar, UANL, Programa Construye T.

Introducción

La persistencia académica y la formación integral constituyen los ejes rectores del Plan de Desarrollo Institucional dentro del Nivel Medio Superior de la Universidad Autónoma de Nuevo León. En este eje formativo, la preparatoria número 2 es una de las 29 dependencias que forman parte del sistema de bachillerato del nivel superior de la UANL. Dicha institución se convirtió en el escenario clave para poner en marcha el proyecto piloto “Curso de Nivelación Académica” por sus siglas (CUNA).

Más allá de ser un esfuerzo aislado, este programa nace como una estrategia operativa proveniente de la Dirección del Sistema de Estudios de Nivel Superior (DSENMS) con el propósito de aterrizar las directrices del programa nacional “Construye T”, adaptándolas de manera consistente a las realidades socioeconómicas y afectivas de la comunidad estudiantil de las preparatorias de la UANL en el estado de Nuevo León.

De manera histórica, el tránsito de la educación básica al bachillerato representa una de las transiciones más críticas para los jóvenes. Esto implica problemas relacionados a la deserción y rezago escolar. Antes de activar la intervención de CUNA, los diagnósticos institucionales en planteles de alta densidad reflejaban un panorama más complejo, en primera instancia aparece una tasa de abandono escolar del 12.5% y un nivel de reprobación que estima el 20.23%.

Frente a estos desafíos, el programa CUNA parte de una premisa de carácter pedagógico: El éxito en el aula es inseparable del bienestar socioemocional del estudiante. Para operativizar este principio, el diseño curricular del curso se incorporó de forma oficial a la carga horaria de los docentes, esto permitió unificar los esfuerzos de los departamentos de tutorías con los contenidos de la materia de aprendizaje “Orientación Educativa”. Con la llegada del escenario educativo del año 2025, la pertinencia de este modelo no solo se mantiene vigente, sino que ha logrado consolidarse como una respuesta institucional indispensable.

La evolución de los modelos educativos exige que el perfil de egreso no contemple únicamente competencias disciplinares, sino además también competencias genéricas que permitan al alumno “conocerse y valorarse a sí mismo”. La finalidad de este artículo es analizar cómo la metodología de CUNA que se basa en dimensiones como el Autocimiento y la Autorregulación actúa como un factor vital de protección. A través de estrategias técnicas

conocidas como PARAR (Pausa, Atiende, Recuerda, Aplica y Regresa) y MEROP (Meta, Resultado, Obstáculo y Plan), se pretende que el estudiante transite de una respuesta impulsiva hacia una toma de decisiones razonada, fortaleciendo así su trayectoria académica y su proyecto de vida en un entorno considerado post-pandemia de alta incertidumbre. Se declara que se ordenaron ideas a partir de la IA, Ver Anexo.

Hipótesis

La implementación sistemática del programa CUNA reduce los índices de reprobación y aumenta la autoeficacia percibida en estudiantes de nuevo ingreso mediante el dominio de las técnicas PARAR y MEROP.

Marco teórico

La implementación de programas de nivelación y desarrollo socioemocional en el Nivel Medio Superior (NMS) responde a una constante evolución en la concepción del aprendizaje integral. El programa CUNA se compone de cuatro pilares esenciales: La tutoría académica de tipo humanista, el modelo de Habilidades Socioemocionales (HSE), la autorregulación mediante el contraste mental y la vinculación entre la estabilidad emocional y la competencia comunicativa.

La tutoría en la Universidad Autónoma de Nuevo León se define como un proceso de acompañamiento de tipo humanista que busca potenciar las capacidades de cada uno de los estudiantes. De acuerdo con la ANUIES (2000), este acompañamiento tutorial es necesario para reducir los índices de deserción y mejorar la eficiencia terminal. Además, en el contexto de evolución del año 2025, esta labor ha pasado de ser un apoyo administrativo hacia una intervención más psicopedagógica proactiva y situada.

Tal y como indica Díaz-Barriaga (2002), para que el aprendizaje pueda ser significativo debe partir de la realidad del sujeto. El programa CUNA opera bajo este supuesto al insertar las lecciones de autoconocimiento que forme parte de la carga laboral docente, lo cual permite

transformar la hora de tutoría en un espacio de reflexión activa. Por lo tanto, la tutoría integral no solo examina las prácticas directas sobre el rendimiento académico, sino que a la par de esto actúa como un factor de protección emocional que impacta de forma directa en la retención escolar. (García-Cabrero et al., 2020).

El sustento psicopedagógico del programa CUNA se relaciona con los fundamentos de la educación emocional, la cual es definida por Bisquerra y Hernández-Panigua (2024) como un proceso continuo y transversal orientado a potenciar las facetas del desarrollo humano. En el marco del bachillerato, este desarrollo dejar de ser una abstracción teórica para articularse en torno a dos dimensiones que son vitales: El autoconocimiento y la autorregulación.

Con respecto a la primera dimensión, el autoconocimiento es la capacidad de identificar las propias emociones, valores y fortalezas, encuentra un sustento fundamental en la teoría de la autoeficacia de Albert Bandura. Como se recupera en Zimmerman y Schunk (2021), la convicción que posee un individuo sobre sus propias capacidades opera como el predictor más robusto para alcanzar cualquier tipo de éxito escolar.

Las evaluaciones preliminares de CUNA confirman este postulado: cuando el estudiante robustece su identidad y clarifica sus horizontes personales, se produce un incremento directo en su compromiso académico y se ve reflejado en su aprovechamiento.

No obstante, los diagnósticos del programa también ponen al descubierto una contradicción metodológica que puede ser alarmante. Aunque una amplia mayoría del alumnado (82%) otorgan un valor positivo a las habilidades socioemocionales, un (74%) de la muestra manifiesta una notoria incapacidad para decodificar e interpretar sus propias reacciones corporales ante el estrés.

La integración de las habilidades socioemocionales en la educación media no es un fenómeno exclusivo de la experiencia mexicana. Esta necesidad responde a una tendencia iberoamericana orientada a mitigar el abandono escolar mediante la transición hacia modelos humanistas.

En el caso de Chile, experiencias como el programa *de Acompañamiento y Acceso Efectivo a la Educación Superior (PACE)* han demostrado que el fortalecimiento de la autoeficacia y la resiliencia en contextos vulnerables incrementa significativamente la retención en los ciclos de transición académica. (Espinoza et al., 2022).

En el país de Colombia, el programa *Aulas en Paz* ha registrado que la adquisición de competencia no cognitivas tales como; la toma de decisiones responsables y la regulación del estrés, actúan como un factor de protección ante los riesgos psicosociales del entorno escolar periférico. (Chaux, 2021).

De manera similar, en el contexto europeo, particularmente en España. Este país ha liderado la transición curricular a través de la LOMLOE (Ley Orgánica de Modificación de la LOE), la cual realza la obligatoriedad de la educación emocional transversal en los institutos de bachillerato. Estudios ibéricos como los de Repetto y Pena (2020) sostienen que los estudiantes que logran un alto nivel de autorregulación emocional reportan tasas de fracaso escolar de un 18% en menor porcentaje comparado con aquellos expuestos únicamente a tutorías tradicionales de tipo administrativo.

Estas experiencias internacionales reafirman la viabilidad del programa CUNA de la UANL, demostrando que la sistematización institucional de la alfabetización emocional es una estrategia replicable y necesaria para garantizar la justicia y permanencia educativa de la región hispanohablante.

Esta desconexión emocional justifica la necesidad de una intervención pedagógica profunda que trascienda de la base teórica y ofrezca herramientas provenientes de la autorregulación. Es justo en este punto donde la autorregulación se conecta con la neurociencia y la praxis educativa, habilitando el tránsito crítico del impulso biológico a la estrategia de la técnica PARAR (Parar, Atender, Recordar, Aplicar y Regresar). El soporte neurocientífico de este ejercicio se encuentra en los planteamientos de Goleman y Senge (2022), dichos autores explican que la estabilidad afectiva es el requisito indispensable para que la corteza prefrontal logre gestionar y modular las respuestas automáticas de la amígdala cerebral.

En concordancia con esta postura, Argudín (2005) advierte que el acto de “aprender a pensar” demanda de manera forzosa, un estado previo de serenidad mental y control emocional. Sin este blindaje autorregulatorio, el adolescente queda expuesto a situaciones del estrés evaluativo, un elemento de vulnerabilidad que con frecuencia deriva en la reprobación y que tiene como resultado un mayor porcentaje en el abandono escolar.

Como elemento diferenciador y eje central de esta propuesta, la investigación introduce la operacionalización de la metodología MEROP (Meta, Resultado, Obstáculo y Plan). Esta

herramienta se enfoca en la matriz científica de las investigaciones de Oettingen (2014) en relación con el Contraste Mental con Intenciones de Implementación (MCII).

La teoría de Oettingen rompe con la idea tradicional de que el pensamiento positivo por sí solo es suficiente para alcanzar metas ya que el éxito depende de visualizar el beneficio como resultado en contraste directo con los obstáculos internos y externos. Estudios más contemporáneos (Duckworth et al., 2021) demuestran que el uso de planes tipo “si-entonces”, es decir, (si surge un obstáculo de tipo X, entonces haré la acción de tipo Y). Esto reduce drásticamente la brecha entre la intención y el comportamiento real y también permite facilitar la persistencia académica en materias que son consideradas de alta complejidad.

El programa CUNA cuando se vincula con la materia de aprendizaje de Orientación Educativa crea un círculo virtuoso ya que, al mejorar el autoconocimiento, el alumno reduce esa ansiedad ante los estudios, lo cual le permite liberar recursos cognitivos para el aprendizaje de estrategias de lectura o redacción. Se puede decir que existe una relación entre la estabilidad emocional y las habilidades académicas básicas que son necesarias como la comprensión lectora. Araoz et al. (2008) refuerzan que la producción de textos y la lectura que conllevan a un pensamiento más crítico requieren de procesos cognitivos que a su vez necesitan de una mejor disposición anímica para su estimulación.

Este enfoque integral es lo que permite cumplir con los rasgos de identidad de la UANL y las competencias genéricas del Marco Curricular Común (RIEMS), donde se le exige al alumno ser capaz de administrar estos recursos socioemocionales para poder alcanzar cada una de sus metas personales. (Díaz-Barriga, 2002).

Hacia el año 2025, el panorama educativo después de la pandemia del año 2020 exige que cada una de las instituciones de educación superior actúen como entornos de protección. Las HSE ya no son conocidas únicamente como “habilidades blandas” opcionales, sino que han evolucionado en competencias transversales necesarias para los entornos de empleabilidad y la salud mental de los estudiantes. García-Cabrero et al. (2020) mencionan que los modelos de tutoría que se engloban en el aspecto socioemocional presentan una eficiencia terminal 15% superior a los modelos tradicionales. Por tal motivo, el análisis de la implementación de CUNA en la preparatoria No. 2 no solo se marca como un registro histórico, sino como una vía alterna para la estandarización de estas prácticas socioemocionales en todas y cada una de las dependencias y preparatorias del Nivel Medio Superior de la UANL.

Metodología

El presente estudio se llevó a cabo con un enfoque de investigación mixto (cuantitativo-cualitativo) con un diseño de carácter descriptivo y transversal, orientado a cumplir con el objetivo general del presente artículo que busca analizar el impacto del programa piloto CUNA (Curso de Nivelación Académica) en la persistencia del estudiantado y el desarrollo de habilidades socioemocionales o no cognitivas.

La investigación se centró en la Escuela Preparatoria No. 2 de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), una preparatoria pública con una población de 5,000 alumnos, donde se implementó la intervención como una unidad de aprendizaje obligatoria y extracurricular dentro del plan de estudios y currículo de los estudiantes de primer ingreso durante el ciclo escolar agosto-diciembre.

La fase operacional de la metodología se conectó con la estructura institucional de la Dirección del Sistema de Estudios del Nivel Medio Superior (DSENMS). El procedimiento consistió en una integración de lecciones que incluyeron las prácticas de autoconocimiento y autorregulación, estas fueron extraídas del programa nacional “Construye-T”, en la carga laboral oficial de los docentes que cuentan con el nombramiento como tutores. Este ejercicio permitió que la hora de tutoría dejara de ser una actividad aislada para convertirse en un espacio académico más formalizado. Para garantizar su efectividad durante la intervención, se utilizó el Cuaderno de Trabajo CUNA, el cual permitió ser el instrumento principal de tipo pedagógico y portafolio de evidencias para la evaluación formativa de los participantes.

En cuanto a la recolección de datos cuantitativos, se aplicó un cuestionario de diagnóstico socioemocional diseñado para medir habilidades socioemocionales en particular como la autoeficacia, el manejo de emociones y la tolerancia a la frustración. El procesamiento de estos datos se realizó mediante la triangulación de información obtenida del Módulo de Tutoría en la plataforma SIASE. En esta plataforma los docentes registraron de forma sistemática los avances de cada una de las entrevistas grupales e individuales.

Este sistema permitió contrastar las percepciones de los alumnos con los indicadores duros de rendimiento académico. Para el análisis de tipo cualitativo de la percepción del estudiantado sobre técnicas más específicas como PARAR y MEROP, se empleó una técnica de análisis de contenido sobre las reflexiones finales del semestre. Esto permitió identificar patrones en el reconocimiento de las propias sensaciones corporales y la gestión de conductas impulsivas, lo que otorga al estudio su carácter mixto al combinar la estadística descriptiva con la narrativa del desarrollo emocional de cada uno de los estudiantes.

