

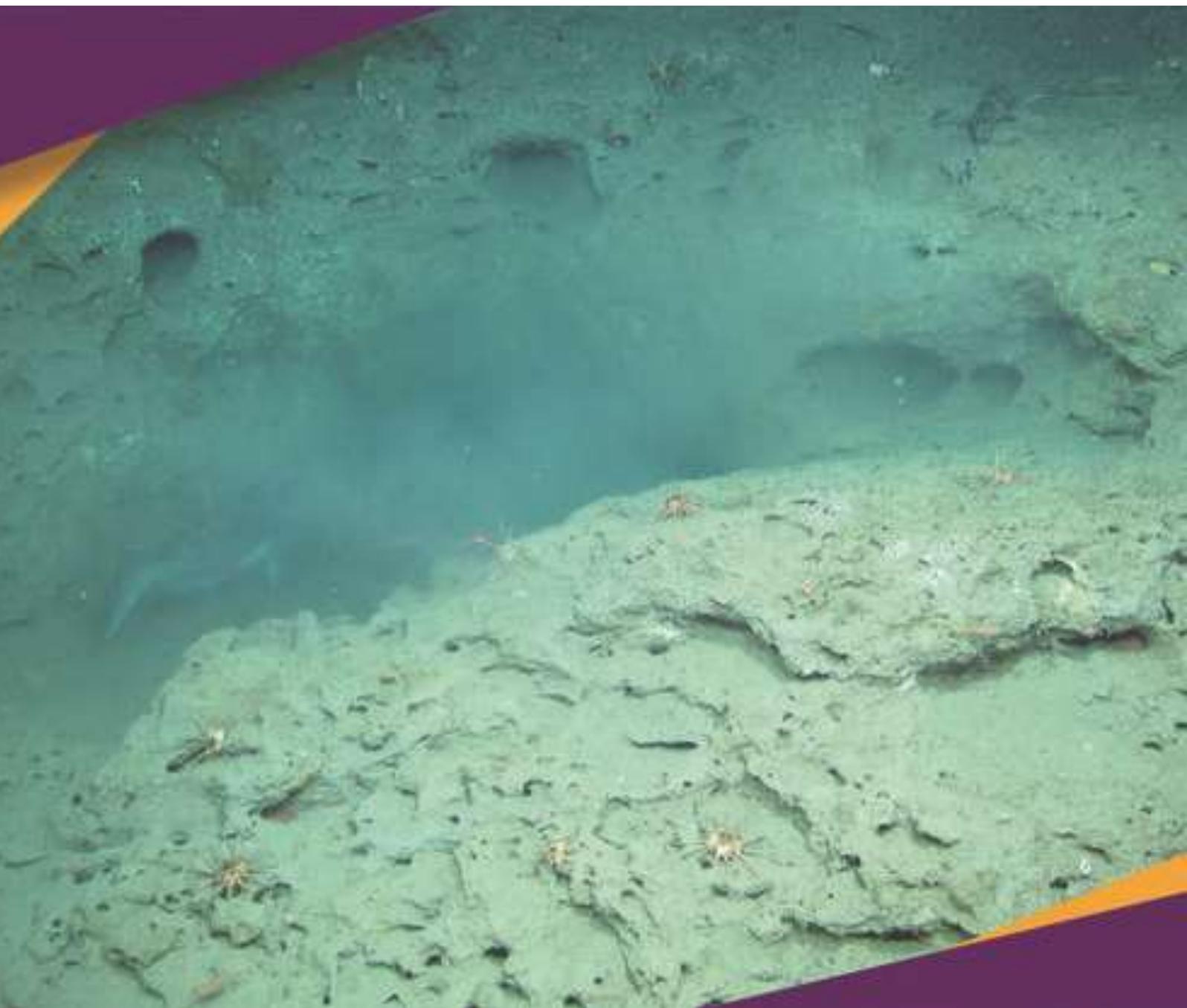


UACH  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
CHIHUAHUA

Dirección de  
Investigación y Posgrado

# TECNOCIENCIA CHIHUAHUA

REVISTA ARBITRADA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
ISSN: 1870-6606/ ISSN-e: En trámite



Sedimentos marinos de la Bahía de Santiago de Cuba

VOLUMEN XIII • NÚMERO 3 • SEPTIEMBRE-DICIEMBRE 2019

INDIZADA EN 



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
CHIHUAHUA

M.E. LUIS ALBERTO FIERRO RAMÍREZ  
*Rector*

M.C. JAVIER MARTÍNEZ NEVÁREZ  
*Secretario General*

M.E. ALFREDO RAMÓN URBINA VALENZUELA  
*Director de Investigación y Posgrado*

M.C. FRANCISCO MÁRQUEZ SALCIDO  
*Director Administrativo*

M.A.V. RAÚL SÁNCHEZ TRILLO  
*Director de Extensión y Difusión Cultural*

M.A. HERIK GERMÁN VALLES BACA  
*Director Académico*

M.I. RICARDO RAMÓN TORRES KNIGHT  
*Director de Planeación y Desarrollo  
Institucional*



DR. CÉSAR HUMBERTO RIVERA FIGUEROA  
*Editor en Jefe*

DR. ÓSCAR ALEJANDRO VIRAMONTES OLIVAS  
*Editor adjunto*

M.E.S. NANCY KARINA VENEGAS HERNÁNDEZ  
*Procesos Editoriales*

PEDRO AMAYA ITURRALDE  
*Procesos Técnicos*

MTRO. IVÁN DAVID PICAZO ZAMARRIPA  
*Cuidado de la Edición*

#### EDITORES ASOCIADOS

DR. FELIPE ALONSO RODRÍGUEZ ALMEIDA

DRA. MARÍA ELENA FUENTES MONTERO

DRA. LAURA CRISTINA PIÑÓN HOWLET

DR. JAVIER TARANGO ORTIZ

DRA. GUADALUPE VIRGINIA  
NEVÁREZ MOORILLÓN

DR. FRANCISCO ALBERTO PÉREZ PIÑÓN

DR. IGNACIO CAMARGO GONZÁLEZ

DRA. MARGARITA LEVARIO CARRILLO

# TECNOCENCIA Chihuahua

## Consejo Editorial Internacional

DR. GUILLERMO FUENTES DÁVILA

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México*

DR. VÍCTOR ARTURO GONZÁLEZ HERNÁNDEZ

*Colegio de Posgraduados, México*

DR. JOHN G. MEXAL

*New Mexico State University, Estados Unidos de América*

DR. ULISES DE JESÚS GALLARDO PÉREZ

*Instituto de Angiología y Cirugía Vascular, La Habana, Cuba*

DR. HUMBERTO GONZÁLEZ RODRÍGUEZ

*Universidad Autónoma de Nuevo León, México*

DRA. ELIZABETH CARVAJAL MILLÁN

*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C., México*

DR. ALBERTO J. SÁNCHEZ MARTÍNEZ

*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México*

DR. LUIS RAÚL TOVAR GÁLVEZ

*Instituto Politécnico Nacional, México*

DR. LUIS FERNANDO PLENGE TELLECHEA

*Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México*

DR. HÉCTOR OSBALDO RUBIO ARIAS

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México*

DRA. ANGELA BEESLEY

*University of Manchester, Reino Unido*

DR. LUIS ALBERTO MONTERO CABRERA

*Universidad de La Habana, Cuba*

DR. RICARD GARCÍA VALLS

*Universitat Rovira I Virgili, España*

DR. LUIZ CLOVIS BELARMINO

*Faculdade Atlantico Sul, Brasil*

TECNOCENCIA-Chihuahua. Revista arbitrada de ciencia, tecnología y humanidades. Volumen XIII, Número 3. Septiembre-Diciembre 2019. Publicación cuatrimestral de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Editor en Jefe: Dr. César Humberto Rivera Figueroa. ISSN: 1870-6606. ISSN Difusión Vía Red de Cómputo: En trámite. Número de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2018-070312595700-203. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 11441. Clave de registro postal PP08-0010. Domicilio de la publicación: Edificio de la Dirección de Investigación y Posgrado, Ciudad Universitaria s/n, Campus Universitario I. C.P. 31170, Chihuahua, Chihuahua, México. Oficina responsable de la circulación: Dirección de Investigación y posgrado, Ciudad Universitaria, Campus Universitario I. C.P. 31170. Imprenta: Carmona Impresores. Tiraje: 1,000 ejemplares. Precio por ejemplar en Chihuahua: \$60.00 Costo de la suscripción anual: México, \$200 (pesos); EUA y América Latina, \$35 (dólares); Europa y otros continentes, \$40 (dólares). La responsabilidad del contenido de los artículos firmados es de sus autores y colaboradores. Puede reproducirse total o parcialmente cada artículo citando la fuente y cuando no sea con fines de lucro.