Resultados

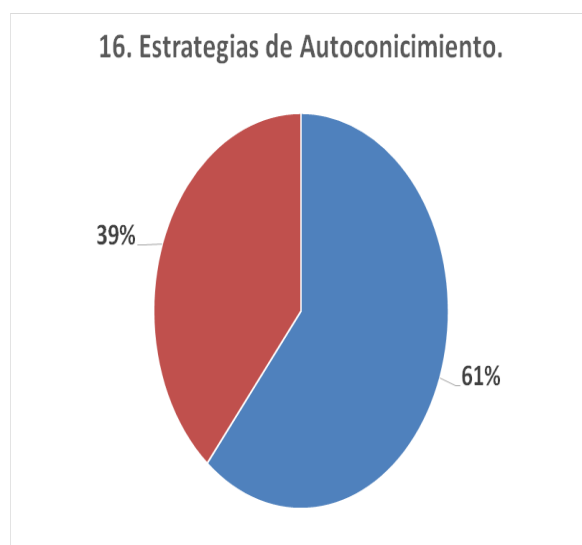
Los hallazgos de la implementación del programa CUNA en la preparatoria No. 2 revelan un impacto significativo tanto en la percepción de la autoeficacia de los estudiantes como en los indicadores institucionales de permanencia. Los datos se encuentran agrupados en tres dimensiones: efectividad de las estrategias de autorregulación, áreas de oportunidad en la conciencia corporal y el impacto en el rendimiento académico de los estudiantes de Nivel Medio Superior.

Dimensión 1. Apropiación de Estrategias Socioemocionales (PARAR Y MEROP) Ver gráfica 1



Gráfica 1. Eficacia percibida de la estrategia PARAR en la prevención de conductas impulsivas

De acuerdo con el análisis de percepción, existe un reconocimiento latente de las herramientas técnicas proporcionadas por el programa implementado. El 61% de los estudiantes identifica a MEROP y PARAR como estrategias fundamentales para su desarrollo académico y personal. Exactamente, un 74% de los alumnos manifestó que la técnica PARAR es una opción efectiva para evitar conductas impulsivas lo que a la par permite un mayor grado de autoconocimiento. En un aspecto cualitativo, esto sugiere que el programa cumple con su función de “alfabetización emocional”, ya que dota a los estudiantes de un vocabulario más técnico para gestionar sus estados internos. Ver gráfica 2



Gráfica 2. Reconocimiento de las estrategias MEROP y PARAR dentro del desarrollo de habilidades socioemocionales

Al evaluar de manera integral el conjunto de herramientas del curso CUNA, se observa que el 61% de la muestra reconoce explícitamente a las metodologías MEROP y PARAR como los ejes rectores de su desarrollo socioemocional. Esta cifra es significativa, pues demuestra que la mayoría de los estudiantes ha logrado transitar de la teoría la identificación de procesos prácticos de autorregulación. El uso de MEROP permite que los estudiantes de la preparatoria No. 2 puedan visualizar su trayectoria académica como un proceso más gestionable, logrando así reducir la incertidumbre y que esto permita fortalecer la persistencia ante los obstáculos típicos del primer ingreso a preparatoria.

Dimensión 2. Conciencia Corporal: El Área de Oportunidad Crítica. Ver gráfica 3



Gráfica 3. Dificultades en la interpretación de sensaciones corporales asociadas al estado de ánimo.

A pesar del éxito en la apropiación conceptual, los resultados arrojan una brecha importante en la presente dimensión. El 74% de los participantes reportó dificultades para reconocer la importancia de interpretar las sensaciones de su cuerpo en relación con su estado de ánimo. Esta desconexión entre mente y cuerpo representa un hallazgo crítico para la proyección del programa hacia 2025. Con esto se sugiere que la tutoría se debe profundizar en técnicas de atención plena que vinculen la respuesta física con la regulación emocional.

Dimensión 3. Impacto en Indicadores de Rendimiento y Retención

En términos cuantitativos, la preparatoria No. 2 mostró una tendencia de mejora en el promedio final generacional. Al contrastar la generación 2022-2024 (70.91) con la generación impactada por los programas de nivelación (77.89), se observa un incremento constante en el desempeño académico. Además, los datos institucionales respaldan la hipótesis de que la intervención socioemocional actúa como un factor de protección, logrando una reducción en la tasa de abandono escolar del 12.5% al 9.08% y una disminución de la reprobación del 20.23% al 14.05%. Ver imagen 1.

PROMEDIO FINAL GENERACIONAL				
	GENERACIÓN 2018-2020	GENERACIÓN 2021 - 2023	GENERACIÓN 2022 - 2024	GENERACIÓN 2025 - 2026
1 C.I.D.E.B.-PREPARATORIA BILINGUE	NO REPORTA	NO REPORTA	NO REPORTA	NO REPORTA
2 PREPARATORIA NUM. 1 - APODACA	63.86		78.33	80.31
3 PREPARATORIA NUM. 2 - MTY	70.91		77.16	77.89
4 PREPARATORIA NUM. 3 - MTY	75.89		79.63	80.34
5 PREPARATORIA NUM. 4 - LINARES	74.31		79.49	82.41
6 PREPARATORIA NUM. 4 - GALEANA	79.81		77.93	79.39
7 PREPARATORIA NUM. 5 - SABINAS HIDALGO	74.64		77.84	78.74
8 PREPARATORIA NUM. 6 - MONTEMORELOS	74.77		77.83	80.19
9 PREPARATORIA NUM. 7 - PUENTES	76.56		83.44	84.05
10 PREPARATORIA NUM. 7 - ORIENTE	74.95		84.75	85.12
11 PREPARATORIA NUM. 8 - GPE	77.8		80.9	81.49
12 PREPARATORIA NUM. 9 - MTY	70.21		77.16	77.79
13 PREPARATORIA NUM. 10 - DR. ARROYO	72.62		NO REPORTA	82.1
14 PREPARATORIA NUM. 11 - CERRALVO	76.94		77.81	79.65
15 PREPARATORIA NUM. 12 - CADEREYTA	65.91		71.69	75.14
16 PREPARATORIA NUM. 13 - ALLENDE	72.15		77.78	77.62
17 PREPARATORIA NUM. 14 - GRAL. TERAN	?		NO REPORTA	NO REPORTA
18 PREPARATORIA NUM. 15 - MADERO	76.36		81.8	81.99
19 PREPARATORIA NUM. 15 - FLORIDA	77.53		84.36	84.53
20 PREPARATORIA NUM. 16 - SNG	68.6		76.91	78.74
21 PREPARATORIA NUM. 17 - CIENEGA DE FLORES	79.02		77.25	79.14
22 PREPARATORIA NUM. 18 - HIDALGO	70.49		75.09	74
23 PREPARATORIA NUM. 19 - GARCIA	79.25		83.84	84.81
24 PREPARATORIA NUM. 20 - SANTIAGO	72.42		71.33	71.68
25 PREPARATORIA NUM. 21 - CHINA	74.28		12.81	77.3
26 PREPARATORIA NUM. 22 - GPE	78.16		80.18	81.73
27 PREPARATORIA NUM. 22 - JUAREZ	NO EXISTIA		NO EXISTIA	79.69
28 PREPARATORIA NUM. 23 - SANTA CATARINA	78.85		83.38	82.86
29 PREPARATORIA NUM. 23 - SAN PEDRO	73.33		60.75	71.11
30 PREPARATORIA NUM. 24 - ANAHUAC	?		80.17	78.46
31 PREPARATORIA NUM. 25 - ESCOBEDO	72.07		82.9	83.73
32 PREPARATORIA NUM. 25 - SALINAS VICTORIA	NO EXISTIA		NO EXISTIA	79.38
33 ESC.IND.Y PREPA.TEC. PABLO LIVAS - PTE	79.48		82.54	83.13
34 ESC.IND.Y PREPA.TEC. PABLO LIVAS -CENTRO	79.74		84.97	42.62
35 ESC.IND.Y PREPA.TEC. ALVARO OBREGON -MTY 1	70.75		78.81	79.76
36 ESC.IND.Y PREPA.TEC. ALVARO OBREGON -GPE	78.05		78.85	80.76
37 ESC.IND.Y PREPA.TEC. ALVARO OBREGON -SNG	67.93		78.91	78.29
38 ESC.IND.Y PREPA.TEC. ALVARO OBREGON -LIN	76.8		75.6	79.04
39 ESC.IND.Y PREPA.TEC. ALVARO OBREGON-MTY2	74.94		76.89	77.25
40 PREPARATORIA TECNICA MEDICA	57.12		48.17	77.84

Imagen 1. Modelo de gestión institucional para la implementación del programa CUNA

Discusión

La sistematización del programa CUNA en la preparatoria 2 de la UANL, aporta evidencia empírica crucial al debate contemporáneo sobre las políticas de retención escolar en el Nivel Medio Superior. Los hallazgos de esta intervención demuestran que la tutoría académica, lejos de confinarse a un rol meramente administrativo puede operar como un catalizador de transformación educativa cuando se transversaliza de forma curricular y se sostiene sobre el andamiaje de la educación emocional.

El éxito de este modelo se demuestra en tres pilares que se encuentran interconectados: la formalización e inserción del rol tutorial dentro de la carga laboral docente, el aprovechamiento estratégico de la plataforma SIASE para el monitoreo individualizado en tiempo real y el entramiento situado en herramientas de autorregulación validadas como la metodología MEROP.

Al contrastar esta arquitectura institucional con las experiencias tutoriales presentadas en otros países como en el caso de la región Iberoamérica, se observan puntos de convergencia teórica que fortalecen la validez de los resultados obtenidos en Nuevo León. Un ejemplo es en el contexto chileno, en el cual las evaluaciones sobre el programa PACE coinciden en que el éxito de los esquemas de acompañamiento estudiantil depende de que las horas de tutoría dejen de ser una labor voluntaria o complementaria de los docentes, es necesario que se asuman como una prioridad contractual. No obstante, mientras el modelo chileno deposita el peso de la retención en el desarrollo de la autoeficacia y la orientación vocacional en las transiciones críticas, el programa CUNA da un paso adelante al dotar a los estudiantes de una metacognición procedimental inmediata para el aula a través del contraste mental.

Por otro lado, la incorporación de metodologías de regulación emocional como PARAR y MEROP en la UANL se interconecta con los resultados registrados en Colombia por iniciativas como *Aulas en Paz*. Ambos enfoques demuestran que las intervenciones preventivas reducen de forma drástica las tasas de rezago en entornos de alto índice de vulnerabilidad social. Por lo tanto, la ventaja metodológica observada en la preparatoria número 2 de la UANL, radica en su capacidad de vinculación técnica. Es decir, al cruzar la progresión cualitativa del cuaderno de trabajo de los alumnos con los indicadores duros de reprobación dentro del SIASE, el sistema mexicano logra subsanar el vacío de seguimiento que la literatura colombiana suele reportar debido a la fragmentación de sus registros escolares. Ver imagen 2



Imagen 2. Síntesis del éxito de la implementación del programa CUNA

Los resultados de CUNA revelan una matriz pedagógica que enriquece la discusión internacional: la existencia de una brecha donde el dominio teórico-conceptual de la emoción no se traduce de forma automática en una conciencia corporal o somática del estrés. Esta asincronía detectada en los estudiantes de Nuevo León propone que el éxito global de las políticas socioemocionales iberoamericanas no debe alinearse o ser evaluadas bajo la métrica del rendimiento académico final, sino a partir de una deconstrucción más profunda sobre cómo los adolescentes habitan, sienten y regular su propio cuerpo en el espacio escolar.

Conclusiones

Se llega a la conclusión de que el autoconocimiento es el pilar sobre el cual se construye la autoeficacia académica. Sin embargo, para los retos de 2025, es necesario fortalecer la educación somática y el reconocimiento de disparadores emocionales, ya que el desconocimiento del propio cuerpo sigue siendo una barrera para la autorregulación plena. La implementación de una tutoría más administrativa a una tutoría humanista y situada permite que el estudiante no solo permanezca en el sistema, sino que desarrolle un proyecto de vida sólido y que pueda poner en práctica la resiliencia. Por último, la

estandarización de CUNA como una unidad de aprendizaje transversal en todas las dependencias de la UANL se presenta como una estrategia viable que permite garantizar la equidad educativa y el bienestar integral de los estudiantes regiomontanos.

El contraste generacional en el Nivel Medio Superior de la UANL, donde la generación impactada por los programas de nivelación (2025-2026) alcanzó un promedio final de 77.89% en comparación con el 70.91% de ciclos previos, permite inferir que las habilidades no cognitivas operan como un catalizador directo del rendimiento técnico de los estudiantes.

Estabilizar los entornos emocionales del estudiantado de primer ingreso reduce la carga cognitiva residual provocada por la ansiedad académica, liberando recursos atencionales que optimizan procesos de alta complejidad. Tales como la comprensión lectora y el pensamiento lógico-matemático.

Por otro lado, el hallazgo más disruptivo del presente estudio radica en la contradicción cognitiva detectada. Mientras el 61% de la muestra se apropia conceptualmente de las metodologías MEROP y PARAR, un 74% manifiesta una marcada incapacidad para decodificar e interpretar sus propias sensaciones corporales asociadas al estado de ánimo. Esta asincronía sugiere una “alfabetización emocional puramente teórica” o intelectualizada, donde el alumno comprende el beneficio racional de la calma, pero permanece desconectado de los síntomas somáticos de la frustración y el estrés, por mencionar algunos ejemplos; la tensión muscular o la alteración del ritmo cardíaco.

A partir de esta brecha, se llega a la conclusión sobre los esfuerzos futuros de la Dirección del Sistema de Estudios de Nivel Medio Superior (DSENMS) no deben limitarse a la entrega de cuadernillos o portafolios con contenidos meramente teóricos.

El diseño pedagógico de la tutoría hacia el escenario post-pandemia exige la incorporación de prácticas de educación somática y mindfulness en el aula. Si el estudiante no aprende a sentir el detonante biológico de la emoción de su cuerpo, la ejecución de la técnica PARAR ocurrirá de manera tardía, anulando su valor como herramienta de contención en crisis puntuales de reprobación o estrés evaluativo. La tutoría en 2025 debe consolidarse como un espacio clínico-pedagógico, donde el cuerpo y la mente de los adolescentes se articulen en favor de su permanencia y proyecto de vida.