Teléfono: (614) 439-1500 (extensión 2209), e-mail: [tecnociencia.chihuahua@uach.mx](mailto:tecnociencia.chihuahua@uach.mx) Página web: <http://tecnociencia.uach.mx> Nuevo portal: [vocero.uach.mx](http://vocero.uach.mx)

## Contenido

<b>Definición de la revista</b>	I		
<b>Editorial</b>	II		
<b>El científico frente a la sociedad</b>			
La estafa académica: fraude en las publicaciones científicas <i>David Picazo, María Teresa Pérez-Piñón, Claudia Patricia Contreras, Diana Sagarnaga-Chávez</i>			
	<b>135</b>		
<b>Educación y Humanidades</b>			
Interdisciplinariedad: la necesidad de unificar un concepto <i>Maikel Almenares-López, Rigoberto Marín-Uribe, Ma. Concepción Soto-Valenzuela, Isabel Guzmán-Ibarra</i>			
	<b>140</b>		
Desarrollo de un instrumento para evaluar la empatía emocional en escolares mexicanos <i>Pedro Barrera-Valdivia, Roque V. Méndez, María Czyewska, Gerónimo Mendoza-Meraz, Aixchel Cordero-Hidalgo</i>			
	<b>149</b>		
		<b>Educación y Humanidades</b>	
		La investigación cualitativa como elemento constitutivo en la construcción del conocimiento para las ciencias administrativas <i>Argenis Iván Mejía-Chavarría</i>	
			<b>157</b>
		<b>Medio ambiente y Desarrollo sustentable</b>	
		Respuesta de las semillas de palo colorado ( <i>Caesalpinia platyloba</i> S. Watson) a diferentes tratamientos pregerminativos <i>Dany Paola Díaz-Vázquez, Jaime Alberto Félix-Herrán, Estela Sañudo-Ayala, Rey David Ruelas-Ayala</i>	
			<b>173</b>
		Estudio de la contaminación por metales en sedimentos marinos de la Bahía de Santiago de Cuba <i>Odalys Quevedo-Álvarez, Jorge Lorenzo Gómez-Pascual, Tamara Estrada-La Rosa, Ana Catalina Núñez-Clemente</i>	
			<b>181</b>

## Definición

**TECNOCIENCIA Chihuahua** es una publicación científica arbitrada de la Universidad Autónoma de Chihuahua, fundada en el año 2007 y editada de forma cuatrimestral. Está incluida en los siguientes índices y directorios:



- Catálogo de revistas científicas de México e Iberoamérica que cumplen con criterios internacionales de calidad editorial.



- La base de datos bibliográfica de la UNAM de revistas de América Latina y el Caribe, especializadas en ciencia y tecnología.



- La base de datos bibliográfica de la UNAM de revistas de América Latina y el Caribe, especializadas en ciencias sociales y humanidades.

## ► Objetivo

Servir como un medio para la publicación de los resultados de la investigación, ya sea en forma de escritos científicos o bien como informes sobre productos generados y patentes, manuales sobre desarrollo tecnológico, descubrimientos y todo aquello que pueda ser de interés para la comunidad científica y la sociedad en general.

También pretende establecer una relación más estrecha con su entorno social, para atender a la demanda de los problemas que afectan a la sociedad, expresando su opinión y ofreciendo soluciones ante dicha problemática.

La revista **TECNOCIENCIA Chihuahua** se publica cuatrimestralmente para divulgar los resultados de la investigación en forma de avances científicos, desarrollo tecnológico e información sobre nuevos productos y patentes.

La publicación cubre las siguientes áreas temáticas:

Alimentos, Salud y deporte, Ingeniería y tecnología, Educación y humanidades, Economía y administración, Medio ambiente y Desarrollo sustentable, Creatividad y desarrollo tecnológico.

## ► Visión

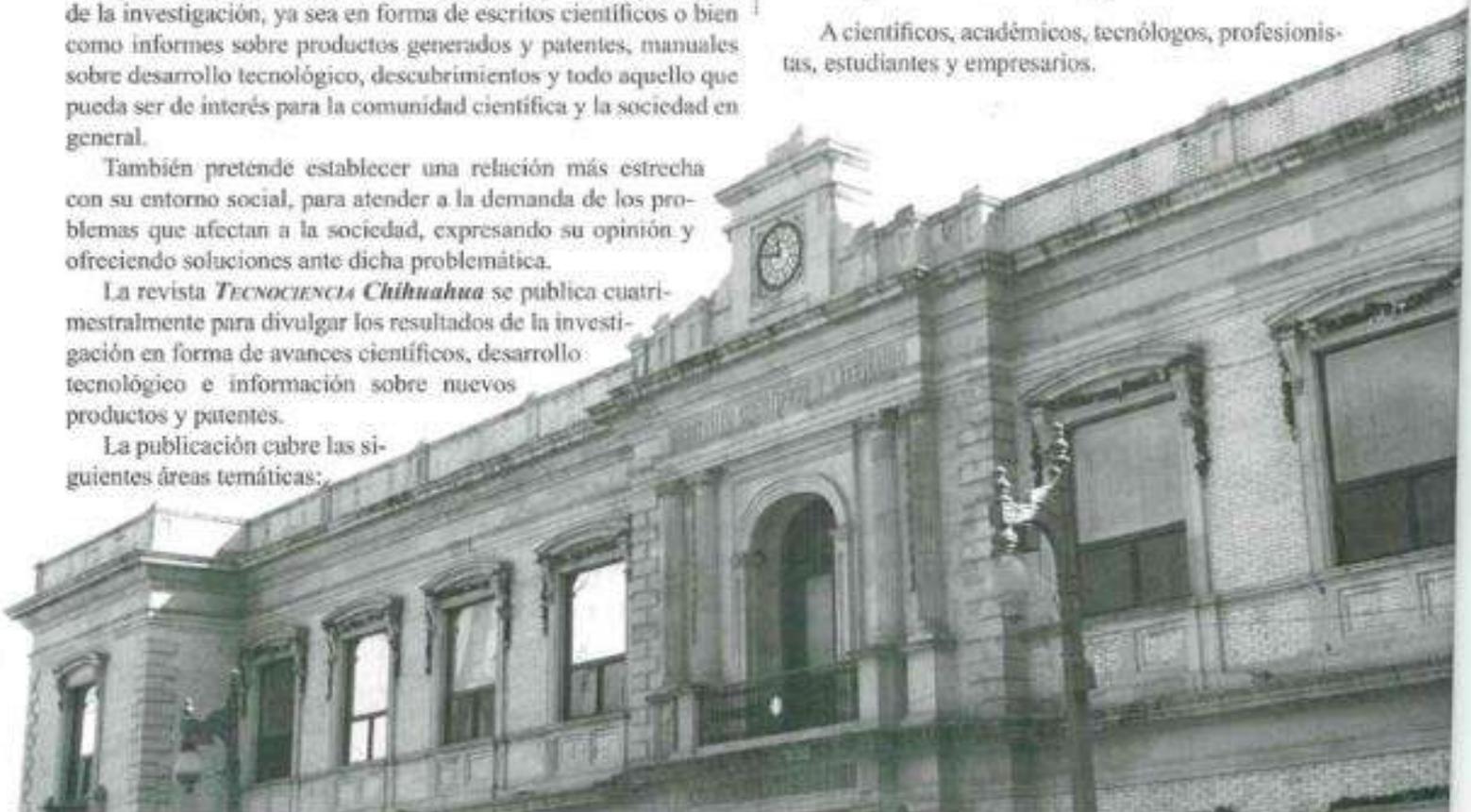
Mejorar de manera continua la calidad del arbitraje de los artículos publicados en la revista, proceso que se realiza en forma anónima bajo el sistema de doble ciego. Conformar el Consejo Editorial Internacional y cada Comité Editorial por área del conocimiento de la revista, incorporando como revisores a investigadores del país y del extranjero adscritos a instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación, que son reconocidos como académicos y científicos especializados en su campo.

## ► Tipos de artículos científicos

En la revista se publican las siguientes clases de escritos originales: artículos científicos en extenso, notas científicas, ensayos científicos y artículos de revisión.

## ► A quién se dirige

A científicos, académicos, tecnólogos, profesionistas, estudiantes y empresarios.



# La estafa académica: fraude en las publicaciones científicas

## The academic scam: fraud in scientific publications

DAVID PICAZO<sup>1</sup>, MARÍA TERESA PÉREZ PIÑÓN<sup>2,3</sup>, CLAUDIA PATRICIA CONTRERAS<sup>1</sup>  
Y DIANA SAGARNAGA CHÁVEZ<sup>2</sup>

### Resumen

El fraude en las publicaciones de origen científico es una práctica que ha tomado fuerza a partir del desarrollo de revistas electrónicas y de acceso abierto en Internet. La combinación de estas prácticas deshonestas, y la presión por publicar a la que están sometidos los investigadores bajo la premisa de «publicar o perecer», puede poner en riesgo su imagen y credibilidad. En esta situación se pueden ver involucrados tanto investigadores como académicos, comités editoriales, evaluadores de revistas y correctores de estilo. El objetivo del presente artículo es exponer las características de las principales prácticas fraudulentas en el proceso de publicación de artículos científicos. Algunas formas que se describen son: revistas depredadoras y secuestradas, prácticas fraudulentas en el proceso de evaluación de artículos sometidos a arbitraje y falsa productividad científica. Se considera importante señalar que los autores tienen una gran responsabilidad respecto a sus propios escritos, por lo cual se aconseja revisar la idoneidad y los mínimos aceptables de las revistas donde pretenden publicar, y con ello evitar caer en la tentación de divulgar sus creaciones en medios fraudulentos que podrían afectar su prestigio como investigador.

**Palabras clave:** publicación científica, fraude académico, artículo científico, discurso científico, comunicación de la ciencia.

### Abstract

Fraud in publications of scientific origin is a practice that has gained strength from the development of electronic journals and open access to the Internet. The combination of these dishonest practices and the pressure to publish to which researchers are subjected under the premise of «publish or perish» may jeopardize their image and credibility. In this situation, both researchers and academics, editorial committees, journal evaluators and proofreaders can be involved. The objective of this article is to expose the characteristics of the main fraudulent practices in the process of publishing scientific articles. Some forms described are predatory and kidnapped journals, fraudulent practices in the process of evaluating articles subject to arbitration and false scientific productivity. It is considered important to note that the authors have a great responsibility regarding their own writings, so it is advisable to review the suitability and acceptable minimums of the journals where they intend to publish, and thereby avoid being tempted to disseminate their creations in the fraudulent media that could affect their prestige as a researcher.

**Keywords:** scientific publication, academic fraud, scientific article, scientific discourse, science communication.

<sup>1</sup> UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA. FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS. RÚA DE LAS HUMANIDADES S/N CAMPUS UNIVERSITARIO 1. CHIHUAHUA, CHIH., MÉXICO. TEL. (614) 413-5450. C.P. 31170.