Referencias

- ANUIES. (2000). *Programas de Tutoría: Una propuesta de la ANUIES para su organización y funcionamiento en las instituciones de educación superior*. México.
- Araoz, E., Guerrero, P., Villaseñor, R., & Galindo, M. (2008). *Estrategias para aprender a aprender: Comprensión lectora y producción de textos*. Pearson Educación.
- Argudín, Y. (2005). *Aprende a pensar escribiendo bien*. Trillas.
- Bisquerra, R., & Hernández-Paniagua, S. (2024). *Educación emocional: Propuestas para educadores y familias*. Desclée De Brouwer.
- Chaux, E. (2021). *Aulas en paz: Estrategias pedagógicas para la convivencia y la regulación socioemocional en entornos escolares*. Universidad de los Andes.
- Díaz-Barriga, F. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista*. McGraw-Hill.
- Duckworth, A. L., Taxer, J. L., Eskreis-Winkler, L., Goyer, J. P., & Gross, J. J. (2021). Self-control in school. *Educational Psychologist*, 56(1), 36-58. <https://doi.org/10.1080/00461520.2019.1703240>
- Espinoza, O., Castillo, D., & González, L. (2022). Impacto de las tutorías integrales en la retención de estudiantes vulnerables: La experiencia del programa PACE en Chile. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 13(36), 45-63. <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2022.36.1182>
- García-Cabrero, B., Pérez-Martínez, M. G., Miranda-Díaz, A., & Ortiz-Mondragón, M. G. (2020). Los modelos de tutoría en el nivel medio superior: Una revisión de literatura. *Revista de Educación y Desarrollo*, 54, 45-56.
- Goleman, D., & Senge, P. (2022). *The Triple Focus: A New Approach to Education*. More Than Sound LLC.
- Oettingen, G. (2014). *Rethinking Positive Thinking: Inside the New Science of Motivation*. Current.
- Repetto, E., & Pena, M. (2020). Las competencias socioemocionales en el bachillerato español: Un Factor de protección contra el fracaso escolar. *Estudios sobre Educación*, 39, 115-136. <https://doi.org/10.15581/004.39.115-136>

Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. (2021). *Self-Regulated Learning and Academic Achievement: Theoretical Perspectives*. Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9781003154235>

Anexo

Declaración de uso de Inteligencia Artificial Generativa: Durante la preparación de este manuscrito utilizamos Gemini de Google (versión de mayo-julio de 2026) para la corrección de estilo, reescritura de párrafos con alta tasa de coincidencia tipográfica y el refinamiento estilístico de las ideas conceptuales. El uso se limitó a las secciones de Introducción, Marco Teórico (dimensiones de autoconocimiento y autorregulación) y el apartado de Discusión y Conclusiones. El contenido sustantivo (ideas, interpretación, conclusiones) fue desarrollado y verificado por los autores. Todas las referencias fueron verificadas contra las fuentes originales. Los autores asumen plena responsabilidad por la exactitud y la integridad del manuscrito.

Doi.

Artículo de revisión

Soberanía alimentaria y su dinamismo en la política pública en México: 2019-2025

Food sovereignty and its dynamism in public policy in Mexico: 2019-2025

*Soberania alimentar e seu dinamismo na política públicas no México: 2019-
2025*

Hugo Tavira Chanelo. ID. 0009-0007-1794-4437

Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Economía, Chilpancingo de los Bravo,
Guerrero, México. Email: 17263@uagro.mx

ROR: <https://ror.org/054tbkd46>

Enviado: 2026-04-08

Revisado: 2026-05--02

Aprobado: 2026-28-07

Publicado: 2026-07-29

Resumen

Se trata de una revisión bibliográfica pertinente que se limita al tema de soberanía alimentaria a partir de dos procedimientos, el primero consistió en asignar un algoritmo aleatorio y ordenar datos dispersos a datos ordenados aplicados a cuatro motores de búsqueda, dos globales y dos regionales, se incluyó un repositorio local, asignado a un periodo de diez años. Una vez ordenados los datos, se usó la inteligencia artificial con el único propósito de analizar las iteraciones en la evolución de los listados ordenados de la búsqueda de fuentes. En el segundo procedimiento, se utilizó un mapa de redes arrojado por la herramienta tecnológica VOSviewer para interpretar lo que se denomina consenso disciplinar en donde aparecen publicaciones dedicadas a la construcción de patentes, publicaciones de validez del conocimiento, publicaciones de alto impacto y publicaciones de recuperación y ordenación

de conocimiento que definen los procesos de la cienciometría para definir el progreso científico. Estos dos procedimientos se contrastaron para inferir que el tema de soberanía alimentaria se nutre desde diferentes enfoques, que a lo largo de su evolución, no solo construyó sus propios conceptos, sino que diversificaron las políticas públicas en una estructura de derecho internacional para las constituciones políticas convencionales, como el caso de México. Se concluye que el dinamismo de políticas públicas sobre soberanía alimentaria, se encuentra en la evolución en la literatura de la última década, advirtiendo que hay vacíos de una comprensión sistemática.

Palabras clave: soberanía alimentaria, políticas públicas, dinamismo económico, evolución conceptual, populismo

Abstract

This is a relevant literature review limited to the topic of food sovereignty, based on two procedures. The first consisted of assigning a random algorithm to sort dispersed data into ordered data using four search engines: two global and two regional. A local repository was also included, covering a ten-year period. Once the data was sorted, artificial intelligence was used solely to analyze the iterations in the evolution of the ordered lists of sources. In the second procedure, a network map generated by the VOSviewer technology tool was used to interpret what is called disciplinary consensus. This network map includes publications dedicated to patent development, publications on knowledge validity, high-impact publications, and publications on knowledge retrieval and organization, which define the processes of scientometrics for measuring scientific progress. These two procedures were contrasted to infer that the issue of food sovereignty draws from different perspectives, which throughout its evolution have not only developed their own concepts but have also diversified public policies within an international law framework for conventional political constitutions, as in the case of Mexico. It is concluded that the dynamism of public policies on food sovereignty is reflected in the evolution of the literature over the last decade, while acknowledging gaps in a systematic understanding.

Keywords: food sovereignty, public policies, economic dynamism, conceptual evolution, populism

Resumo

Esta é uma revisão bibliográfica relevante, limitada ao tema da soberania alimentar, baseada em dois procedimentos. O primeiro consistiu na atribuição de um algoritmo aleatório para ordenar dados dispersos, utilizando quatro mecanismos de busca: dois globais e dois regionais. Um repositório local, abrangendo um período de dez anos, também foi incluído. Uma vez ordenados os dados, a inteligência artificial foi utilizada exclusivamente para analisar as iterações na evolução das listas ordenadas de fontes. No segundo procedimento, um mapa de rede gerado pela ferramenta tecnológica VOSviewer foi utilizado para interpretar o que se denomina consenso disciplinar. Este mapa de rede inclui publicações dedicadas ao desenvolvimento de patentes, publicações sobre validade do conhecimento, publicações de alto impacto e publicações sobre recuperação e organização do conhecimento, que definem os processos de cientometria para mensurar o progresso científico. Esses dois procedimentos foram contrastados para inferir que a questão da soberania alimentar se baseia em diferentes perspectivas, que, ao longo de sua evolução, não apenas desenvolveram seus próprios conceitos, mas também diversificaram as políticas públicas dentro de um arcabouço de direito internacional para constituições políticas convencionais, como no caso do México. Conclui-se que o dinamismo das políticas públicas sobre soberania alimentar se reflete na evolução da literatura ao longo da última década, embora se reconheçam lacunas em uma compreensão sistemática.

Palavras-chave: soberania alimentar, políticas públicas, dinamismo econômico, evolução conceitual, populismo

Introducción

La pertinencia de una revisión bibliográfica para una tesis doctoral depende de la velocidad con la que se mueva la densidad de lo escrito (Chartier, 2018) en un tema en específico. Se llamará densidad de lo escrito al material de la circulación editada, en este caso revistas científicas, aunque también libros especializados e informes. La densidad de lo escrito nunca es estática, sino que depende de los modos de lectura. En otras palabras, la velocidad de la lectura depende de la circulación de lo escrito. Lo que aquí se atestigua consiste en la transición de una lectura completa y deductiva a modos de lectura fragmentaria y abierta que ha permitido un tipo de interpretación del progreso de la ciencia que se apoya en herramientas tecnológicas para establecer los consensos entre las disciplinas, la comunicación entre científicos, así como graficar la acumulación de la densidad de lo escrito. El problema es que no toda la densidad de lo escrito está justificada, queda a fuera gran cantidad de datos e información que no está validada por los procedimientos actuales de validación científica. Sobre esto último se da cuenta en la presente investigación.

La investigación fue dividida en dos procedimientos, que no son innovadores, sino que son complementarios y que una gran cantidad de investigadores aplica para delimitar sus objetos de estudio, determinar su alcance y valorar la evolución del mismo. El primer procedimiento recupera la información de motores de búsqueda abiertos, pero por sí mismos no pueden dar cuenta del consenso de la producción de la ciencia para validar su progreso, es decir, requieren de la bibliometría (estadística aplicada) en bases de datos más abiertas como OpenAlex; el segundo procedimiento da cuenta de la totalidad de la producción científica graficada en clústeres que permiten segmentar las disciplinas, así como comunicarlas mediante redes de citación y de co-currencia.

Estos dos procedimientos se complementan para diagnosticar en consenso en la ciencia y verificar el comportamiento del objeto de estudio en las publicaciones científicas, que para el caso se trata de una evolución de tema de soberanía alimentaria en las publicaciones de recuperación y organización del conocimiento.

Primer proceso de revisión bibliográfica

A partir del algoritmo “soberanía alimentaria en México” se aplicó en cinco motores de búsqueda dos globales (Semantic Scholar y Google Académico); dos regionales (Scielo y Redalyc) y uno local (Repositorio de la UAGro) como lo sugiere la tabla 1.

Tabla 1.
Motores de búsqueda

Semantic Scholar	Google Académico	Scielo	Redalyc	Repositorio de la UAGro
259	58,300	44	297731	4
0.01%	0.01%	50%	0.0.1%	100%
25	58	22	29	4
Fuente: propia				

El tamaño de recursos bibliográficos seleccionados (se asignaron porcentajes que pudieran ser verificados por seres humanos) correspondió a un total de 135 fuentes bibliográficas de las arrojadas originalmente (356,338 artículos), es decir se empleó, en el proceso de lección de fuentes bibliográficas, menos del 0.001% que corresponde a la organización de datos dispersos a datos ordenados.

Con el propósito de trazar la evolución de los recursos bibliográficos, se organizaron cinco listados de las fuentes bibliográficas de cada uno de los motores de búsqueda en acceso abierto en orden cronológico progresivo. Posteriormente, conforme al principio 1, sugerido por la norma APA (Ruiz Mendoza, K. K., 2026, p. 5) que declara la responsabilidad humana en el uso de IA, se usó la herramienta *deespeek* (Ver anexo) para ingresar los *imput* de cada uno de los listados, según el motor de búsqueda correspondiente, representados en tablas descriptivas modificadas.

Se verificaron las *outpu* que apelan a la evolución del concepto denominado “soberanía alimentaria” que la herramienta IA (que en lo sucesivo aparecen en las siguientes tablas) conformó en iteraciones de los siguientes tags: transición, acumulación-consolidación, giro, reconceptualización, incorporación, tendencia, progresividad, inicio-

madurez. simple-complejo, producción del discurso, crecimiento, oculto-visible, general-situado, especialización, dimensión, diversificación, expansión. Al respecto ver tabla 2.

Tabla 2

Características dominantes de la evolución temática

Semantic Scholar	Google Académico	Scielo	Redalyc
Enfoques iniciales, diagnósticos de conflictos y estudios de caso localizados	Enfoques iniciales, preocupación por la autosuficiencia alimentaria	Enfoques iniciales, crisis económicas y alternativas productivas	Enfoques iniciales, diagnósticos nacionales
Consolidación conceptual, diversificación geográfica y expansión metodológica	Consolidación conceptual, llegada del término "soberanía alimentaria" a México	Consolidación de análisis críticos, políticas públicas y pobreza	Enfoques iniciales, diagnósticos nacionales
Profundización temática, enfoques interseccionales y escalas múltiples	Expansión temática y diversificación metodológica	Transición conceptual y nuevas tecnologías	Consolidación epidemiológica y regulatoria
Emergencia de enfoques innovadores y transdisciplinarios	Profundización y enfoques críticos	Profundización territorial y diversificación temática	Expansión conceptual y geográfica
	Interseccionalidad y escalas múltiples	Enfoques emergentes post-pandemia	Profundización crítica y diversificación
			Enfoques emergentes

Fuente: Adaptada de IA *Deespeek*

La primera advertencia a considerar consiste en lo siguiente: en las tablas descriptivas no se incluyó el repositorio local de la UAGro por las escasas obras dedicadas al tema, en todo caso se trata de un repositorio de acumulación temática, también se advierte que el motor de búsqueda de acceso abierto, denominado Semantic Scholar, no aplica para todas los tags recurrentes, sino que se anticipa a los diseños de gráficas de agrupamiento de cocitación por enlace de redes, sin embargo, esto no limitó el análisis de la IA, que centró la deducción de la evolución del concepto que nos ocupa, a partir de los *imput* de los listados de las publicaciones que corresponden a un periodo del 2000 al 2026. Al respecto, ver tabla 3.

Tabla 3
Temáticas clave

Semantic Scholar	Google Académico	Scielo	Redalyc
Conflictos conservación vs. soberanía, mercados alternativos, hambre estacional Etnoagroforestería, educación para la soberanía alimentaria, movimientos sociales	Seguridad alimentaria, dependencia alimentaria, marco regulatorio inicial Agroecología, comercio justo, crisis alimentaria global, OCM	Crisis alimentaria, TLCAN, milpa, movimientos sociales Programa Sembrando Vida, pobreza e inseguridad alimentaria, modelos productivos	Seguridad alimentaria prospectiva, epidemiología de la inseguridad Seguridad alimentaria prospectiva, epidemiología de la inseguridad
Feminismo campesino, agroecología transformadora, litigios internacionales Soberanía energética, adaptación climática, soluciones basadas en la naturaleza	Huertos familiares, agroecología política, género, cambio climático Movimientos sociales, políticas públicas, neoliberalismo, COVID-19 Feminismo campesino, maíz transgénico, litigio internacional, pueblos indígenas	Programas sociales (desayunos escolares), nanotecnología, agroecología como movimiento social Maíz amarillo, chinampas, milpa otomí, jornaleros agrícolas, mercados de productores Estrategias chinamperas frente al COVID-19	Inseguridad alimentaria y nutrición, políticas alimentarias, pobreza Soberanía vs. seguridad, programas de asistencia, transición alimentaria Canasta alimentaria, activismo alimentario, sobrepeso y obesidad Percepción del riesgo en comunidades indígenas

Fuente: Adaptada de IA Deespeek

Para Semantic Scholar la soberanía alimentaria se reconceptualiza como un derecho integral que articula dimensiones ecológicas, culturales, económicas y políticas. Para Google Académico, los conflictos agrarios transitan a los derechos de minoría, con especial atención en enfoques feministas; mientras que para los repositorios regionales son consecuentes con las variaciones de clima y fenómenos de calentamiento global, es decir las publicaciones de

Scielo transitan del tema básico de crisis alimentaria hacia estrategias de gestión de conflicto ante fenómenos de salud. Por su parte, Redalyc, tiene la misma temática que Scielo, pero se distancia por el sentido que asigna a las políticas de riesgo en los grupos minoritarios. En cambio, la siguiente tabla define las diferencias de los hallazgos en los motores de búsqueda. Ver tabla 4.

Tabla 4
Concepto dominante

Semantic Scholar	Google Académico	Scielo	Redalyc
Se aglutina en mapa de análisis bibliométrico	Seguridad alimentaria	Seguridad alimentaria (Acuña Rodarte & Meza Castillo, 2010)	Seguridad alimentaria
	Transición conceptual	Soberanía alimentaria	Inseguridad alimentaria
	Soberanía alimentaria consolidada	Transición conceptual	Soberanía alimentaria
	Soberanía alimentaria ampliada	Consolidación de ambos conceptos	Tensión conceptual
		Conceptualización aplicada	Percepción del riesgo
Fuente: Adaptada de IA Deespeek			

En Semantic Scholar la soberanía alimentaria pasa de entenderse como un asunto local a ser analizada en sus dimensiones internacionales (económicas, legales, energéticas); para Google Académico el concepto transita de una preocupación por la disponibilidad de alimentos (seguridad alimentaria) a un enfoque de derecho y autonomía (soberanía alimentaria), y posteriormente a una crítica estructural del sistema agroalimentario global. En Scielo se produce una territorialización creciente de los estudios, pasando de análisis macro (nacionales) a micro (comunidades, chinampas, municipios específicos). Redalyc realiza la transición desde un enfoque epidemiológico y cuantitativo de la inseguridad alimentaria hacia un análisis cualitativo y político de la soberanía alimentaria, culminando en estudios de percepción y riesgo a nivel comunitario.

Como se advirtió, no todos los tags se encontraron en las iteraciones del análisis de la IA, por ejemplo, en la evolución de los enfoques, se obtuvo la respuesta que representa la tabla 5.

Tabla 5
Enfoque

Semantic Scholar	Google Académico	Scielo	Redalyc
Las redes de los nodos amplían los enfoques a otras disciplinas, revistas, artículos y palabras clave	Abastecimiento, disponibilidad de alimentos	Crisis alimentaria, TLCAN, disponibilidad de granos	Prospectiva, disponibilidad, acceso
	Autonomía estatal vs. dependencia	Autonomía campesina, modelos productivos alternativos	Epidemiología, factores socioeconómicos, nutrición
	Derecho a definir políticas alimentarias propias	Políticas públicas de seguridad alimentaria	Autonomía campesina, movimientos sociales
	Dimensión territorial, cultural, feminista, decolonial	Maíz como eje de soberanía, revisión paradigma	Bioética, derechos humanos, activismo alimentario
			Enfoque local, comunitario e indígena

Fuente: Adaptada de IA *Deespeek*

Los enfoques se incrementaron, se especializaron e hicieron visibles posturas generales a posturas visible sobre soberanía alimentaria. En el caso de Google Académico el abastecimiento se especializó hacia una dimensión territorial feminista y decolonial; mientras que, para Scielo, se incrementaron las publicaciones referentes a los tratados comerciales abundando en el maíz como eje central de soberanía. Para Redalyc la disponibilidad de acceso recursos naturales se visibilizó su alcance a regiones locales, comunitarias e indígenas.

Las iteraciones encontradas en las *outpum* referentes a las escalas de las investigaciones fue la siguiente. Ver tabla 6.

Tabla 6

Escalas

Semantic Scholar	Google Académico	Scielo	Redalyc
Comunidad y región	Nacional	Nacional y binacional (TLCAN)	Nacional
Regional y estatal	Latinoamericana y global	Regional y estatal	Nacional con desagregación Estatal y regional
Nacional e internacional	Regional y estatal	Comunitaria y municipal	Local y urbano
Transnacional y global	Comunitaria y local	Local y territorial específico	Comunidad indígena específica
	Local e interseccional		

Fuente: Adaptada de IA *Deespeek*

En Semantic Scholar el estudio de la soberanía alimentaria se descentraliza del sur de México y abarca experiencias en el centro, occidente, norte e incluso la diáspora mexicana en Estados Unidos; para las fuentes bibliográficas de Google Académico los estudios pasan de diagnósticos nacionales a análisis situados en comunidades, regiones y territorios específicos, reconociendo la diversidad biocultural de México; mientras que Scielo se produjo una territorialización creciente de los estudios, pasando de análisis macro (nacionales) a micro (comunidades, chinampas, municipios específicos) y finalmente en Redalyc los estudios se territorializan progresivamente, pasando de diagnósticos nacionales a análisis situados en comunidades indígenas específicas y contextos urbanos (Ciudad de México).

Para el caso de los enfoques disciplinares, el análisis de las iteraciones arrojó la siguiente descripción. Ver tabla 7.

Tabla 7

Enfoque predominante

Semantic Scholar	Google Académico	Scielo	Redalyc
Litigio internacional por maíz transgénico	Económico-agronómico	Económico y sociológico	Epidemiológico-cuantitativo
Investigación Acción Participativa	Político-ecológico	Agronómico y de políticas públicas	Económico y sociodemográfico
Enfoques participativos con perspectiva de género	Agroecológico y territorial	Feminista y decolonial	Económico y sociodemográfico

Litigio internacional y análisis jurídico	Sociológico y organizativo	Interdisciplinario y territorial	Sociológico y político
			Interdisciplinario y cualitativo Antropológico y de percepción
Fuente: Adaptada de IA Deespeek			

Semantic Scholar muestra una maduración del campo que va desde estudios diagnósticos localizados hasta análisis complejos y multiescalares, con una creciente atención a la equidad, la sostenibilidad y la participación comunitaria. Google Académico transitó de un determinismo economicista hacia la sociología administrativa. El punto de partida de Scielo fue parecido al de Google Académico, a diferencia que ha evolucionado en lo interdisciplinario de campo. Redalyc nos ofrece un punto de partida positivista de tratar los problemas de soberanía hacia la antropología de las subjetividades, diversificando los paradigmas epistemológicos contemporáneos.

A nieves de las disciplinas hegemónicas tenemos la tabla 8.

Tabla 8
Disciplinas

Semantic Scholar	Google Académico	Scielo	Redalyc
Las disciplinas son arrojadas por clúster de enlaces que diversifican los concesos científicos	Economía, agronomía	Economía, sociología rural	Salud pública, epidemiología
	Ecología política, sociología rural	Agronomía, ciencia política	Economía, demografía
	Agroecología, antropología	Estudios de género, antropología	Economía, demografía
	Sociología, ciencia política	Geohistoria, agroecología, análisis del discurso	Sociología rural, ciencia política, antropología
	Estudios de género, epistemologías del sur		Bioética, estudios culturales, activismo
			Antropología, estudios de riesgo
Fuente: Adaptada de IA Deespeek			

En Google Académico se incorporan miradas feministas, decoloniales e interseccionales que cuestionan las bases epistémicas del desarrollo rural y proponen alternativas centradas en la vida. Para Scielo el enfoque feminista decolonial representa un cambio paradigmático al analizar la alimentación-salud de las mujeres campesinas como categoría central para la soberanía alimentaria. En Rdalyc se produce un giro metodológico desde enfoques cuantitativos y epidemiológicos hacia metodologías cualitativas, participativas y de percepción, que priorizan las voces de los actores locales.

La última tabla del análisis de iteraciones describe las nuevas temáticas. Ver tabla 9.

Tabla 9

Temáticas nuevas

Semantic Scholar	Google Académico	Scielo	Redalyc
Litigio internacional por maíz transgénico	Marco regulatorio, dependencia alimentaria	Crisis alimentaria, TLCAN, movimientos sociales	Prospectiva alimentaria, epidemiología de la inseguridad
Soberanía alimentaria feminista	Agroecología, comercio justo, crisis alimentaria	Modelos productivos alternativos, pobreza rural	Inseguridad alimentaria y obesidad, marco regulatorio, pobreza alimentaria
Soluciones basadas en la naturaleza	Huertos familiares, cambio climático, género	Programas sociales, nanotecnología, agroecología como movimiento	Transición alimentaria, programas de asistencia, conservación de variedades criollas, soberanía alimentaria
Agricultura de aguas frías	COVID-19, políticas públicas, movimientos sociales	Maíz amarillo, chinampas, milpa otomí, jornaleros migrantes, mercados de productores	Canasta alimentaria, activismo alimentario prefigurativo, sobrepeso y obesidad urbana
	Maíz transgénico, litigio internacional, feminismo campesino		

Fuente: Adaptada de IA *Deespeek*

Las innovaciones introducidas en el discurso, para el caso de Semantic Scholar, representan los conflictos de política internacional hacia innovaciones de la ciencia en escenarios de gestión de conflictos y crisis climáticas, lo mismo ocurre en Google Académico, que, en tanto motor de búsqueda global, refleja problemáticas mundiales como la hambruna hacia la patentización de la naturaleza, específicamente en maíz transgénico (The Long Now Foundation, 2019). Para Scielo, la literatura sobre tratados comerciales que afectan a la soberanía nacional, madura hacia una literatura que ofrece alternativas del mercado local. Por último, Redalyc sigue acumulando literatura sobre epidemias, producidas por la alimentación, hacia el giro de la segmentación y ubicación de poblaciones específicas, como niños, adolescentes, mujeres y grupos vulnerables multiétnicos.

Este primer procedimiento, regularmente, se aplica a investigaciones sobre bibliometría. “La bibliometría es la aplicación de métodos matemáticos y estadísticos a libros, artículos y otros medios de comunicación científica, con el fin de analizar y cuantificar los procesos de producción, difusión y uso de la información registrada.” (Pritchard, A. 1969). Sin embargo, consideramos que los estudios sobre bibliometría deben contrastarse con los propósitos de la cienciometría. “La cienciometría como estudio cuantitativo de la ciencia, comunicación en la ciencia y política científica”. (Hess, 1997) Aunque se trata de una definición funcional, no es la única, también se encuentra la definición de Mingers y Leydesdorff (2015). “La cienciometría es el estudio de los aspectos cuantitativos del proceso de la ciencia como sistema de comunicación. Se ocupa centralmente, pero no únicamente, del análisis de las citas en la literatura académica”. (p. 18)

En otras palabras, la verificación de los modos de circulación de la ciencia escrita, se debe valorar a partir de una totalidad (mapa de red) de la ciencia entendida como sistema de comunicación, con la intención de interpretar en dónde se encuentra situado, en este caso, el discurso de la soberanía alimentaria.

En qué se basa esta sugerencia de complementar la bibliometría con la cienciometría. En el hecho de admitir que la producción científica se encuentra desproporcionada en su acceso. No toda la investigación se encuentra disponible en acceso abierto y la que existe, una parte pequeña se encuentra indexada, mientras que el resto de publicaciones no está actualizada en las bases de datos, repositorios, directorios, catálogos, índices, entre otros,

debido a que los metadatos son restringidos por pago. Así que lo que se recoge de las bases de datos, como, por ejemplo, OpenAlex, solo se actualizan los últimos seis años, mientras que los periodos anteriores al 2020, se deben reconstruir y analizar cantidades limitadas de publicaciones arrojadas por motores de búsqueda, como aquí se sugirió.

Siguiendo con el ejemplo, se usó la base de datos OpenAlex (que es una herramienta para los análisis bibliométricos más comunes de coautoría; mapeo de redes a nivel institucional y nacional; coocurrencia de temas de investigación) con el ítem <<agricultura en México>>, con los tags: México, Acceso Abierto, 2019-2026. Se seleccionaron 872 publicaciones, el resultado fue el siguiente.

En lo que se refiere al crecimiento de publicaciones ver gráfica 1.