<sup>2</sup> UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA. FACULTAD DE ODONTOLOGÍA. CAMPUS UNIVERSITARIO 1. CHIHUAHUA, CHIH., MÉXICO. TEL. (614) 439-1861. C.P. 31170.

<sup>3</sup> CORREO ELECTRÓNICO DEL AUTOR DE CORRESPONDENCIA: MPEREZ@UACH.MX



## Introducción

**E**l discurso científico tiene como objetivo la comunicación de hallazgos relevantes para un determinado grupo académico. Esta comunicación se sustenta en una serie de convenciones ampliamente conocidas por los miembros de la comunidad científica. Dichos principios rigen la estructura, calidad y contenido de los reportes de investigación, con el propósito de que sean claros y tengan la posibilidad de ser reproducidos por otros colegas.

Por su parte, el género discursivo que desarrolla el artículo científico tiene como propósito principal informar a un grupo de lectores afines, sobre una postura sustentada en un enfoque teórico o en los resultados de un estudio empírico, a través de un discurso argumentativo bien definido (Parodi, 2010). En el artículo, se presentan los hechos y resultados de un trabajo de investigación de forma objetiva, sin posturas personales o especulaciones, con un lenguaje que evite toda ambigüedad (Picazo *et al.*, 2019)

El científico es una figura reconocida en la sociedad como una autoridad objetiva e informada. Sin embargo, la presión de las estructuras académicas sobre el investigador para que publique frecuentemente en revistas de impacto es una realidad en estos días, privilegiando la cantidad sobre la calidad. En muchos casos el prestigio del investigador depende de su productividad científica, así como la posibilidad de acceder a posiciones laborales y estímulos económicos (Abad-García, 2019).

Esta situación puede conducir a un investigador –por desconocimiento o conscientemente- a caer en prácticas inadecuadas o deshonestas, como publicar en revistas falsas, divulgar investigaciones mal ejecutadas o, en el peor de los casos, hacer afirmaciones no sustentadas o deliberadamente manipuladas, incurriendo en el engaño, o fraude académico. Además, el avance de la tecnología permitido que la escritura, publicación y divulgación de documentos sea más rápido y fácil, provocando una devaluación en la «calidad informativa». La incoherencia e inconsistencia prevalece en la web, terreno en que se dispensa la exhaustividad frente a la importancia, y a la publicación inmediata frente a la calidad de los contenidos (Picazo *et al.*, 2019).

La Real Academia Española define la palabra fraude como «engaño que se realiza eludiendo obligaciones legales o usurpando derechos con el fin de obtener un beneficio». Cuando se trata de publicaciones científicas, la honestidad es fundamental, pues los consumidores de esta producción confían en que su contenido está respaldado por la investigación, el experimento y la autenticidad.

Así, se ha reportado el incremento de prácticas deshonestas en las publicaciones científicas, como inconsistencias en el proceso de evaluación por pares, actitud poco ética de editores e investigadores por la presión por publicar, así como la proliferación de revistas fraudulentas o «predatorias» (Das, 2016).

Es necesario que académicos e investigadores estemos conscientes de esta situación y evitar caer, por desconocimiento o por comisión deliberada, en este tipo de errores que pueden dañar nuestro prestigio. El objetivo de este estudio es exponer las características de las principales prácticas fraudulentas en el proceso de publicación de artículos científicos.

## Desarrollo

Díaz (2016) expone que la deshonestidad en publicaciones científicas, a pesar de ser una pésima praxis, «no solo se ha incrementado, sino que en muchos casos está ganando cierta aceptación entre los mismos investigadores» (p. 9). La autora explica que esta situación es favorecida por ciertos factores que infringen los procesos de publicación y de la valoración de su calidad, entre ellos se encuentran las revistas depredadoras y secuestradas, así como prácticas fraudulentas en el proceso de evaluación de artículos sometidos a arbitraje y falsa productividad científica.

*Revistas depredadoras*: son aquellas que cobran importantes sumas económicas por la publicación expedita de un artículo sin llevar a cabo un proceso real de evaluación de su contenido. Algunas de las características de estas revistas, según Richtig *et al.* (2018) son:

- La revisión por pares se realiza superficialmente o no se lleva a cabo.

- Se envía invitación lisonjera a gran cantidad de personas para publicar en la revista por correo electrónico.

- Prometen rápida publicación por una «baja inversión».

- Presenta el nombre de la revista y su logo parecidos a revistas de prestigio.

- El comité editorial puede ser inexistente, sin embargo, la revista lo promueve con nombres de investigadores prestigiosos, lo cual es falso.

- Refieren tener factor de impacto, que en la realidad es inexistente.

- La información del contacto para dar seguimiento al avance de la publicación es falsa.

- La revista cubre todos los campos científicos de publicación.

- Los principios éticos de publicación y revisión son prácticamente nulos.

- La indización es inexistente.

- Errores ortográficos y gramaticales presentes tanto en los artículos como en la edición de la revista.

- El sistema de envío del artículo es no profesional.

Las revistas depredadoras ponen en riesgo la credibilidad de la ciencia, pues el «sistema científico, el crédito de autoría es el fundamento de la carrera académica, del prestigio del autor en la comunidad científica y la base para la financiación de la investigación» (Abad-García, 2019, p. 57). El investigador requiere preparación y conocimiento del proceso de publicación y estar al tanto de revistas de prestigio que tienen un riguroso proceso de arbitraje, lo cual le evitará caer en la tentación de publicidad engañosa de las revistas depredadoras.

La industria de las revistas depredadoras es claramente una amenaza para la actividad científica honorable, sin embargo, dado el beneficio económico que reporta para sus promotores, se ha convertido en una práctica recurrente y persistente; incluso, este fenómeno se extiende a editores de libros y organización de congresos fraudulentos que recurren a estas mismas estrategias para engañar a la academia (Bowman, 2014).

*Revistas secuestradas*: aunado al problema de las revistas depredadoras, se ha originado el fenómeno de artículos secuestrados, en el cual falsos editores, evaluadores o correctores de estilo venden la autoría de escritos científicos a páginas web para su pronta publicación (Dadkhah, 2015). En la práctica, los secuestradores suplantan la identidad de los *journals* por motivaciones económicas (Jalalian y Mahboobi, 2014). Estas son sus características:

- Hurtan las identidades de las revistas legítimas que no son famosas.

- Ponen un costo y recargo a los investigadores por que se publiquen sus artículos.

- Seleccionan a sus víctimas revisando sus currículos, por lo que envían invitación para publicar a profesores con estudios de doctorado y que requieren publicaciones con urgencia.

- Los secuestradores eligen revistas que se generan en países donde su lengua sea diferente al inglés, y en vías de desarrollo o subdesarrollados.

- No tiene un sitio web.

- No tienen enlaces de revistas.

- No presentan factor de alto impacto, pues es complicado que un autor crea la facilidad de publicación en estas revistas, a menos que sea un novel en la investigación.

- Uso indebido de editores famosos y nombres de personas reales en la lista del consejo editorial de la revista.

Los autores señalan que es importante que los académicos, las universidades y los centros de investigación hagan «conciencia sobre tales estafas y capacitar a los autores (p. 392)» de tal manera que tengan el conocimiento básico y experiencia para identificar falsos editores y revistas secuestradas, y

así, esté preparado e ignore las adulaciones y correos electrónicos donde se le invite a publicar en revistas que ofrecen pronta publicación. Para este propósito, se recomienda que el autor verifique la posición de la revista en sitios y bases de datos oficiales, tales como Scopus o Web of Science.

*Falsos factores de impacto:* son revistas que se hacen ver con factor de impacto, y cobran gran cantidad de dinero para publicar en sus plataformas (Jalalian y Mahboobi, 2014). En el mercado existen empresas de indexación falsas, que por una cantidad económica clasifican y asignan factores de impacto a las revistas con un método poco claro (Dadkhah *et al.*, 2017).

Gerónimo (2004) señala algunos puntos a considerar para identificar falsos factores de impacto en las revistas:

- Factor de impacto inventado, es importante que los autores revisen en documentos oficiales, y con la fórmula establecida, el factor de impacto real de la revista en que pretenden publicar.

- Falsificación y manipulación de datos, cuando los autores mismos alteran el factor de impacto de la revista donde publicó para dar mayor valor a su currículum.

La importancia desmedida que se le ha proporcionado al factor de impacto de las revistas, ha ocasionado que los investigadores infrinjan la ética bajo la premisa del principio «publicar o perecer» (p. 23).

*Falsos evaluadores:* es cuando las publicaciones son evaluadas por los propios autores haciéndose pasar como editores (Ferguson *et al.*, 2014).

Restrepo Botero (2020) señala que la función de los evaluadores de artículos publicables en revistas científicas es fundamental, entre ellas se encuentra comprobar que el escrito cumple con:

- Los requisitos mínimos indispensables marcados por la editorial

- Remite el documento a otros dos pares evaluadores para que se verifique la «calidad, pertinencia, originalidad, rigurosidad científica y determinen si los artículos son aceptados sin correcciones, aceptados con correcciones o rechazados» (p. 136). En este sentido, el autor aclara que existen tres formas de realizar la evaluación: revisión de par simple-ciego, por par doble ciego y revisión abierta.

Aunque están claramente definidas las condiciones en que los evaluadores efectúan su tarea, la presión de sus áreas laborales le «obliga» a caer en ser su propio verificador, convirtiéndolo en un falso evaluador.

*Artículos falsos:* son escritos generados por la computadora y que han logrado pasar todos los filtros de revisión (Van Noorden, 2014); según el autor, ello se da a través de un software que ordena al azar caracteres que al final produce un escrito de orden divulgativo o científico con estructura y características que se asemejan a un reporte real. «La producción de artículos por computadora ha aparecido ocasionalmente en conferencias, cuando los investigadores han presentado documentos sin sentido y luego revelaron el truco» (párr. 5).