Gráfica 1



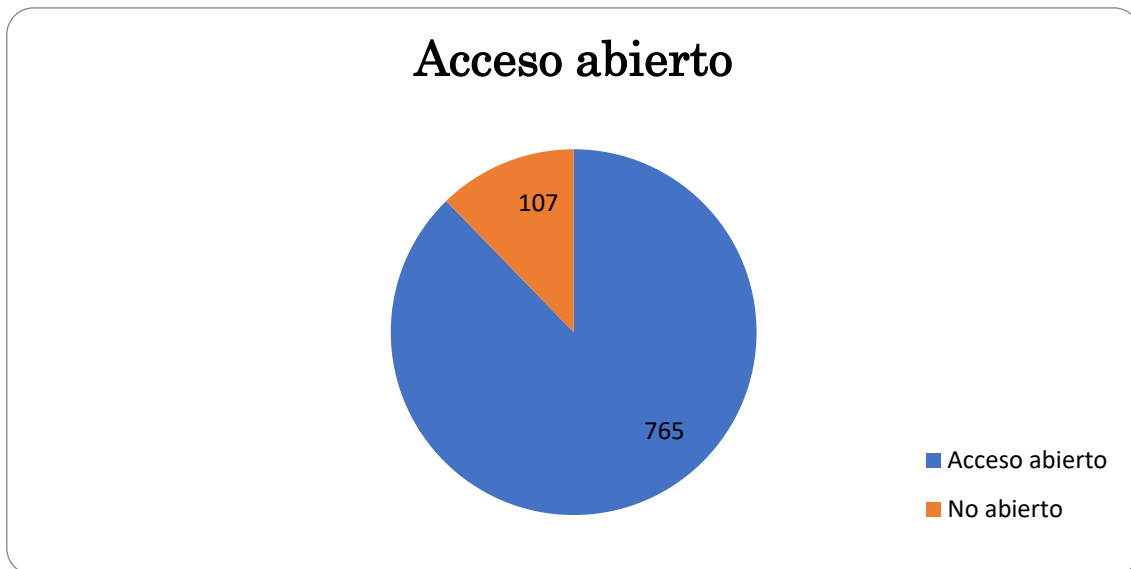
Gráfica 1. Comportamiento de publicaciones de acceso abierto

En la gráfica en cuestión se observa una tendencia general de crecimiento en la producción científica entre 2019 y 2025; el año 2025 registró el mayor número de publicaciones con 191 documentos, mientras que 2019 presenta 103 publicaciones; después sucede una disminución moderada en 2022 (109 publicaciones), mientras que la producción científica vuelve a incrementarse significativamente en 2024 y 2025; por lo que el crecimiento entre 2024 y

2025 sugiere una consolidación de la actividad investigadora y una mayor difusión de resultados académicos.

A continuación, se presenta el análisis de la gráfica 2.

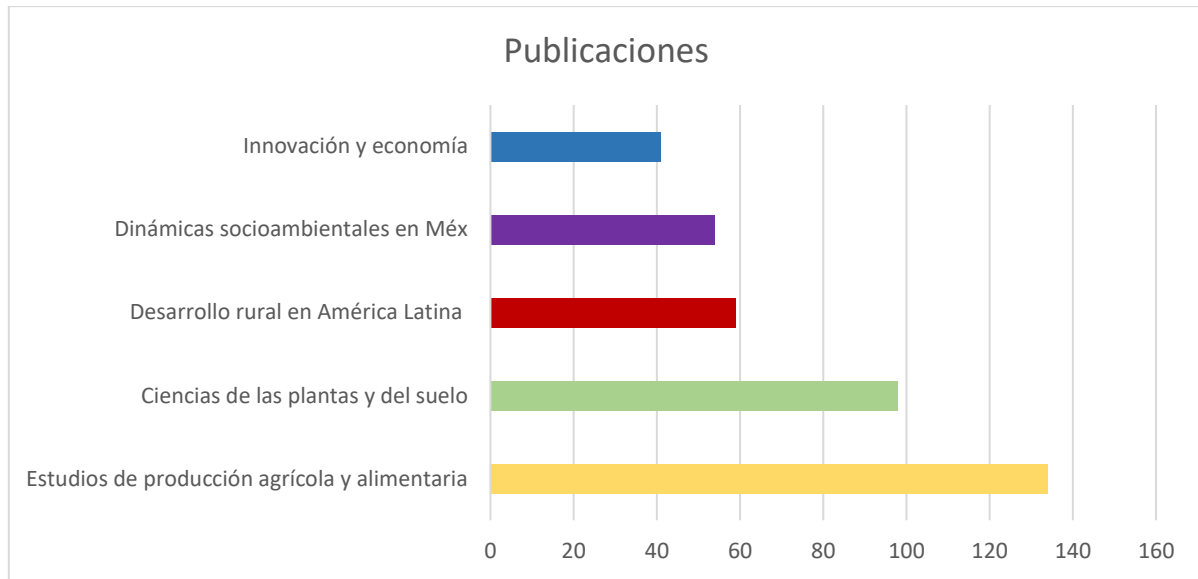
Gráfica 2



Gráfica 2. Tamaño de publicaciones que abordan la temática agrícola en América Latina

En esta medición la mayoría de las publicaciones se encuentran en acceso abierto (765 documentos), frente a 107 publicaciones sin acceso abierto, lo cual sugiere que aproximadamente el 88 % de las publicaciones están disponibles libremente para consulta. En otros términos, este resultado refleja una fuerte orientación hacia la difusión abierta del conocimiento, favoreciendo la visibilidad y el impacto de la investigación; es decir, el reducido porcentaje de publicaciones cerradas indica una adopción importante de políticas de ciencia abierta en las publicaciones con temáticas orientadas a la agricultura en México, como lo sugiere la gráfica 3.

Gráfica 3



Gráfica 3. Rankin de publicaciones por tema

El tema con mayor número de publicaciones se refiere a los estudios de producción agrícola y alimentaria con 134 registros. Le siguen ciencias de las plantas y del suelo con 98 publicaciones y desarrollo rural en América Latina con 59 publicaciones. La concentración de publicaciones en temas agrícolas, rurales y ambientales muestra una clara especialización del conjunto analizado hacia el sector agropecuario y el desarrollo rural. Los temas relacionados con economía, innovación y dinámicas socioeconómicas complementan la investigación técnica, aportando una visión multidisciplinaria.

De lo anterior se infiere que la producción científica que se analizó, muestra un crecimiento sostenido en los últimos años, con una gran predominancia de publicaciones en acceso abierto y una clara orientación temática hacia la agricultura, las ciencias del suelo y el desarrollo rural, lo que con certidumbre se puede decir que presenta un enfoque estratégico de investigación de las instituciones participantes.

Segundo proceso de interpretación de consenso científico

En cienciometría el consenso no se define como todo aquello que los científicos unifican en una creencia determinada o como verdad, sino como fenómeno observable y medible. El consenso científico es el estado en el que una afirmación, teoría o método alcanza un alto grado de aceptación colectiva medible a través de indicadores bibliométricos: co-citación, co-palabra, y convergencia en frentes de investigación. Es cuando la forma y el contenido de la citación dejan de ser controvertidos y pasan a ser afirmativos y de uso estándar. Es decir, no se pregunta a los científicos si están de acuerdo, sino que se mide en los papers: i. Deja de ser citado para ser discutido y pasa a ser citado como base. ii. Aparece en la red de co-citación como núcleo central con muchas citas positivas. iii. Ya no se citan las alternativas, es decir, las teorías rivales (Aguilar, J. L. 2024) desaparecen del frente de investigación.

La definición cienciométrica canónica de consenso viene de la sociología de la ciencia funcionalista:

Los trabajos citados son análogos a términos de materia y pueden ser usados como sustitutos. Una razón por la que nos centramos en la mayoría o el consenso a través del trabajo citado es que provee un enlace entre el contenido de la citación y el conocimiento científico en un sentido público. (Small, H. G. 1982, p. 290).

El consenso puede observarse cuantitativamente a través de redes cienciométricas, siempre y cuando sea posible establecer algunos indicadores y no únicamente el reconocimiento de la obra de un autor por otro a través de la citación. “[...] De esta forma, el consenso desde una perspectiva macro de lo científico sería no sólo la citación, sino también las formas y contenidos de la citación.” (Vélez Cuartas, G. 2013, p.12).

La construcción de consensos se desarrolla a medida que los resultados se confirman continuamente con evidencia, y se demuestra que las ideas alternativas son inexactas. Una idea queda bien establecida cuando es aceptada por la mayoría de científicos que son respetados en ese campo, es decir, cuando en el consenso existe una convergencia medible en redes de citación, no acuerdo verbal.



sistemática, en el sentido según el cual, solo tuvimos acceso a publicaciones de acceso abierto, con restricciones en las bases de datos de pago.

Por tal motivo, es recomendable replicar los dos procedimientos complementarios, puesto que, si solo se analiza la bibliometría desde la cosecha bibliográfica a partir de motores de búsqueda más comunes en su uso, daremos cuenta de un tipo de evolución parcial, sin advertir de la calidad de las publicaciones académicas. En cambio, si la bibliometría es comparada con los mapas de redes, se validará si existe un consenso en la ciencia a partir del tipo de publicaciones de las que depende nuestra primera cosecha. En otras palabras, es insuficiente una sola cosecha de fuentes seleccionadas para advertir el comportamiento, no solo del tema de investigación que nos ocupa, sino que además se debe advertir sobre el avance de las publicaciones científicas en acceso abierto, para discriminar acerca de las fuentes que aún no son indexadas o que se encuentran limitadas por pago.

El avance de la ciencia, es decir, su progreso, desde el enfoque de la cienciometría, advierte sobre la inversión de la ciencia, en nuestro caso, se trata de un avance que depende de la recuperación y ordenación del conocimiento y no propiamente de la validación de publicaciones de impacto o de publicaciones de patentes, sino que la densidad de lo escrito depende de la co-citación proveniente de fuentes de mayor peso.

Por último, recogiendo los datos de la primera cosecha, contrastados con las publicaciones de OpenAlex y cribados en Vosviewer, encontramos coherencia entre la evolución conceptual del análisis de la IA y mayor peso de cocitación en los enlaces de los principales elementos: comunidad, persona, cambio climático, orden, alimento, conservación, inclusión y mujeres. Al respecto ver tabla 10.

Tabla 10			
<i>Diagrama de flujo PRISMA 2020</i>			
Estudios previos	Identificación de nuevos estudios a través de las bases de datos y registros		Identificación de nuevos estudios a través de otros métodos
Estudios incluidos en las versiones previas de la revisión (n= 87)	Registros de citas identificados Bases de datos (n=5) Registros (n=1)	Registro o citas eliminados antes del cribado: Registros o citas duplicadas (n=21) Registro o citas marcadas como inelegibles por las herramientas de automatización (n=21) Registros o citas eliminadas por otras razones (n=11)	Registros o citas identificados a partir de: Sitio web (n=135) Organizacione (n= 8) Búsqueda de citas (n=5577)

	Registros o citas cribados (n=4)	Registros o citas excluidos (n=32)		
	Publicaciones buscadas para su recuperación (n=5577)	Publicaciones no recuperadas (n=11)	Publicaciones buscadas para su recuperación (n=33)	Publicaciones no recuperadas (n=79)
	Publicaciones y evaluaciones para decidir su elegibilidad (n=114)	Publicaciones excluidas Razón 1 (n=11) Extravío de link Razón 2 (n=7) No encontradas Razón 3 (n=4) Repositorio	Publicaciones evaluadas para decidir su elegibilidad (n=48)	Publicaciones excluidas Razón 1 (n=55) Razón 2 (n=58) Razón 3 (n=98) Ver gráfica 3.
	Nuevos estudios incluidos en la revisión (n=138) Publicaciones de nuevos estudios incluidos (n=42)			
	Total de estudios incluidos en la revisión (n= 135) Total de publicaciones de los estudios excluidos (n=21)			
Fuente: Adaptado de Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. <i>Revista española de cardiología</i> , 74(9), 790-799.				

En esta tabla, que recoge las principales categorías de la revisión sistemática de Prisma 2020, se puede advertir que ambos procedimientos cumplen los requisitos sugeridos para las publicaciones de impacto, teniendo en cuenta las limitantes observadas. En lo que se refiere al progreso de la ciencia, se puede inferir que las publicaciones de acceso abierto son necesarias en una revisión sistemática, pero no suficientes. Desafortunadamente, sigue prevaleciendo el acceso a publicaciones que ya fueron subvencionadas por instituciones públicas, así que la tesis según la cual “todo progreso es unilateral y comporta un regreso en algún otro respecto”. (Bunge, M. 1983, p. 2).

En otras palabras, con esto cerramos, la revisión que realizamos sobre soberanía alimentaria, ha evolucionado hacia la especialización temática, coherente con las estrategias de derecho internacional, lo cual ha traído como consecuencia abundar sobre temas recurrentes, trillados, hasta cierto punto, sin advertir sobre el propio sistema capitalista, en cambio, las visiones globalistas e individualistas han proliferado en la última década, lo cual supone el trabajo arduo, por parte de los científicos sociales, en la predominancia de estos dos paradigmas alejándose de los estudios de sistemas. Este alejamiento obedece a la propia

dinámica del concepto de soberanía, estudiado en los dos paradigmas hasta ahora hegemónicos con tendencias a la especialización.

Bibliografía

- Aguilar, J. L. (2024). Dos teorías rivales en política internacional: La importancia de la anomalía. *Astrolabio: revista internacional de filosofía*, (28), 168-182.
- Bunge, M. (1983). Paradigmas y revoluciones en ciencia y técnica. *El Basilisco: Revista de materialismo filosófico*, (15), 2-9.
- Chartier, R. (2018). Las revoluciones de la cultura escrita (Vol. 302653). Editorial Gedisa
- Hess, D. J. (1997). Estudios científicos: una introducción avanzada. Citado en definiciones de cienciometría.
- The Long Now Foundation. (2019, 22 de noviembre). Patrick Charaudeau : el discurso populista [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=RjvzkISOFeA>
- M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista española de cardiología*, 74(9), 790-799.
- Mingers, J., & Leydesdorff, L. (2015). Una revisión de la teoría y la práctica en cienciometría. *Revista Europea de Investigación Operativa*, 246(1), 1-19.
- Nees Jan van Eck. (2024, marzo 14). Webinar: OpenAlex and VOSViewer: Uniting to enable free, easy, and high-quality research analytics [Webinar]. OpenAlex. <https://openalex.org>
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of Documentation*, 25(4), 348-349. <https://doi.org/10.1108/eb026482>
- Ruiz Mendoza, K. K. (2026). Manual apegado a APA 7.^a edición para citar, documentar y transparentar el uso de Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) (Versión de trabajo del 1 de junio de 2026). Safe Creative (Registro 2606035944951). <https://www.safecreative.org/work/2606035944951>

Small, H. (1973). Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents. *Journal of the American Society for information Science*, 24(4), 265-269.

Anexo

Fecha	Herramienta/mod elo	Finalidad	Prompt resumido	Salida usada	Verificación y edición humana
12/06/2026	deepseek / modelo no especificado	Generar contrastación de custer	“Analiza la evolución del listado bibliográfico”	Categorías preliminares: sesgo, privacidad, dependencia, derechos de autor	Se verificó con consultas bibbliográfic as; se eliminaron categorías duplicadas y se corrigió redacción.