A pesar de representar un riesgo para la comunicación de la ciencia, los artículos elaborados por computadora son fácilmente identificables, pues el estilo de escritura robótica es su principal característica. La detección de este tipo de artículos es una tarea de editores, pero sobre todo de los árbitros en el proceso de revisión por pares (*peer review*). Aun así, autores han reportado una gran cantidad de artículos generados por computadora ya publicados, algunos de ellos en revistas de prestigio (Spinak, 2014; Van Noorden, 2014).

A medida que el oligopolio de los grandes editores que agrupan un gran número de revistas científicas, así como la adopción de criterios cuantitativos como citas y artículos publicados en revistas con factor de impacto por parte de instituciones académicas o –incluso– de las instancias gubernamentales, estos comportamientos poco éticos de los investigadores se han venido incrementando, «inundando la academia» (Sample, 2014) y corrompiendo estos lugares hasta hace poco sagrados para la comunidad científico-académica.

Luchilo (2019) ha identificado estos comportamientos como «piratería editorial», señalando el rápido crecimiento de editoriales y revistas de baja calidad o fraudulentas, aunado al «ascenso de las redes sociales académicas y la importancia de las políticas públicas e institucionales» (p. 41).

En este mismo sentido, Bertoglia Arredondo y Aguila Abarca (2016) argumentan que, a pesar de las bondades evidentes de las revistas de acceso abierto, en este ámbito, «algunos editores no están respetando las normas éticas» (p. 6625) en detrimento de la comunidad científica. Denuncian que hay una gran cantidad de artículos de calidad cuestionable que en realidad no están indexados en ninguna base de datos, ni han pasado por un proceso serio de evaluación, lo que puede generar confusión y costos sociales y económicos asociados.

## Conclusiones

Es imperativo que los investigadores estén familiarizados con el proceso de arbitraje y publicación, de tal manera que no sea presa fácil en la estafa de las revistas depredadoras. Los «beneficios» ofrecidos por la pronta publicación de su trabajo se pueden revertir hacia un autor que busca una solución fácil para incrementar su productividad científica. El hecho de caer en el engaño esgrimido por estas organizaciones pone en riesgo su prestigio y credibilidad.

Se considera importante señalar que los autores tienen una gran responsabilidad respecto a sus propios escritos, ellos deben revisar la idoneidad y los mínimos aceptables de las revistas donde pretenden publicar y, con ello, evitar caer en la tentación de divulgar sus creaciones en medios fraudulentos. Así mismo, deberían cerciorarse de que el comité editorial, revisores y correctores de estilo de las revistas estén debidamente avalados, con ello se prevendrá que su artículo sea secuestrado, haciéndole perder tiempo, dinero y su misma creación intelectual.

La generación de nuevo conocimiento se sustenta en la comunicación de los hallazgos científicos a través de medios confiables. El vehículo por excelencia para esta comunicación es la revista arbitrada, ya que respalda su actividad en una serie de convenciones y procedimientos aceptados por la sociedad científica. Por ello, es tarea de todos los involucrados: académicos, investigadores, editores e instituciones, defender este desarrollo a través de una actitud proactiva para detectar y denunciar estas prácticas deshonestas ante la comunidad científica.

## Literatura Citada

- ABAD-GARCÍA, M. F. 2019. Plagiarism and predatory journals: A threat to scientific integrity. *Anales de Pediatría* 90(1):57.e1-57.e8. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2018.11.003>
- BERTOGLIA ARREDONDO, M. P., & Aguila Abarca, A. 2016. The predatory menace: How do predatory journals discredit the Open Access Movement. *Medwave* 16(Suppl6), 6625–6625. <http://dx.doi.org/10.5867/medwave.2016.6625>
- BOWMAN, J. D. 2014. Predatory publishing, questionable peer review, and fraudulent conferences. *American Journal of Pharmaceutical Education* 78(10):1–6. <https://doi.org/10.5688/ajpe7810176>
- DADKHAH, M. 2015. Paper Hijacking: Hijackers are Attacking Journals for Hijacking Unpublished Papers. *Journal of Digital Information Management* 13(4):306–307. <https://bit.ly/3xxtpre>
- DADKHAH, M., Borchardt, G., & Maliszewski, T. 2017. Fraud in Academic Publishing: Researchers Under Cyber-Attacks. *American Journal of Medicine* 130(1):27–30. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2016.08.030>
- DAS, A. K. 2016. 'Peer review' for scientific manuscripts: Emerging issues, potential threats, and possible remedies. *Medical Journal Armed Forces India*, 72(2):172–174. <https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2016.02.014>
- DÍAZ, G. M. 2016. El fraude en las publicaciones científicas: más allá de fabricar, falsificar y plagiar. *Tecnológicas* 19(36):9. <https://doi.org/10.22430/22565337.583>
- FERGUSON, C., Marcus, A., & Oransky, I. 2014. Publishing: The peer-review scam. *Nature*, 515(7528):480–482. <https://doi.org/10.1038/515480a>
- GERÓNIMO, C. Q. 2004. ¿Es el Factor de Impacto un buen indicador para medir la calidad de las revistas científicas?: análisis de algunos problemas generados por su uso. *Infobib* 3:1050–1056.
- JALALIAN, M., & Mahboobi, H. 2014. Hijacked Journals and Predatory Publishers: Is There a Need to Re-Think How to Assess the Quality of Academic Research? *Walailak Journal of Science and Technology* 11(5):389–394. <https://doi.org/10.14456/wjst.2014.16>
- PARODI, G. 2010. Written discourse genres. In *Academic and Professional Discourse Genres in Spanish* 40:17–35.
- PICAZO, D., Cordero Hidalgo, A., & Contreras, C. P. 2019. La retórica como esfuerzo deliberado para influir en el ánimo de la sociedad: estudio de casos en los ámbitos científico, político y redes sociales. In M. Donstrup (Ed.), *Discurso mediático y audiencias: una aproximación crítica a la comunicación de masas* (1st ed., Vol. 1, p. 192). Sevilla, España: Egregius Ediciones. <https://hdl.handle.net/11441/91644>
- RESTREPO BOTERO, J. C. 2020. La revisión por pares (peer review) en las revistas científicas: un proceso que requiere intervención. *Tempus Psicológico* 3(1):133–155. <https://doi.org/10.30554/tempuspsi.3.1.3410.2020>
- RICHTIG, G., Berger, M., Lange-Asschenfeldt, B., Aberer, W., & Richtig, E. 2018. Problems and challenges of predatory journals. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology* 32(9):1441–1449. <https://doi.org/10.1111/jdv.15039>
- SAMPLE, I. 2014. How computer-generated fake papers are flooding academia. *The Guardian*. Retrieved from <https://bit.ly/3NdrtrW>
- SPINAK, E. 2014. In the beginning it was just plagiarism – now its computer-generated fake papers as well. Retrieved January 10, 2020, from <https://bit.ly/3uhbVvD>
- Van Noorden, R. 2014. Publishers withdraw more than 120 gibberish papers. *Nature* 1–3. <https://doi.org/10.1038/nature.2014.14763>

Este artículo es citado así:

Picazo, D., M. T. Pérez Piñón, C. P. Contreras y D. Chávez Sagarnaga. 2019. La estafa académica: fraude en las publicaciones científicas. <https://doi.org/10.54167/tecnociencia.v13i3.478>

# Interdisciplinariedad: la necesidad de unificar un concepto

Interdisciplinarity: the need to unify a concept

MAIKEL ALMENARES LÓPEZ<sup>1</sup>, RIGOBERTO MARÍN URIBE<sup>1,3</sup>,  
MA. CONCEPCIÓN SOTO VALENZUELA<sup>1</sup> E ISABEL GUZMÁN IBARRA<sup>2</sup>

Recibido: Junio 18, 2019

Aceptado: Julio 31, 2019

## Resumen

El propósito de este artículo es presentar una revisión sistemática sobre el concepto «interdisciplinariedad» y algunos términos afines. Para alcanzar el objetivo de este estudio se utilizó el método de la revisión integradora que examina, critica y sintetiza literatura representativa sobre un tema de forma articulada, de tal manera que permita identificar y comparar los principales hallazgos publicados y se generen nuevas perspectivas sobre este. En este artículo se ha trabajado una extensa diversidad teórica y literaria en torno al término «interdisciplinariedad» y cómo los autores e investigadores, en un intento de implementar su denominación, han proporcionado diversas definiciones, algunas semejantes, otras diferentes y, muchas de ellas, reiteradas. A partir de los elementos comunes encontrados en dichas definiciones, se logró una aproximación a la construcción de un concepto referido, en lo general, a la interdisciplinariedad como *un proceso de integración disciplinar para solucionar problemas complejos*.

**Palabras clave:** interdisciplinariedad, formación educativa, integración disciplinar, solución de problemas complejos.

## Abstract

The purpose of this article is to present a systematic review on the concept of «interdisciplinarity» and some related terms. To achieve the objective of this study, the integrative review method was used to examine, critique and synthesize representative literature on a topic in an articulated manner in such a way as to identify and compare the main published findings and generate new perspectives on it. In this article we have worked an extensive theoretical and literary diversity around the term «interdisciplinarity» and how the authors and researchers in an attempt to implement their denomination, have provided diverse definitions: some similar, others different and in many of them repeated, but, from the common elements found in these definitions, an approach was achieved to the construction of a concept referred, in general, to interdisciplinarity as a process of disciplinary integration to solve complex problems.

**Keywords:** Interdisciplinarity, educational training, disciplinary integration, solution of complex problems.

<sup>1</sup> UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA. FACULTAD DE CIENCIAS DE LA CULTURA FÍSICA. FRACCIONAMIENTO PASEOS DE CHIHUAHUA, CHIHUAHUA, CHIH. C.P. 31125. TELÉFONO: (614) 158-9900.

<sup>2</sup> UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA. FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS. CAMPUS UNIVERSITARIO I. CHIHUAHUA, CHIH. C.P. 31125. TELÉFONO: (614) 413-5450.

<sup>3</sup> DIRECCIÓN ELECTRÓNICA DEL AUTOR DE CORRESPONDENCIA: RMARIN@UACH.MX



## Introducción

**T**omando como punto de partida la pregunta ¿Cuál es el marco de referencia para la aplicación del concepto de interdisciplinariedad en el contexto docente universitario?, se plantea un reto a la investigación y al proceso de enseñanza-aprendizaje.

En este sentido, múltiples autores (Lenoir y Sauvé, 2013; Mendoza, 2015; Jardaneh, 2016; Méndez, 2016; Columbié *et al.*, 2017; Dupuy y Hechavarria, 2017; Pérez *et al.*, 2017; Santos, 2017; Sosa *et al.*, 2017; Vieites y Caride, 2017) asumen que la interdisciplinariedad todavía no ha sido cimentada, y que solo un acercamiento bien pensado y riguroso podría ser capaz de superar el desconcierto que han suscitado algunos experimentos discutidos en diferentes universidades, dificultad que sigue presente en nuestros días, en los que se reconoce que el problema fundamental no estriba en aceptar la necesidad e importancia de la interdisciplinariedad, sino en cómo hacerla efectiva, cómo llevarla a la práctica.

Fragoso (2017) plantea que el proceso de enseñanza-aprendizaje debe profundizar en nuevos métodos y vías dirigidas a establecer una ruptura dialéctica con la presentación de contenidos por estancos, de manera fragmentada y en muchos casos descontextualizada de la realidad en que vive el estudiante. Asimismo, menciona que la disquisición teórica disponible sobre la interdisciplinariedad, constituye un desafío que debemos enfrentar desde la práctica, y concretarlo desde un enfoque interdisciplinar.

La interdisciplinariedad en la educación superior constituye una importante oportunidad para que el estudiante haga conexiones, plantee y encuentre respuestas a situaciones complejas, y ajuste sus aprendizajes de manera integral y mejor organizada que le permita relacionar lo que está estudiando en las distintas disciplinas (Santos, 2017). A su vez abarca desde una nueva relación entre el estudiante y el profesor hasta la formación de los profesores en el trabajo interdisciplinario, en el cual deberán asociar estrechamente la teoría con la práctica, lo que contribuirá a crear nuevas estructuras, nuevos contenidos y nuevos métodos de enseñanza (Mendoza, 2015).

No se trata de crear nuevos conocimientos para dar solución a problemas complejos, ni determinar cómo el estudiante integra el conocimiento; de lo que se trata es de asumir la adquisición de estos saberes y materializarlos en la práctica con independencia, creatividad y seguridad de los contenidos que se aprenden, así como de la vinculación con los antecedentes que tienen relación directa con dichos contenidos. Estos deberán responder a sus necesidades integradoras, de forma que puedan establecer relaciones, nexos y articulaciones para la solución de problemas profesionales.

En este sentido, con la interdisciplinariedad se pretende que el alumno aprenda a comunicarse, lo cual supone una modificación total del profesor universitario, quien deberá estar dispuesto a ser algo más que un experto en su disciplina; alguien que, además de enseñar, sea un formador de sujetos o personas, al considerar como rasgos característicos de la interdisciplinariedad la unidad de la persona, que integra en sí misma (con sus vivencias, experiencias, sentimientos y motivaciones) la unidad de la práctica y la unidad de los conocimientos en el contexto de desempeño (Fernández, 2010).

Sin embargo, materializar la interdisciplinariedad en la práctica no ha estado exento de dificultades en varios países. La estructura disciplinar de los planes de estudio es una de las principales causas de la formación de los estudiantes con una visión fragmentada (Méndez, 2016).

Con base en lo anterior, en este texto se analizan concepciones interdisciplinarias recientes en el campo educativo, a fin de promover nuevos proyectos como resultado del análisis polisémico de este concepto. Por lo expuesto anteriormente, el objetivo de este artículo es realizar una revisión integradora de la literatura sobre el concepto de «interdisciplinariedad» y el uso de este concepto en la literatura, en función de su implementación.

Considerando los elementos comunes encontrados en las definiciones revisadas, se construye un concepto, como una aproximación que permite entender la interdisciplinariedad como un *proceso de integración disciplinar para solucionar problemas complejos*.

## Método

Se trata de un estudio documental con enfoque cualitativo que busca la identificación y el análisis de publicaciones sobre el tema de la «interdisciplinariedad» a partir de la descripción de los procesos e interpretación crítica de la diversidad conceptual. Para alcanzar este objetivo, se asumió el método de la revisión integradora de la literatura trabajado por Gallado (2013), para quien este método «revisa, critica y sintetiza literatura representativa sobre un tema de manera integrada, de manera que se generan nuevos marcos y perspectivas sobre el tema» de tal manera que nuevas perspectivas sobre el tema se generen para proporcionar una comprensión más completa para su implementación en la práctica.

Este método proporcionó la posibilidad de incorporar una variedad muy diversa de artículos y libros, así como literatura gris sobre la interdisciplinariedad de bases de datos como ISI Web of Knowledge, ERIC, Social Sciences Citation Index®, Science Direct, Scopus y UNESDOC; plataformas digitales como Elsevier, Conricyt y Google Scholar.

Los criterios adoptados para la selección de los documentos fueron:

1. Libros y artículos de investigación teórica y/o empírica con resúmenes y textos completos disponibles para análisis.
2. Referidos al descriptor principal o a la combinación de dos o más descriptores.
3. Artículos científicos evaluados por expertos.
4. Informes o reportes encargados por organismos internacionales.
5. Revisión de literatura gris (informes o reportes gubernamentales, declaraciones políticas, actas de conferencias o congresos, tesis, disertaciones, e informes de investigación.
6. Publicaciones realizadas en idiomas inglés o castellano.
7. Publicados entre los años 2010 y 2017.

Los descriptores seleccionados fueron «interdisciplinariedad (*interdisciplinarity*)», en su relación con los descriptores de «formación (*training*)», «educación física (*physical education*)», «cultura física (*physical culture*)» y «estudiantes universitarios (*college students*)». Los criterios de exclusión fueron las publicaciones que no cumplieron con los criterios de inclusión mencionados anteriormente, así como los artículos que abordasen temáticas diferentes del objeto del estudio.

La primera etapa consistió en realizar una lectura de «resúmenes» y «abstracts» publicados, de acuerdo con el idioma del documento, en el período establecido. Una primera búsqueda arrojó un resultado de 1740 artículos, muchos de ellos fueron rechazados porque no cumplieron con los criterios de inclusión quedando finalmente 124 documentos. La segunda etapa consistió en la lectura de todas las publicaciones seleccionadas, este estudio se realizó través de un análisis minucioso, crítico y cualitativo que permitió identificar los diferentes términos relacionados con la interdisciplinariedad. Por otra parte, se procedió a organizar un mapa conceptual, a partir del cual se produjo la redacción de esta reflexión, que tiene por objetivos: identificar y comparar las definiciones más relevantes del concepto interdisciplinariedad publicados en los diferentes espacios referidos.

## Referentes conceptuales de la interdisciplinariedad

La interdisciplinariedad es un concepto que refiere la interacción entre dos o más disciplinas, producto de lo cual se enriquecen mutuamente sus marcos conceptuales, sus procedimientos, sus metodologías de enseñanza y de investigación (Fragoso *et al.*, 2017). En la actualidad, los intentos de precisar el concepto son múltiples y diversos, lo que sugiere la necesidad de reflexionar sobre los elementos comunes que se presentan en sus conceptualizaciones, de modo que se pueda dimensionar el concepto, clasificarlo y emplearlo en prácticas docentes.

Diversos términos se han utilizado para describir este concepto, fundamentalmente dirigido al desarrollo de competencias académicas. La intención en este trabajo no es adherirnos a un concepto ya

publicado, sino destacar y seleccionar elementos comunes que permitan construir un concepto y una mejor comprensión del mismo. De esta manera, con base en la revisión realizada se encontró que en la mayoría de los conceptos analizados están presentes elementos cuya frecuencia los convierte en usuales a los mismos. Estos elementos los agrupamos en tres categorías: 1) proceso, 2) integración disciplinar y 3)

solución a problemas complejos. En los Cuadros 1, 2 y 3 se presentan los autores que destacan estas tres categorías relacionadas con la definición de interdisciplinariedad.

En el Cuadro 1 se muestran elementos comunes del concepto interdisciplinariedad afines al término *proceso* entendido como el conjunto de fases sucesivas de un fenómeno o hecho complejo.

**Cuadro 1.** Elementos comunes en definiciones del concepto interdisciplinariedad. Con acentuación en el *Proceso*.

Autores	Proceso	Integración	Disciplinar	Solución de problemas complejos
García y Gómez (2017)	un proceso, una filosofía de trabajo, una forma de pensar y proceder	para enfrentar al conocimiento de la complejidad de la realidad		y resolver cualquiera de los complejos problemas que esta plantea.
Méndez, Ortega y Lara (2016)	Principio en la formación profesional...	..como fundamento teórico de la formación del modo de actuación profesional pedagógico	el cual se expresa en una forma interdisciplinaria de pensar y de actuar.	
Jardaneh (2016)	Un proceso que consiste en la unión de un concepto definido de		varias ideas de más de una disciplina y la integración de estas, tanto subjetiva como objetivamente.	
Mendoza (2015)	Proceso didáctico	dirigido al acercamiento, cooperación e integración de la diversidad de saberes de	las diferentes disciplinas y ciencias hacia la unidad de estos que se expresa en el proceder físico - motor, psicopedagógico, y metodológico del profesional de la Cultura Física	en función de promover formas del pensar con independencia, creatividad e integralidad en el desempeño pedagógico.
Colina (2015)	...un proceso dinámico que busca proyectarse,	con base en la integración	de varias disciplinas a fin de que sus actividades no se produzcan en forma aislada y dispersa, fraccionada"	para lograr solucionar problemas del contexto educativo.
O'Brien (2013)	Un proceso de investigación	desarrollado a partir de un aporte integrado de	las distintas disciplinas contrastando paradigmas, combinado con participaciones de varios interesados.	
Bautista (2015)	Una oportunidad de retomar el camino de	la integración de conocimiento para avanzar hacia un el objetivo común de todas las instituciones educativas de		garantizar una educación incluyente, pertinente y de calidad.
Blanco (2011)	Concatenación de los procesos y fenómenos, lo diverso pero único.	Desde el punto de vista filosófico marxista, se trata de una expresión de la unidad material del mundo	en lo académico es un proceso basado en la correlación entre diversas disciplinas que mantienen su independencia	

En el Cuadro 2 se presentan aquellos elementos que son comunes al concepto interdisciplinariedad,

correspondientes a la noción de *Integración disciplinar*.