Campo	Contenido
Herramienta y modelo	deepseek
Empresa desarrolladora	High-Flyer
Fecha de interacción	[10/0672026]
Propósito académico	Análisis bibliográfico
Prompt exacto	“Analiza la evolución del listado bibliográfico”
Salida relevante	Descripción y tablas
Ajustes humanos	[Describe correcciones, verificación, cambios de estilo, eliminación de errores]
Ubicación en el trabajo	Tablas 2-9

**The impact of the english language proficiency in the internationalization
of the UAGro**

O impacto da proficiência em inglês na internacionalização da UAGro

*El impacto del dominio del idioma inglés en la internacionalización de la
UAGro*

Maria Elena Espin Villegas. ID. 0009-0000-3650-2867

Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Enfermería No.1, Chilpancingo, Guerrero,
México, email: eespin@uagro.mx

ROR: <https://ror.org/054tbkd46>

Received: 2026-05-15

Reviewed: 2026-06-17

Accepted: 2026-06-20

Published: 2026-07-27

Abstract

Language is a complex tool that human beings possess. Individuals start acquiring language right from birth. They are born with the necessary biological and mental components to develop it (Pinker, 1994, p. 18). Brown (1994) refers that some researchers (e.g., Chomsky) claim that humans are born with a mental abstract component in the brain which he calls the “Language Acquisition Device” (LAD). The LAD enables mankind to secure any language subconsciously with no effort. However, this abstract factor is not sufficient to develop language knowledge. Pinker (1994) comments that language is “culturally inherited” once

humans come into existence they start receiving language input from their parents, the people around them and from the media. They just learn and produce language.

Some researchers (e.g. Brown, 1994; Baker, 1996; Tavi, 2009) mentions a “critical period” within which children procure and develop native-like proficiency in a second language (L2) that they may learn. After the end of the “critical period “, which occurs around puberty, learning a new language seems to be a more difficult task. That happens because they do not have any more access to the LAD. Brown (1994) states that people who have passed the “critical period “present a relative incapability for developing a “native-like accent “when they learn another language. In addition to this, there are other important factors that exert and influence in L2 acquisition or learning.

Key Words: Language, acquire, Language Acquisition Device (LAD), Critical Period, Native proficiency, Second Language (L2), Native-like accent, Bilingualism.

Resumo

A linguagem é uma ferramenta complexa que os seres humanos possuem. Os indivíduos começam a adquirir linguagem desde o nascimento. Eles nascem com os componentes biológicos e mentais necessários para desenvolvê-la (Pinker, 1994, p. 18). Brown (1994) menciona que alguns pesquisadores (por exemplo, Chomsky) afirmam que os humanos nascem com um componente mental abstrato no cérebro, que ele chama de "Dispositivo de Aquisição da Linguagem" (DAL). O DAL permite que a humanidade adquira qualquer idioma subconscientemente, sem esforço. No entanto, esse fator abstrato não é suficiente para desenvolver o conhecimento da linguagem. Pinker (1994) comenta que a linguagem é "herdada culturalmente"; assim que os humanos vêm à existência, começam a receber estímulos linguísticos de seus pais, das pessoas ao seu redor e da mídia. Eles simplesmente aprendem e produzem linguagem.

Alguns pesquisadores (por exemplo, Brown, 1994; Baker, 1996; Tavi, 2009) mencionam um “período crítico” no qual as crianças adquirem e desenvolvem proficiência semelhante à de um falante nativo em uma segunda língua (L2) que aprendem. Após o término do “período crítico”, que ocorre por volta da puberdade, aprender uma nova língua parece ser uma tarefa

mais difícil. Isso acontece porque elas não têm mais acesso ao Dispositivo de Aquisição da Linguagem (DAL). Brown (1994) afirma que pessoas que já passaram pelo “período crítico” apresentam uma relativa incapacidade de desenvolver um “sotaque semelhante ao de um falante nativo” ao aprenderem outra língua. Além disso, existem outros fatores importantes que exercem influência na aquisição ou aprendizagem da L2.

Palavras-chave: Língua, adquirir, Dispositivo de Aquisição da Linguagem (DAL), Período Crítico, Proficiência nativa, Segunda Língua (L2), Sotaque semelhante ao de um falante nativo, Bilinguismo.

Resumen

El lenguaje es una herramienta compleja que poseen los seres humanos. Los individuos comienzan a adquirirlo desde el nacimiento. Nacen con los componentes biológicos y mentales necesarios para desarrollarlo (Pinker, 1994, p. 18). Brown (1994) señala que algunos investigadores (por ejemplo, Chomsky) afirman que los humanos nacen con un componente mental abstracto en el cerebro al que denominan «Dispositivo de Adquisición del Lenguaje» (DAL). El DAL permite a la humanidad adquirir cualquier idioma de forma subconsciente y sin esfuerzo. Sin embargo, este factor abstracto no es suficiente para desarrollar el conocimiento lingüístico. Pinker (1994) comenta que el lenguaje se hereda culturalmente; desde el nacimiento, los seres humanos comienzan a recibir información lingüística de sus padres, de las personas que los rodean y de los medios de comunicación. Simplemente aprenden y producen lenguaje.

Algunos investigadores (p. ej., Brown, 1994; Baker, 1996; Tavi, 2009) mencionan un «período crítico» durante el cual los niños adquieren y desarrollan una competencia similar a la de un hablante nativo en una segunda lengua (L2). Tras finalizar este período crítico, que suele ocurrir alrededor de la pubertad, aprender una nueva lengua se vuelve más difícil. Esto se debe a que ya no tienen acceso al Dispositivo de Adquisición del Lenguaje (DAL). Brown (1994) afirma que las personas que han superado el período crítico presentan una relativa incapacidad para desarrollar un acento nativo al aprender otra lengua. Además, existen otros factores importantes que influyen en la adquisición o el aprendizaje de una L2.

Palabras clave: Lenguaje, adquisición, Dispositivo de Adquisición del Lenguaje (DAL), período crítico, competencia nativa, segunda lengua (L2), acento nativo, bilingüismo.

Capítulo 2

This study encompasses data regarding the concepts, theories, and studies that have taken place in relation to this research. As is known, attitudes reflect a person's motivation to succeed in learning a foreign language. It is then complementary to explore the relationships among the different factors related to motivation and attitudes in a language classroom.

This chapter contains key information on concepts such as motivation and attitudes towards learning an L2. It also contains the factors that affect both motivation and attitudes in L2 learning. Important theories of motivation are discussed, and different strategies to motivate and promote positive attitudes towards language learning are analyzed, as are concepts about the process of internationalization in higher education institutions and the Autonomous University of Guerrero.

2.1 English Language Teaching and Learning

English language teaching and learning is an educational process. It requires careful preparation and implementation to sustain teacher-student interaction. It includes various approaches, techniques, and methods involved in teaching English as a first language and in using it as a second and a foreign language.

The difference between language teaching and learning lies in the fact that learning requires a formal educational method in which an instructor provides direct instruction and rules. This is a conscious process. While teaching a language, educators primarily focus on the language's form; they not only explain grammar rules to students but also structures and vocabulary.

To interact effectively in any context, humans should be taught proper language skills so they can comprehend and produce spoken language, thereby developing effective interpersonal communication. There are four basic language skills: Listening, speaking, reading, and writing. In fact, Linguists have identified five basic components of language teaching. They are phonology, morphology, syntax, semantics, and pragmatics; found across languages (Vance, 2019).

2.1.1 Communicative Competence

Linguists refer to this as how individuals use grammatical knowledge of syntax, morphology, and phonology, and it also includes social knowledge about speaking appropriately in the moment. Basically, it assesses a learner's ability to use language to communicate successfully.

COSA (2023) outlines some considerations about communicative competence by stating that:

- The expression Communicative Competence was conceived by Hymes (1966, cited in Brown, 2015). This fact was in reaction to the sensed insufficiency of Noam Chomsky's (1965) distinction between competence and performance to label Chomsky's theoretical notion of competence. Hymes conducted ethnographic studies of communicative competence that encompassed communicative form and function in an integral relation to one another. The term, pioneered by Hymes, is now understood as the ethnography of communication.
- In the educational field, the above-mentioned term is one of the bases that consider the communicative approach to foreign language teaching. Whereas Cannale and Swain (1980) described three main elements that compose the theory:
 1. Morphological competency: terms and regulation
 2. Pragmatic competency: correctness
 3. Strategic competence: appropriate use of communication strategies.
- Cannale (1983) redefined the above model that subsumed four separate but related competencies, adding discourse competence, cohesion, and coherence. The concept of communicative competence emerged as a reaction to earlier approaches. Later on, a survey of communicative competence presented by Bachman (1990) divided it into the broad headings of organizational competence, grammatical discourse (or textual), and pragmatic competence; it also considered both sociolinguistic and illocutionary competences. Strategic competence is the interlocutor's ability to use communication strategies (Faerch & Kasper, 1983; Lin, 2009).

In contrast to earlier views in which grammatical competence was widely accepted, later on, the impact of communicative language teaching was broadly welcomed, and communicative competence was given top priority in language education alongside good classroom practice.

2.1.2 English Proficiency

It is acknowledged that the student's ability to use the target language to produce utterances and communicate efficiently in spoken and written contexts is essential until they complete their educational scheme. According to Vipond (2015), the “Language proficiency levels” are:

- 0 No Proficiency
- 1 Elementary proficiency
- 2 Limited working proficiency
- 3 Professional working proficiency
- 4 Full professional proficiency
- 5 Native/ bilingual proficiency
- 0- No Proficiency

At this first level, there is no knowledge of the language. The person may know a few words but is unable to communicate even with short sentences to start a conversation.

Phrased as: “No English” (example)

- 1 Elementary proficiency

At this elementary level, a person can utter only very basic sentences. They are capable of asking and answering simple questions. This is actually the starting point of the whole process of becoming proficient in the target language. It recalls someone traveling to a new country and just beginning to learn a new language.

Phrased as: “Elementary Spanish”

2 Limited Working Proficiency

Someone at this level can give basic work orders and use socialization phrases. It is also possible for speakers to independently arrange an informal talk at work and discuss certain personal issues in daily life quite well. Whereas, in a more formal conversation, speakers at this level will still need help communicating efficiently.

Phrased as “Limited Working English

3 Professional working proficiency

The particularity at this level of proficiency is that, at this point, the speaker will be able to establish formal conversation at a normal pace in different contexts, use a wide vocabulary without hesitation, and perform quite satisfactorily in several activities as required. Though the speakers might still have a particular accent, they may also need assistance understanding certain words or phrases. This level or above is basically considered acceptable.

Phrased as: “Professional Working Spanish”

4 Full professional proficiency

This proficiency level is most desired, and if reached, it is considered acceptable. At this point, a speaker can engage in proper discussions on a wide range of topics, including personal life issues, current affairs, and technical topics. People at this level might still have a minor accent and occasionally make minor mistakes. At this level, the vocabulary is extensive, and conversations can be carried out successfully.

Phrased as: “Full Professional Spanish”

5 Native/ bilingual proficiency

At this proficiency level, the speaker has grown up speaking the target language as their mother tongue or has used it for so long that they are fully fluent. They have little or no accent. This fact does not affect the communicative process.

Phrased as: “Native English” or “Bilingual English & Spanish ”

2.1.2.1 International Standards of English Proficiency. The Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment (Council of

Europe, 2020) is widely used as a guideline to describe language proficiency among language learners. It provides a framework for assessment, teaching, and learning of foreign languages. English is also included across Europe and in other countries. The CEFR also aims to make it easier for educational institutions and employers to evaluate the language qualifications and achievements of candidates for admission to education or employment. Its main goal is to provide proper methods for learning, teaching, and assessing that apply to all languages.

The international standard for describing language ability considers six levels of reference (A1, A2, B1, B2, C1, C2). From A1 for beginners up to C2 for those who have already mastered a language, the CEFR has become widely accepted as the European Standard for grading an individual's language proficiency. It also makes it easy for anyone involved in language teaching and testing, such as teachers or learners, to assess the level of different qualifications. It also means that employers and educational institutions can easily compare qualifications with other exams in their country.

2.1.3 Language Learners

Teaching and learning are not separate processes sharing the same working environment (the classroom) - they are mutually dependent. However, for foreign language learning to occur, the teacher must represent a higher competence level; the teacher pulls learners towards their own interlanguage competence. Additionally, teachers can catalyze the process by developing their workshop, their metaknowledge of language as a system, and their selection of tools and techniques, perhaps even incorporating an eclectic or dynamic combination of several methods or approaches. The mutual relationship between teaching and learning underscores the fact that teachers must motivate students. Thus, for example, their beliefs about the language being taught and the relevant cultural settings will impact the learning process.

2.1.3.1 Factors that Influence Motivation in SL2. A lot of research about motivation has been conducted and written, because it is considered one of the most important factors in L2 learning. Given its importance, it is relevant to mention what motivation is. Motivation is the psychological force that explains why a person does something; it is the driving force behind human actions. To all intents and purposes, it inspires individuals to chase after their goals. In Rod Ellis' Second Language Acquisition (Ellis, 1994), it is mentioned as the goal that

serves as the driving force (impulse) for learners in achieving L2 (learner's orientation with regard to the goal of learning a L2)

However, it is important to take into account that this internal factor is strongly influenced by external factors as well, and it can vary over time. According to this definition, it can be concluded and said without any doubt that motivation is a personal internal factor, and it plays a key role in being successful in the activities and tasks that humans perform. As said by Gardner (2001), motivation involves three elements: effort, desire to achieve a goal, and attitude. So, there seems to be a relationship between motivation and attitude towards learning since they are visible manifestations of motivation.

There are many possible factors that can be taken into account influencing students' motivation and attitudes in class, such as:

- temperature, noise, etc.,
- student's personal factors: language aptitude, cultural background, cognitive style, sex, age, etc.
- institutional factors: features of the classroom, number of students, time of instruction, etc.
- teaching factors: materials, syllabus, resources, teaching strategies, etc.
- socioeconomic factors and many others (Skehan, 1989, pp. 50-51).

However, the affective, cognitive, biological, and personality factors will also be considered since they are more related to motivation and attitudes in language learning.

Affective factors are aspects of a person related to emotions or feelings. Brown (1994) defines the affective domain as "the emotional side of human behavior" (p. 135).

Within affective factors, one of the most important factors in learning is motivation. Motivation has been identified as one of the major factors that influence second language learning. Gardner and Lambert (cited in Ur, 1996) distinguished two kinds of motivation in language learning:

1. Integrative motivation, and

2. Instrumental motivation.

The first one occurs when a learner wants to learn a language to integrate into the target language culture. The second one takes place when the learner wishes to get a promotion in his/her job or career or wants to pass a language or course, etc.

Gardner and Lambert (1972, cited in Skehan, 1989) consider integrative motivation a factor firmly based in the personality of a learner; it actually exerts a stronger influence on the learning process since it is likely to extend over a longer period of time and to sustain learning efforts to achieve success. In regard to instrumental motivation, since it “is not rooted in the personality of the learner” (p.53), it is less effective to achieve learning goals because it is likely to vary according to external factors, and, as a result, the learner’s efforts to achieve goals could also change with time.

Ur (1996) proposes one more classification of motivation, “intrinsic” and “extrinsic”. Intrinsic motivation happens when the learner wants to learn something for its own sake, with no external factors that influence his/her motivation. Extrinsic motivation depends on external factors such as reinforcement, gifts, penalties, and the like. Extrinsic motivated learners pursue a goal in order to receive a reward from people.

2.1.3.2 Bilingualism. The word “bilingualism” is of Latin origin.

The prefix bi- means “having two,” and the Latin word lingua means “tongue, language,” so bilingual literally means “having two tongues.” Alternatively, simply put, it is the ability to speak two languages (Merriam-Webster's Collegiate Dictionary, Tenth Edition, 1993, cited in Anthony & Kritsonis, 2006, p. 2). Also, Widdowson (2003) refers to bilingualism as the contact of two languages.

The influence of L1 on L2 learning is categorized into two types: negative transfer, or “interference,” and positive transfer, or “facilitation.” Negative transfer or interference refers to the transfer of a skill X from the L1 that impedes or makes the L2 more difficult or has a negative influence on the command of a skill Y in the L2 due to the differences between both skills in both languages. On the other hand, positive transfer or facilitation refers to the transfer of a skill or any L1 part that makes the learning of the L2 easier, or has a positive influence on the command of a skill Y in L2 because of the similarities between both skills

in both languages. For instance, some researchers, e.g., Garcia & Nagy (1993), support the idea that students whose L1 has many cognates with English have an advantage in the recognition of vocabulary, but they also require clear instruction to make the transfer optimal for comprehension.

2.1.4 Characteristics and Attitudes of Motivated Learners

Ur (1996) refers to some characteristics that motivated language learners to project. Firstly, it is possible to observe that motivated learners do have positive attitudes regarding the chores to be performed and are confident enough that they will achieve learning the target language. Second, a remarkable appreciation for being successful is that language learners maintain their self-image. Third, succeeding and overcoming difficulties is necessary to envision motivated learners. Fourth, they have high expectations (high proficiency, top grades). Fifth, they have properly identified their learning goals, and they place all their efforts into achieving them. Sixth, they are also patient and resilient when ambiguity or misunderstanding arises; understanding will follow.

Skehan (1989) also proposes some strategies that good language learners usually have: like repeating aloud after the teacher, elaborate vocabulary charts so they can memorize them, use the media (TV, radio, internet), to learn further and reinforce the listening comprehension skill, they also read whatever comes across in English (magazines, newspapers, ads, songs etc.,).

2.1.5 Learning Strategies for Proficient, Successful, Motivated Learners

The significance of language learning strategies has remarkably increased in recent years, with the importance of language learning all over the world. Learning processes require a specific manner or a strategy that has to be adapted in order to achieve the main purpose of learning successfully.

Among other important issues considered in the learning process are “what” and “how” to use it. Nevertheless, human beings involve many different strategies while in the learning process. The term “learning strategies” means different things, and researchers have defined it in diverse ways. The modest definition provided by Brown (1980) referred to learning strategies as the processes that may contribute directly to learning. Chamot (1987, cited in

Ghadesy, 1998) went further when he attempted to define the term as “processes, techniques, approaches, and deliberate actions that students take to facilitate learning and recollect linguistic and content areas of information” (p.102).

Stern (1992, cited in Hismanoglu, 2000) points out that “the conceptualization of learning strategies depends on the supposition that learners in a conscious way are usually involved in chores to achieve specific aims and learning strategies can be considered as widely considered as intentional directions and learning techniques” (p.2). Hismanoglu (2000) states that all learners consciously or unconsciously apply learning strategies in order to achieve learning goals. That is, learners utilize learning strategies when processing new information and performing tasks in the learning process.

Concerning the classification, O’ Malley and Chamot (1987, cited in Ghadesy, 1988) proposed three types of learning strategies:

- Metacognitive strategies,
- Cognitive strategies, and
- Socially effective strategies

In regard to Metacognitive strategies, it can be said that they refer to basically conscious mental processes that regulate or self-direct language learning. Planning, setting goals, self-monitoring, and self-evaluating are considered for this category. Cognitive strategies are involved in specific learning chores. Repetition, manipulation of materials grouping, note-taking, contextualization, transfer, and interference are some examples of these strategies. Social-affective strategies have to do with the interaction among the learners in the language learning process. Cooperation and clarification are perfect examples of these types of learning strategies.

Oxford (2001) proposes a classification of learning strategies, which are: mnemonic, cognitive, compensatory, metacognitive, affective, and social. Mnemonic strategies refer to the mental processes that permit students to store information and to create new mental associations between previous and new knowledge. Cognitive strategies are considered those mental processes which learners use to store data and create a sense of new knowledge;

analyzing, reasoning, reorganizing information, and taking systematic notes could be considered.

Compensatory strategies deal with the performance of certain processes with the purpose of overcoming communicative issues: Predicting the meaning of words or phrases according to context and imitation in speaking are clear examples of compensatory strategies. Metacognitive strategies refer to mental actions that allow learners to regulate their own process of learning by identifying their own goals, interests, preferences, and learning styles: Planning and evaluating are examples of metacognitive strategies.

In reference to affective strategies, they include strategies for improving self-confidence, encouraging oneself, or lowering anxiety. They are strategies that are concerned with the emotional aspect of pupils. Examples of affective strategies that can help to deal with anxiety are deep breathing, positive self-talk, or praising oneself for a performance. Social strategies involve the social aspect of the language learning process; that is, interacting with others is necessary for acquiring and/or learning a language. Asking questions for clarification, asking for help, and learning about cultural or social norms and values are examples of social strategies. It is important to remember that learners sometimes employ more than one strategy while performing a task.

2.2 Meaning of Globalization

From immemorial time, society has conveniently spotted strategic faraway places where they could settle down, manufacture, and trade highly in-demand merchandise permitted by the refinement in the technology and transportation fields. It was not until the 19th century that global integration took off, and the term “Globalization” started to be used to describe the processes by which ideas, knowledge, information, goods, and services spread around the world.

It is a fact that with the development and use of technology, the world has become extremely interconnected, and its impact is being noticed increasingly in all human activities. The economic, cultural, and educational dimensions, among others, have remarkably multiplied due to the cross-border trade of goods, services, and people. Technology has also impacted in a great manner the flows and ways of investment, people, and information. The fast

development of interconnections has also made the world a more interdependent place. Globalization also secures in its scope the economic and social transformation that has resulted in and shaped modern everyday life.

Nations have built economic relationships to expedite these movements in comparison to what they used to be in earlier years. The term “globalization” became popular after the Cold War, around the 1990s. As a matter of fact, cooperative alliances gave shape to the modern everyday lifestyle.

The convergence of cultural and economic systems is driven by Globalization. This phenomenon boosts interaction, integration, and interdependence among nations. With the intertwining of different nations and regions of the world, it becomes more politically, culturally, and economically globalized.

2.2.1 The Internationalization of Education in Higher Educational Institutions

Higher education internationalism is not a new phenomenon. The concept started to grow more over time. Today, it has become the most relevant roadmap for the majority of institutions and governments. Governments continue to invest remarkably in this field. For over 30 years, the internationalization of education in higher education institutions has been placed as an issue of top relevance, among the strategies implemented institutionally, nationally, regionally, and internationally, since it invariably affects history, traditions, and culture in general. Thus, the internationalization of education in higher educational institutions is the way a country responds to globalization. It is worth mentioning that it respects the idiosyncrasies of a nation.

As mentioned above, the internationalization of higher education is a very important issue in the vast majority of public and private institutions. The importance of this fact is that it promotes the improvement and quality of education and further develops the skills and competencies of the students. The strategies and initiatives undertaken by higher education institutions at the university level do not respond to and limit the goals and needs of higher education institutions but are also guided by the views and priorities of the country and the whole world's economic and strategic development.

This initiative deals with how individual universities design their policies and implement their strategies at an institutional level and their approaches to internationalization. It is a whole process that seeks cooperativeness and integration among them with their counterparts in other countries. These vision quests allow higher education institutions to have a statelier presence internationally and to reach competitiveness. This process entitles them to also undertake the international and intercultural dimension to teaching and investigation in higher education. To be internationally present demands from higher education institutions the designing of policies, implementing initiatives, creating organizations, the signing of memorandums of understanding and agreements (cooperativeness) among institutions, and also the integration of formative programs that consider the particulars that internationalization demands. According to Altbach and Knight (2007), there are two types of internationalization:

1. Home internationalization

The conceptualization of internationalization at home evolved in Europe throughout the late 1990s. It came to light as a substitute for “study abroad,” which was broadly known at the time through the Erasmus mobility scheme. The University of Malmö (Sweden) was, in fact, without an associate network in 1998 and so could not dispatch students overseas. For that reason, global and cross-cultural educational events were pursued domestically in the city by the Vice President for International Affairs, Bengt Nilsson, renowned as ‘the father of internationalization at home.’ Internationalization at home is restricted to the local learning environments.

In 2001, internationalization was defined as: “Any international related activity with the exception of outbound student and staff mobility” (Crowther et al., 2001, cited in Arnó-Macià & Aguilar 2018, p. 187). Afterwards, it was redefined as “the purposeful integration of international and intercultural dimensions into the formal and informal curriculum for all students within domestic learning environments” (Beelen and Jones, 2015, cited in Robson, 2017, p. 370).

Although internationalization at home has been favorably acknowledged, as it supplies international and intercultural proportions of teaching and learning to all undergraduates who do not have the chance to travel to foreign countries, as the universal surroundings develop

progressively, there is a need for scholars to possess individual and professional comprehension of the international and intercultural characteristics of their area of knowledge, so internationalization at home has significantly increased and so has its importance, parallel to the idea of an internationalized curriculum more generally.

It is in this context that the UAGro aims to integrate the international dimension in local contexts, favoring multicultural spaces while UAGro students interact with international students, which in turn will allow them to learn about global visions without leaving their home institution. This fact will favor the understanding of the international dimension.

2. Internationalization abroad

It considers all means and ways of education beyond established borders, in which international mobility students, or international students, undertake all or part of their education in a country other than their own. It may also involve teachers, administrative staff, programs, courses, curriculum, and projects.

Higher educational institutions take part in both affairs through memorandums of understanding and agreements with peers from other countries. The ways considered at UAGro for its university students, teachers, and administrative staff to participate in such programs are:

- Dual/joint degree program
- Academic exchange programs
- International internships
- Dual co-degree or joint programs
- Short courses
- Representation internationally of higher educational institutions
- Joint ventures (for investigation)
- Teacher exchange programs

2.2.2 The Importance of English as Lingua Franca in the Globalization Era

Lingua franca is a concept used to refer to a common language among speakers of different native languages, generally of different ethnic and cultural backgrounds. Back in the 14th century, the increase in trade between people of different ethnicities around the Mediterranean area led to the creation of a pidgin language. This language was peculiar because of its simple grammar and lexicon; it made communication possible between traders.

Nowadays, the term "lingua franca" has evolved to encompass vehicular languages utilized around the world between individuals with contrasting origins and native languages (Brosh, 2015). As it is today, English is the most widely used language around the world due to the fact that it is the most widespread form of communication that enables people to understand one another. It makes communication a lot easier regardless of the culture or the cultural and ethnic backgrounds. English has indeed contributed to the boundless technological progress of the past decades. Thus, as it is today, it is undeniable that English has become the most widely spread lingua franca in the world.

2.2.3 The Impact of the English Language in Higher Education Institutions

In the heightening of the field of educational mobility in the contemporary internationalized world, quite a number of changes regarding the educational programs of European universities and elsewhere have indeed taken place. An extraordinary fact worth mentioning is that the presiding language wielded, both at the local and international spheres, is English, and with the help of modern technology, it has become the most popular means of communication demanded by scholars, lecturers, and administrative staff personnel. In addition, it plays a crucial part in a great deal of skilled sectors like medicine, engineering, politics, economics, international relations, and college education, to name a few.

As a matter of fact, English is a language for academic issues in higher education institutions in most countries around the world, a basic means of second language learning/teaching, an accessible source of modern knowledge and scientific research, and a means of global communication and for earning a living. It is nowadays taken into account that the

significance of providing formal instruction in English at a higher level is that it improves the quality of education. Quite a number of English language proficiency, instructional, and academic programs are directed not only inside the university, but also overseas, for the globalization of higher education to keep it renovated.

The spread of courses in higher education institutions has been spurred by the fact that the universities compete globally not only for international acknowledgement, but also to allure international students and staff while encouraging international research and networking (Coleman, 2006; Lasagabaster, 2015; Perez, 015). Other reasons include the advancement of multilingualism in education, enhanced by the European Union and the Council of Europe, which results in the introduction of courses that integrate language and content at all levels of education.