**Cuadro 2.** Elementos comunes en definiciones del concepto interdisciplinariedad. Con énfasis en la *Integración disciplinar*.

Autores	Proceso	Integración	Disciplinar	Solución a problemas complejos
Columbie, Quesada y Hernández (2017)		Un nivel de integración	disciplinar que es	el resultado de la cooperación e interacción entre disciplinas
Santos, Alfonso, Opizo, Orestes, Chaviano, García y Valdés (2017)		Encuentro y cooperación	de dos o más disciplinas para	enfrentar una determinada situación de aprendizaje, y así superar la visión parcial o parcelar de ellas.
Fragoso, Garcés, Molina, Caminero, Roque, Espinosa (2017)		Puntos de encuentro entre	dos o más disciplinas para	proyectar y ejecutar las acciones metodológicas que posibiliten la transformación deseada.
Dupuy y Hechavarria (2017)		El conjunto de nexos o vínculos de interrelación y de cooperación entre los objetivos, contenidos y métodos	de varias disciplinas, asumidas por el profesor para	fusionar los saberes de los estudiantes hasta conformar habilidades integradoras.
Vázquez, Victoria, Baldazo y Martínez (2016)		Puntos de encuentro y cooperación	de las disciplinas e incluso entre diferentes ciencias,	la influencia que ejercen unas sobre otras desde diferentes puntos de vista.
Navarro (2015)		Forma de cooperación y de intercambios	cuando existe coordinación entre varias materias que se complementan entre sí	y aportan un conocimiento profundo de éstas
Jacob (2015)		La integración	de dos o más disciplinas o campos de estudio	en relación con investigación; instrucción y programa.
Lodeiro (2013)		El segundo nivel de integración disciplinar, en el cual	la interacción entre disciplinas conlleva interacciones reales, es decir, una verdadera reciprocidad en los intercambios	y, por consiguiente, un enriquecimiento mutuo.
Koponen (2014)	Una herramienta utilizada por docentes para ayudar a sus estudiantes	en un profundo conocimiento, la considera como cualquier gran tema	relacionado con más de una disciplina	para revelar más perspectivas y puntos de vista cuando se está investigando en múltiples disciplinas.
Correa (2013)		La confirmación de un objeto teórico	entre dos o más ciencias previas que llevan a una nueva disciplina particular	o cuando se logra la aplicación, a un mismo objeto práctico de elementos teóricos de diferentes asignaturas

En el Cuadro 3 se describen los elementos comunes del concepto interdisciplinariedad, relacionados con la categoría de *Solución de problemas complejos*.

Por lo anterior, a partir de la gran cantidad de autores que han aportado su definición, se considera que se ha pasado de la multiplicación a la saturación

del concepto, lo que ha generado un considerable desconcierto terminológico como consecuencia de la cantidad de nociones y conceptos utilizados. Lo que demuestra la inexistencia de una definición consensuada, de este modo diferentes autores aportan definiciones que intentan explicar esta gran diversidad.

**Cuadro 3.** Elementos comunes en definiciones del concepto interdisciplinariedad. Que destacan la *Solución de problemas complejos*.

Autores	Proceso	Integración	Disciplinar	Solución de problemas complejos
<b>Dumancela y Feliciano (2017)</b>	La solución de problemas del contexto mediante la	Interacción, intercambio, colaboración	de leyes, teorías, hechos, conceptos y metodologías.	obteniendo como resultados aprendizajes significativos.
<b>Alonso y Mas (2017)</b>		Integración de conceptos de	Varias disciplinas para	solucionar problemas complejos
<b>Fragoso (2016)</b>	La posibilidad epistemológica que tiene como finalidad	la integración de distintos saberes	que pertenecen a campos de conocimiento diferentes que se vinculan dialógicamente	Para abordar problemas relativos a un objeto de conocimiento, no desde la particularidad sino desde la propia relación que se establece entre ellas.
<b>Fernández (2010)</b>	Proceso teórico-práctico interactivo crítico orientado a la utilización de habilidades cognitivo-emocionales	para cambiar perspectivas epistemológicas e integrar y sintetizar	conocimiento de diferentes disciplinas	para afrontar la complejidad del proceso de solución de los problemas reales.
<b>Gonzales (2015)</b>	Es insoslayable por	el aumento de la complejidad de los objetos de la investigación científica, la naturaleza altamente compleja y variable de la propia realidad	y las fronteras o zonas de "empalme" de varias ciencias, integración ciencia-tecnología-producción.	
<b>Scrigh (2011)</b>		Encuentro y cooperación entre dos o más disciplinas	donde cada una de ellas aporta sus esquemas conceptuales, formas de definir problemas y métodos de integración.	es decir, relaciones internas cognitivas, metodológicas dentro de una misma asignatura.

Definiciones que conciben el concepto como una dimensión con carácter de proceso en la formación profesional, que exige a los estudiantes nuevos modos de pensar y actuar, con una mentalidad reflexiva y creativa ante la diversidad de contenidos y conocimientos de las disciplinas en contacto, para encontrar soluciones alternativas a los problemas en el contexto de la profesión. Se evidencia un nuevo y más amplio enfoque sobre el tema, lo que sugiere un cambio metodológico que, a la luz de las actualizadas concepciones, propicie la enseñanza a partir de áreas afines en el contenido, entre las diferentes asignaturas que por sus naturalezas y objetivos tienen puntos de encuentro en el análisis de una determinada actividad, lo que enriquece la construcción del aprendizaje integrador y facilita en los estudiantes las habilidades de aprender a usar, crear y recrear el aprendizaje en la praxis de la actividad.

Con base en los cuadros anteriores, podemos enlazar las nociones descritas en las tres categorías y presentar un acercamiento a una definición propia del concepto de interdisciplinariedad, susceptible de ser trasladada al aula de tal forma que se refleje en procesos de planeación bajo la óptica interdisciplinaria, en prácticas educativas transformadas y transformadoras y en procesos de evaluación congruentes con un concepto articulador y vinculante.

La definición construida queda expresada de la siguiente forma

*La interdisciplinariedad es una filosofía de trabajo que se manifiesta en un **proceso** articulador y dinámico de **integración** de diversas **disciplinas** que genera una verdadera reciprocidad en las interacciones tendientes a lograr **soluciones a problemas reales y complejos** del contexto educativo y a superar la visión parcial o parcelar de ellos.*