2.3 Public Universities in Mexico

Nowadays, there are six subsystems of university education institutions in Mexico: public federal universities, public state universities, polytechnical universities, technical universities, technological institutes, and private universities. If you count all of them, it comes to the fact that, in reference to a recent estimate, Mexico has 1,250 universities and institutions of higher education. In spite of the fact that the number may not distinguish between public and private institutions. Conventionally, educational institutions operated under their own organic rules and regulations and substantial legalized self - direction; nonetheless, in 1973, they were incorporated into the national education system. In 1997, SEP strengthened the State Commissions for Higher Education Planning to harmonize higher education more productively in the different locations of the territory (Compostela, 2025).

A model of raising the number of educational institutions and registration started in 1940. At that particular time in the history of Mexico, it had only eight educational institutions; the number grew to 124 in the course of 1980. Throughout the 1998-1999 instructional period, ANUIES (National Association of Universities and Institutions of Higher Education) registered 213 universities. Of these, 45 were government universities from which 50 percent of the educational investigation in Mexico was imparted. These institutions registered that 52 percent of the scholars pursued an undergraduate education and 48 percent of those pursued a graduate degree (Compostela, 2025).

2.3.1 History of the Autonomous University of Guerrero (UAGro)

The edict of its foundation was first printed in the Guerrero State Constitution on March 30th, 1960. It mentioned that the establishment of the university was with the objective of being the institute responsible for superior education in the state, in all areas of science, technology, and culture, and that it would work as per its own statute. It is also considered necessary to have an institution that could manage the essentials and expectations of individuals in general, trained personnel. In 1960, there was a resolution that contemplated the necessity to have an educational role model that could provide a solution to the socioeconomic, political, and cultural issues that society was then experiencing.

The Autonomous University of Guerrero (UAGro) is a public upper secondary and higher education Institution. Its major campus is located in Chilpancingo, Guerrero, Mexico. It accounts for further premises in Acapulco, Zihuatanejo, Taxco, Iguala, Tixtla, Ometepec, Coyuca de Catalán, Cruz Grande, Ciudad Altamirano, Tecpan de Galeana, Cuajinicuilapa; all of them located in the State of Guerrero, Mexico.

2.3.2 The Role of UAGro as a Public University

The concept of a popular university was brought to Guerrero by the rector Rosalío Wences Reza, who was in service from 1972 to 1975. The new proposed model focused mainly on the establishment of a university open to the public, which would support students with poor economic status. Also, the creation of high schools across the state took place with the university's support and resources. Today, a total of 20 rectors have served the university. The one in turn is Doctor Javier Saldaña Almazan (Universidad Autónoma de Guerrero, n.d.).

The University's objectives are to concede services in upper secondary and higher instruction; manage investigation, encourage technological growth and transformation; confer to the evolution of the surroundings by expanding its utilities; contribute to education, expansion, and dissemination of culture; as well as relating with the community to grant constitutional rights and in turn answer to the calls and demands of the social, economic, cultural environmental order. Likewise, it will give due attention to state problems, will also give the right importance to the most disadvantaged and vulnerable sectors, and will also contribute by itself or in coordination with other entities of the public, social, and private

sectors to promote punctual national development (Universidad Autónoma de Guerrero, n.d.).

2.3.3 The Policy of Internationalization of UAGro

Internationalization of higher education is not a new phenomenon. It has evolved over time, and the concept has grown more over throughout the years, and now it has become an important strategic priority for the UAGro as well as for many institutions and governments. They have invested and continue to invest considerable resources in internationalization, since it is seen as one of the ways a country responds to the impact of globalization, given the challenges and opportunities posed by the process of internationalization of higher education.

The UAGro is firmly determined to be a key player in this dynamism, working daily to consolidate itself as an open space for the exchange of ideas and the generation of knowledge, a challenge that is assumed with great enthusiasm and with concrete actions.

This vision is based on the diverse capacities that the academic community has built over decades, and that in recent years materialize in a set of quality indicators that make everyone proud and place it as one of the largest and most prestigious universities in the country.

Based on the strength of the broad and diversified educational offer, the largest infrastructure in the State, student and teacher mobility programs, research support, a strong social vocation, a permanent link with all sectors, as well as the achievements in sports and culture promotion, it is always a great pleasure for the UAGro to invite the academic community of Mexico and the whole world to visit and know what the UAGro is, and the educative offer that it has to offer.

The shared conviction of the student community is in favor of science, technology, and humanities, attending to local needs as well as global trends, in a creative exercise focused on the construction of material solutions and social consensus.

In the UAGro, each action and each process is framed in advanced institutional policies such as social inclusion, gender equity, transparency, sustainability, and tolerance. The UAGro is an institution where a vigorous academic environment is lived, where successful

professionals and good citizens are trained with a vision of commitment to the context and able to join the new realities that humanity experiences (Universidad Autónoma de Guerrero - Coordinación General de Vinculación y Cooperación, 2020).

2.3.4 The Office for Cooperation and Internationalization of UAGro (DCI)

This place is located in the rectoria building and plays a major role in fostering global engagement for the UAGro, by managing student and staff mobility, for both academic, administrative staff, and students of the university. Sometimes, some of the programs are also extensive to the public in general. Basically, it monitors, maintains, and updates the international relations of the university with the objective of entrusting the consolidation of the global and cross-cultural extents into the university. It fastens with international higher education organizations and some other institutions between our university, as well as international partnerships with foreign campuses through projects, agreements, and many other collaborative networks, promoting national and international programs and research opportunities. It is also responsible for coordinating and administering the exchange of international scholars and students, promoting, and implementing internationalization processes for the UAGro global vision that local impact, “The world is yours.”

Conclusion

Considering the analysis and the interpretation of the data obtained from the participants, and supported by the theoretical framework of the literature review of this study, some general conclusions are presented. The general conclusions are expressed by answering the main research question, stated as follows:

What is the impact of English language proficiency on the process of the internationalization of the UAGro for the students applying for the international programs?

Founded on the previously interpreted results, it can be stated that:

- Participants realized the importance of being proficient in English. They mentioned the fact that having knowledge of the target language gave them confidence to apply for the international programs.
- They became aware that English is a lingua franca.
- They also mentioned that knowing English was fundamental, because they could communicate effectively while doing their tasks and accomplish them successfully.
- It helped them to interact socially in an international context, meet people from different countries, and get to know their cultures, understand their contexts, and compare.
- The relevance of the international programs is considered very successful because it made them move out of their comfort zone, but eventually they could successfully overcome the new challenges that it represented.
- It made traveling easier and fun, since they could freely communicate anywhere, they were and interact in the target language with people from different countries, and get to know and understand their cultures, the way they think and do things.
- It helped them to strengthen their language skills, furthermore, develop abilities, and boost their personal goals, academic achievements, and professional training that will project them as the professionals that the globalized world demands today.

Regarding the subsidiary research questions, it might be concluded that:

SRQ1: On the Internationalization of the UAGro Projects

- In this aspect, it can be said that since worldwide collaboration has turned out to be one of the most important elements in the development of superior educational level institutions globally speaking, it appeals to the UAGro as well.
- Considering that the process of internationalization has become more dependent on globalization, the main criteria at UAGro reside boldly in the context of creating modern knowledge and training graduates who can work in conditions of global competition in international teams, live and feel tolerant in multinational environments, as well as work in conditions of professional mobility and migration resources.

- Create a sociocultural environment that can promote the development of international and intercultural understanding for best practices in teaching and research. Therefore, achieving the necessary competencies and strengthening university management is essential.
- Face contemporary summons that the community models for universities. To help graduates live and work worldwide.
- Prepare under international bases scholars, instructional, and managerial staff.

SRQ2: How UAGro Facilitates Students' Access to Internationalization

-The international UAGro department provides several programs that are quite attractive and successful for students. As said by the participants, their involvement was a rich, long-lasting life experience right from the moment they approached the office staff, because they felt welcome and safe. They always felt the help and support provided by the office staff.

- The experience actually overcame their expectations since they could travel, learn, meet people, make friends, and strengthen the developed abilities and skills that will help them to be better, more skillful, and competitive professionals,

- It also made them realize the importance of being proficient in English in order to communicate effectively.

SRQ3: What the role of English is when Students Apply for International Programs

- Firstly, it gave them confidence to apply for the selected program.
- The participants could accomplish all their tasks successfully.
- They could communicate efficiently.
- It made traveling easier and fun, while interacting with people.
- It changed their whole life vision.

SRQ4: What Problems Students Face with the English Language when Participating in International Programs

- The fact of not being proficient in the language interfered with their activities in the sense that they could not accomplish their tasks successfully.
- The participants could not understand some technical words.
- They could not communicate efficiently.
- They would not have participated.

SRQ5: How Knowing English has Helped Students to Participate in International Programs

- Knowing English motivated the participants to apply to and experience the international program.
- It allowed them to travel to a foreign country, see new places easily, meet people from different countries, develop strong friendship bonds, and know and understand their culture.
- It helped them to realize the importance of the English Language in order to communicate efficiently and solve problems.
- They could strengthen and develop their communication skills and abilities that enable them to be more confident, competitive, and better professionals.

Having explored all the aspects presented above, it can be said that the impact of English proficiency has on the people who had the opportunity to apply and participate in the international programs is positive, because it motivated them to initially approach the internationalization office and start with the procedures involved in the process.

Participants actually had to come out of their comfort zone to have an experience that has remarkably impacted their lives. They could observe how the world is beyond the physical boundaries, and the most rewarding is living in and understanding it. In the process, they successfully overcame all the challenges that it implied. Most important is the fact that they could also develop and strengthen abilities and skills that will help them to become successful in their future productive life as the professionals that nowadays globalized society demands.

5.2 Implications

The outcomes provided by this research give detailed information about the impact of English proficiency in the process of the internationalization of the UAGro. The activities involved in the program in which English was engaged from the beginning were positive and gave the participants the confidence to continue until they accomplished it successfully.

The benefits for the participants are overwhelming, not only on account of that they could realize the importance of English but also because they could actually use it in a significant context, communicate effectively, and solve problems.

Also, in the process, they could strengthen their language abilities and skills that made them more professional and competitive. A well-learned lesson for teachers in the area of English teaching is to continue motivating their students and carry on working and reinforcing students' English learning skills, because there will come a time when their students will have the opportunity to put into practice what they learnt in the classroom and they will be able to meaningfully and successfully communicate wherever their destination could be.

References

- Altbach, P.G., Knight, J. (2007). Internationalization of higher education: Motivation and Realities. *Journal of Studies in International Education*.
- Anthony, T. D. & Kritsonis, W. (2006). Bilingualism and how it impacts the African American child. *National Journal for Publishing and Mentoring Doctoral Student Research*, 3 (1), 1–5. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED492546.pdf>
- Brosch, C. (2015). On the Conceptual History of the Term Lingua Franca. *Apples - Journal of Applied Language Studies*, 9(1), 71–85. <https://doi.org/10.17011/apples/2015090104>
- Brown, H. (1994). *Teaching by Principles: An interactive approach to language teaching*. Prentice Hall Regents.
- Cherry, K. (2023, May 3). Motivation: The Driving Force Behind Our Actions. *Verywell Mind*. <https://www.verywellmind.com/what-is-motivation-2795378>

- COSA (2023). Communicative Competence. https://www.cosa.k12.or.us/sites/default/files/materials/events/65_communicative_competence.pdf
- Council of Europe (2020). Common European Framework of Reference for Languages: Learning, teaching, assessment – Companion volume. Council of Europe Publishing. www.coe.int/lang-cefr.
- Gardner, R. C. (2001). Integrative motivation and second language acquisition. In Z. Dörnyei & R. Schmidt (Eds.), *Motivation and Second Language Acquisition* (pp. 1–19). Hawaii: University of Hawaii Press.
- Ghadessy, M. (1998). Language learning Strategies for some university students in Hong Kong. *Estudios Ingleses de la Universidad Complutense*, (6), 101–128.
- H. Consejo Universitario (2018). Reglamento de Internacionalización de la Universidad Autónoma de Guerrero. Universidad Autónoma de Guerrero.
- Hismanoglu, M. (2000). Language learning strategies in foreign language learning and teaching. *The Internet TESL Journal*, 6 (8).
- Oxford, R. (2001). Language learning strategies. In R. Cauter and D. Nunan (Eds.). *The Cambridge guide to teaching English to Speakers of other languages* (pp. 166–172). Cambridge University Press.
- Lasagabaster, H. D. (1998). Metalinguistic Awareness and the learning of English as an L3. *Atlantis XX*, 2, 69–79.
- Arnó-Macià, E. & Aguilar, M. (2018). Esp, emi and interculturality: how Internationalized are university curricula in Catalonia? *ESP Today*, 6(2018).
- Nagy, W. E., García, G. E, Durgunlu, A. Y. & Hancin-Bhatt, B. (1993). Spanish-English bilingual students' use of cognates in English reading—*Journal of Reading Behavior*, 25(3).
- Robson, S. (2017). Internationalization at home: internationalizing the university experience of staff and students. *Educação*, 40(3), 368–374.
- Skehan, P. (1989). *Individual differences in Second Language learning*. NY: Arnold.
- Stern, H. (1983). *Fundamental concepts of language teaching*. Oxford University Press.
- Strombach, T., Strang, S., Park, S. Q., & Kenning, P. (2016). Common and distinctive approaches to motivation in different disciplines. In B. Studer & S. Knecht (2016).

- Progress in Brain Research (Vol. 229, pp. 3–23). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2016.06.007>
- Universidad Autónoma de Guerrero (2020). Numeralia, 7 (13), 48.
- Universidad Autónoma de Guerrero (n.d.). Historia de la Autonomía de la Universidad.
<https://www.uagro.mx/conocen/index.php/historia>
- Ur, P. (1996). A course in language teaching: Practice and Theory. Cambridge University Press.
- Vance, N. (2019). Four language skills. EBSCO. <https://www.ebsco.com/research-starters/education/four-language-skills>
- Vipond, T. (n.d.). Language Proficiency Levels. CFI.
<https://corporatefinanceinstitute.com/resources/career/language-proficiency-levels/>
- Widdowson, H. (2003). Defining issues in English Language Teaching. Oxford University Press.