- Blanco, O., L. Díaz y M. Cárdenas. 2011. El método científico y la interdisciplinariedad en el abordaje del Análisis de la Situación de Salud. *Educación Médica Superior* 25(2):29-39.
- Colina, S. y J. Eduardo. 2015. *Formación gerencial e interdisciplinaria para el fortalecimiento de la calidad deportiva en el desarrollo integral del estudiante de Educación Media General de la UE Colegio Teresiano Guacara-Estado Carabobo* (Master's thesis).
- Columbié, R. L., M. A. Quesada y S. F. Hernández. 2017. La teoría y la interdisciplinariedad en la formación de profesionales de la información en Cuba. *Revista PRISMA* (31).
- Correa, A. P. 2013. Modelo de estrategias interdisciplinarias para la carrera de administración de empresas y negocios en La Universidad Regional Autónoma de Los Andes.
- Dumancela, B. y S. Feliciano. 2017. *Análisis del desarrollo de competencias científicas para la enseñanza-aprendizaje de Química Inorgánica en los estudiantes del tercer semestre de la Carrera de Biología, Química y Laboratorio, Universidad Nacional de Chimborazo, periodo Abril-Agosto 2016* (Bachelor's thesis, Rbba, Unach 2017).
- Dupuy, O. C. y R. E. R. Hechavarria. 2017. Alternativa para la evaluación interdisciplinaria en la cultura física. *Revista Magazine de las Ciencias* 1(4):53-64.
- Fernández, L. 2010. Interdisciplinariedad en la construcción del conocimiento: ¿más allá de Bolonia? *Innovación Educativa* 20:157-166
- Fragoso, J. F., B. R. G. Garcés, A. M. M. Gómez, V. C. Chávez, L. R. Roque y I. E. Requesens. 2017. Una aproximación a la interdisciplinariedad desde la Filosofía. *Medisur* 15(1):56-62.
- Gallado, E. E. 2013. Competencia digital: revisión integradora de la literatura. *Revista de Ciencias de la Educación Academicus* 1(3):56-62.
- García, M. F. V. y J. A. C. Gómez. 2017. Creación teatral e interdisciplinariedad en la educación superior: hacia un proyecto formativo integrado en arte dramático. *Foro de Educación* 15(22).
- González, M. M., M. Perandones, G. A. Rodríguez y E. Le Barbier. 2015. Estrategias expresivas, interdisciplinariedad y convivencia desde la Educación Musical. <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/34858/6/301-MMARCELAetAll.pdf>
- Jacob, W. J. 2015. Interdisciplinary trends in higher education. *Palgrave Communications* 1.
- Jardaneh, S. 2016. Building a Foundation for Goal-Attainment and Problem-Solving in Interdisciplinary Studies: Reimagining Web-Based Core Curriculum through a Classical Lens.
- Koponen, H. 2014. Beyond Disciplines: An action research investigating how to plan, implement and reflect on an interdisciplinary unit with visual arts and physical education.
- Lenoir y Sauvé. 2013. «Interdisciplinariedad en educación: una síntesis de sus especificidades y actualización» *Interdisciplina* 1(1).
- Lodeiro, L. 2013. Elicitación y representación del conocimiento experto de profesores: la construcción de redes y comunidades de aprendizaje como componente y condición de las «buenas prácticas docentes.» Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10347/9254>
- Méndez, E. R. L., A. M. G. Ortega y M. C. Lara. 2016. La planificación y aplicación de tareas integradoras interdisciplinarias en el proceso de enseñanza-aprendizaje y su importancia para la formación interdisciplinaria de los profesores y estudiantes de las carreras pedagógicas de Ciencias Naturales. *Órbita Científica* 22(89).
- Mendoza-Díaz, J. E. 2015. Estrategia didáctica para la formación interdisciplinaria del Licenciado en Cultura Física. *Revista Podium* 10(1):34-51.
- Pérez, Y., L. Hernández y O. Mainegra. 2017. La gestión del Colectivo de Año para la formación integral del profesional de Cultura Física. *Revista Conrado* 12(56):60-65. Recuperado de <http://conrado.ucf.edu.cu/>
- Navarro Martínez, E. 2015. La Intertextualidad, Literatura y Bellas Artes en José Lucas: una investigación de enfoque analítico-semiótico. Departamento de Didáctica de la Lengua y la Literatura. Universidad de Murcia. Recuperado de: <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/45734>
- O'Brien, L., M. Marzano y R. M. White. 2013. 'Participatory interdisciplinarity': Towards the integration of disciplinary diversity with stakeholder engagement for new models of knowledge production. *Science and Public Policy* 40(1):51-61.
- Santos, R., A. Hidalgo, Q. Opizo, O. Orestes, O. Chaviano, I. García y J. R. Valdés Utrera. 2017. Trabajo metodológico: reclamo para lograr interdisciplinariedad desde el colectivo año de la carrera de Medicina. *Edumecentro* 9(1):175-189.
- Sosa, L. A. M., Y. V. Villazón y M. Y. A. Martínez. 2017. Guía metodológica para el diseño, ejecución y control de tareas docentes integradoras en Morfofisiología Humana. *Revista Finlay* 7(1):58-63.
- Srich, A. 2011. La educación de la convivencia laboral [CD-ROM]. Camagüey: Universidad de Ciencias Pedagógicas «José Martí».
- Vázquez, M. S., X. L. Vitoria, M. G. Baldazo y M. R. Martínez. 2016. Trabajando la integración interdisciplinar: Evaluación de una actividad puente entre dos asignaturas del Grado en Ciencias Ambientales. In *REDU. Revista de Docencia Universitaria* 14(1):245-260.
- Vieites, M. F. y J. A. Caride. 2017. Creación teatral e interdisciplinariedad en la educación superior: hacia un proyecto formativo integrado en arte dramático. *Foro de Educación* 15(22):1-28. doi: <http://dx.doi.org/10.14516/fde.5026>

---

Este artículo es citado así:

Almenares López, M., R. Marín Uribe, M. C. Soto Valenzuela e I. Guzmán Ibarra. 2019. Interdisciplinariedad: la necesidad de unificar un concepto. *TECNOCENCIA Chihuahua* 13(3):141-148. <https://doi.org/10.54167/tecnociencia.v13i3.477>

## Resumen curricular del autor y coautores

**MAIKEL ALMENARES LÓPEZ.** Terminó su licenciatura en 2005, año en que le fue otorgado el título de Licenciado en Ciencias de la Cultura Física por la Facultad de Ciencias de la Cultura Física Manuel Fajardo Rivero. Realizó su posgrado en Santiago de Cuba, donde obtuvo en 2011 el grado de Maestro en actividad física en la comunidad, y el grado de Doctor en Ciencias de la Cultura Física en 2019 por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Desde 2005 laboró en la facultad de Ciencias de la Cultura Física Manuel Fajardo Rivero de Santiago de Cuba y posee la categoría de Académico de asistente. Su área de especialización es la planificación del entrenamiento deportivo, terapéutico y fitness. Ha dirigido 7 tesis de licenciatura y 1 de maestría. Es autor de 7 artículos científicos, más de 7 ponencias en congresos internacionales; además, ha impartido 39 conferencias por invitación y ha dirigido 1 proyecto de investigación financiado por fuentes externas.

**RIGOBERTO MARÍN URIBE.** Mexicano. Doctor en Ciencias de la Educación, Profesor investigador de la Facultad de Ciencias de la Cultura Física de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. Ha escrito diversos libros, artículos y capítulos de libros sobre el tema de competencias. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Socio del Consejo Mexicano de Investigación Educativa y de la Sociedad Española de Pedagogía. Pertenecer a la Red Iberoamericana de Investigadores sobre Evaluación de la Docencia; Red Interuniversitaria Euroamericana de Investigación sobre Competencias Mediáticas para la Ciudadanía y coordina la Red para el Desarrollo y Evaluación de Competencias Académicas.

**ISABEL GUZMÁN IBARRA.** Mexicana. Doctora en Ciencias de la Educación, Profesora investigadora de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. Es responsable del Cuerpo Académico Consolidado: "Educación y Comunicación". Como líneas de investigación trabaja la formación de profesores, el desarrollo y evaluación de competencias y las prácticas educativas, en donde ha producido artículos, libros y capítulos de libros. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Pertenecer al Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE); a la Red Iberoamericana de Investigadores sobre Evaluación de la Docencia (RIIED); a la Sociedad Española de Pedagogía (SEP); a la Red Interuniversitaria Euroamericana de Investigación sobre Competencias Mediáticas para la Ciudadanía (AlfaMed) y coordina la Red para el Desarrollo y Evaluación de Competencias Académicas (REDECA).

**MA. CONCEPCIÓN SOTO VALENZUELA.** Doctora en Ciencias de la Cultura Física. Profesora-investigadora en la Universidad Autónoma de Chihuahua desde hace 11 años, coordinadora y catedrática del Doctorado en Ciencias de la Cultura Física de la Facultad de Ciencias de la Cultura Física. Autora de capítulos de libros y artículos científicos sobre el desarrollo y formación de competencias docentes. Directora de más de 70 tesis de nivel maestría y licenciatura. Egresada de la segunda generación de un Programa Nacional de Posgrados de Calidad-CONACYT en la Facultad de Ciencias de la Cultura Física de la UACH.

# Desarrollo de un instrumento para evaluar la empatía emocional en escolares mexicanos

Developing an instrument to assess emotional empathy in Mexican students

PEDRO BARRERA-VALDIVIA<sup>1</sup>, ROQUE V. MÉNDEZ<sup>2</sup>, MARIA CZYZEWSKA<sup>2</sup>,  
GERÓNIMO MENDOZA-MERAZ<sup>1</sup> Y AIXCHEL CORDERO-HIDALGO<sup>1,3</sup>

Recibido: Mayo 9, 2019

Aceptado: Agosto 18, 2019

## Resumen

La investigación tuvo como objetivo desarrollar la versión mexicana de la prueba de «*Mind in the Eyes*» de Baron-Cohen, la cual evalúa la capacidad para detectar emociones expresadas en los ojos, denominada empatía emocional. El estudio se realizó en tres etapas: a) se tradujeron al español las emociones incluidas en el test original, validando la equivalencia español-inglés mediante jueceo, traducción directa e inversa y contraste de imagen-palabra; b) se tomaron fotografías a un grupo de actrices y actores representando emociones y, c) se presentaron las imágenes correspondientes a cada emoción a un grupo de estudiantes (n = 48) para que seleccionaran la imagen que mejor representaba la emoción. Los resultados indican que la versión mexicana es mejor que la inglesa en un 21%, es similar en un 44% y es peor en un 35%. Con la prueba podremos detectar atipicidades, estudiar patrones cognitivos y determinar su correlación con resultados escolares.

**Palabras clave:** teoría de la mente, empatía emocional, prueba psicológica, escolares mexicanos.

## Abstract

The purpose of this research is to develop the Mexican version of the psychological test "Mind in the Eyes" of Baron-Cohen, it assesses the ability to detect emotions expressed in the eyes, called emotional empathy. The study was carried out in three stages: a) the emotions included in the original test were translated into Spanish, validating the Spanish-English equivalence by judging, direct and inverse translation and image-word contrast; b) photographs were taken of a group of actresses and actors representing emotions and, c) the images corresponding to each emotion were presented to a group of students (n = 48) to select the image that best represented the emotion. The results show that the Mexican version is better than the English one in 21%, it is similar in 44% and it is worse in 35%. With the test we can detect abnormalities, study cognitive patterns and determine their correlation with school results.

**Keywords:** theory of the mind, emotional empathy, psychological tests, Mexican students.

<sup>1</sup> UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA, FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS. RÚA DE LAS HUMANIDADES S/N CAMPUS UNIVERSITARIO 1. CHIHUAHUA, CHIH., MÉXICO. C. P. 31170. TEL. (614) 413-5450.

<sup>2</sup> TEXAS STATE UNIVERSITY, SAN MARCOS, UNITED STATES OF AMERICA.

<sup>3</sup> DIRECCIÓN ELECTRÓNICA DEL AUTOR DE CORRESPONDENCIA: ACORDERO@UACH.MX



## Introducción

Uno de los hallazgos fundamentales para la comprensión del comportamiento humano fue el descubrimiento de la facultad humana de aprender a través del otro. Cuando comprendemos las intenciones que tiene la persona en su comunicación, nos coloca en la posibilidad de reconocer que otras personas poseen la facultad de generar intenciones y sentimientos hacia objetos, independientemente de lo que uno mismo piensa sobre esos objetos.

Esta capacidad también nos permite crear posibilidades para anticipar los sucesos, lo cual reduce la incertidumbre al imaginar porqué sucede y qué se puede hacer para obtener tal o cual resultado. Premack y Woodruff (1978) estudiaron la posibilidad de que los chimpancés tuviesen la facultad de anticipar intenciones y denominaron teoría de la mente (ToM) a la habilidad para comprender y predecir la conducta de otras personas, así como a la predicción de sus conocimientos, intenciones y creencias.

Otro antecedente fundamental son las aportaciones de Gregory Bateson (1980), quien explicó que los perros podían detectar cuándo una lucha se trataba de un juego y cuándo se trataba una pelea. Sin embargo, fueron los estudios con humanos los que definieron con mayor precisión la ToM. Por ejemplo, Barkin *et al.* (1992), Leslie (1997), Damásio (2000), Blakemore y Decety (2001) y Gaschler (2007) documentaron que todas las personas poseen una teoría de las mentes ajenas, desde la cual surgen sus atribuciones acerca de las intenciones, pensamientos y emociones de los otros, lo cual es fundamental en los procesos de socialización.

Los estudios de Baron-Cohen *et al.* (2003) destacaron que la ToM se relaciona con la inteligencia emocional y social. En estas, se destacan capacidades tales como: ser conscientes, expresar las emociones propias, identificar los sentimientos de los otros, establecer relaciones interpersonales, regular los estados emocionales y solventar los problemas de naturaleza personal e interpersonal; todo lo cual hace posible la capacidad de interactuar con el entorno y generar emociones positivas que sirven como elementos automotivadores.

Con relación a los trastornos de autismo y síndrome de Asperger, Baron-Cohen (1998, 2005),

Baron-Cohen *et al.* (1985) y Baron-Cohen y Bolton (1998), entre otros, documentaron que los niños diagnosticados con autismo tienen una baja capacidad para especular acertadamente sobre las intenciones de los demás a partir de indicios cotidianos. Por ejemplo, en una prueba utilizada por estos autores, colocaban al niño A y al niño B frente a dos cajones cerrados. Posteriormente, el investigador colocaba una pelota en uno de los cajones y le pedía al niño B salir de la habitación. Posteriormente, cambiaba la pelota de cajón y lo cerraba. Después de esto, el investigador le preguntaba al niño A ¿En qué cajón piensas que tu compañero buscará la pelota cuando regrese? Los niños A, con autismo, solían decir que lo buscaría en el cajón en donde el investigador cambió la pelota. Es decir, no se colocaban en la perspectiva del niño B.

Se han documentado diversas herramientas para detectar rasgos autistas. Por ejemplo, Corzo y Díaz (1995) desarrollaron instrumentos prácticos para la detección del autismo, en el cual destacan características tales como: a) aunque el niño inicia a decir palabras, deja de hacerlo entre año y medio y dos años; b) parece que no escucha cuando se le habla; c) si quiere algo, toma la mano del adulto y lo guía sin hablarle; d) alta sensibilidad al ruido y texturas, selectivo con la comida y ruidoso; e) juega de manera repetitiva, mecánica y con pocas variantes y, f) tiene movimientos repetitivos, como balancearse o sacudir las manos.

De acuerdo con Astington (1998), Baron-Cohen (1995) y García García (2001, 2005), la facultad de conciencia sobre las emociones propias y las de los demás tienen importantes implicaciones educativas. La precisión para identificar los propios estados e identificar el estado de los otros es fundamental para dar respuesta a las exigencias de la interacción con el

ambiente. Anticipar situaciones problemáticas o ser precisos en las señales que indican avance o retroceso, puede ser una ventaja en el desarrollo evolutivo. Por lo tanto, es de fundamental importancia tener instrumentos con validez cultural que permitan precisión en la valoración de las capacidades para identificar emociones.

En el proyecto «la mente en la mirada», Baron-Cohen *et al.* (2001) reportaron un estudio en donde buscaban valorar la posibilidad de reconocer a personas con características de autismo mediante una prueba denominada «*Minds in the Eyes test*» (Prueba de la mente en la mirada), la cual se basa en la identificación de emociones con base en fotografías de la expresión de los ojos de hombres o mujeres. Los resultados mostraron diferencias individuales en la sensibilidad social al comparar muestras de adultos diagnosticados con síndrome de Asperger (AS) con altas características de autismo (HFA), y de individuos controles que formaban tres categorías: adultos de la comunidad que acudían a diversos servicios de la universidad, estudiantes en programas de graduados en la Universidad de Cambridge y adultos de la comunidad elegidos aleatoriamente.

Los resultados indicaron una correlación significativa negativa entre los sujetos AS y HFA en todas las submuestras. Esto sugirió que el instrumento fue sensible para detectar diferencias entre las personas que muestran características del espectro autista y la población en general.

A partir de esta investigación, se han hecho diversos trabajos en los que se ha fortalecido la hipótesis de la posibilidad que tiene la estrategia metodológica formulada por Baron-Cohen *et al.* Sin embargo, para utilizar este instrumento en el idioma español, es necesario llevar a cabo proyectos rigurosos que permitan establecer su equiparación, tanto en imágenes como en las palabras que se utilizan en las diferentes regiones en donde se habla el idioma. Uno de los trabajos destacados en el idioma español ha sido reportado por Román *et al.* (2012), en el cual establecieron los baremos del test de la mirada traducido para la población argentina, utilizando las imágenes originales.

En este trabajo se presenta uno de los estudios de la investigación para desarrollar la versión mexicana de la prueba de «*Mind in the Eyes*» de Baron-Cohen. Específicamente, se reporta la comparación entre las palabras e imágenes de la prueba original en inglés y las palabras e imágenes propuestas para México. Se busca lograr que las imágenes de México sean tan aceptables como las de la prueba inglesa.

## Materiales y métodos

La investigación incluyó tres momentos. En el primero, se realizó la equivalencia al español de las palabras correspondientes a la prueba original de Baron-Cohen, posteriormente, se tomaron fotografías de actores que representaron las emociones de la prueba y, finalmente, se aplicó una estrategia para estimar las imágenes que mejor representaban las emociones indicadas en la prueba.

### *Palabras de la prueba*

En esta primera fase del estudio, se eligieron las palabras que mejor definieran los términos del test original de Baron-Cohen; para ello, se procedió en etapas. En la primera, dos traductores bilingües pertenecientes al Departamento de Lengua Inglesa de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Autónoma de Chihuahua, tradujeron los términos originales al español (1-I-E). Posteriormente, se procedió a traducir las palabras del español al inglés (1-E-I). Las palabras que resultaron iguales se consideraron equivalentes.

En la segunda etapa, las palabras que no cumplieron con el criterio de igualdad en la traducción se separaron para un segundo análisis, en el cual se solicitó a los traductores que propusieran sinónimos en inglés para las palabras elegidas (2-E-Is). Las palabras en español que tuvieron un sinónimo que concordara con la original en inglés, se pasaron al conjunto de palabras equivalentes.

En la tercera etapa, se incluyeron las palabras que no habían cumplido los criterios de traducción. En esta fase, se les pidió a los traductores que ofrecieran sinónimos en inglés a cada palabra del test original (3-Is), posteriormente, se les solicitó que sugirieran la palabra en español que reflejara mejor el significado

**Cuadro 1.** Palabras originales en inglés y los dos momentos en el proceso de traducción al español.

Núm. Traducción Investigador 1 N = 80	Núm. Palabra Investigador 2 N = 45	Núm. Lámina Baron-Cohen N=37	Palabras en inglés	Traducción original 1-I-E, 1-E-I	Traducción final 2-E-Is, 3-Is, 3-Is-E
03	05	15	Accusing	Culpando	Culpando
18			Affectionate	Cariñoso	Afectuoso
45			Aghast	Horrorizado	Espantado
05			Alarmed	Alarmado	Alarmado
39			Amused	Divertido	Divertido
42			Annoyed	Enojado	Enojado
70	22	14	Anticipating	Anticipando	Anticipando
10			Anxious	Ansioso	Ansioso
13			Apologetic	Arrepentido	Apenado
14			Arrogant	Arrogante	Arrogante
11			Ashamed	Apenado	Avergonzado

de las palabras en inglés (3-Is-E). Los resultados finales se sometieron a una última revisión y se pidió a cada traductor, por separado, que hiciera la revisión final. Una vez obtenido el acuerdo, se procedió a integrar la versión final de la prueba en español. El Cuadro 1 es un ejemplo de las palabras originales y los dos momentos en el proceso de traducción al español.

#### *Imágenes de prueba*

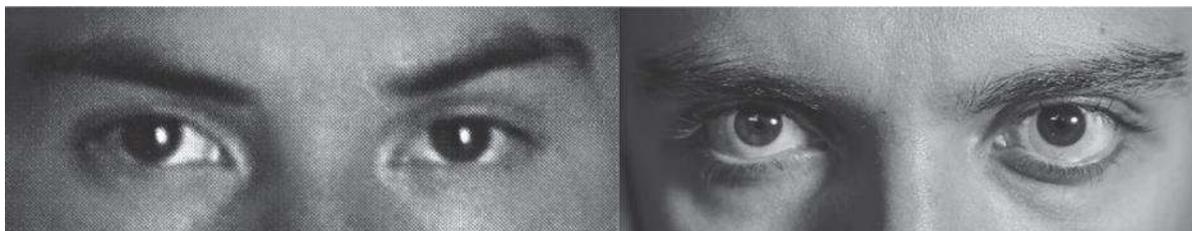
En esta etapa de la investigación se invitaron actrices y actores para representar diversas emociones, las cuales integraron las imágenes fotográficas del test. La toma de fotografías se llevó a cabo en el estudio de un fotógrafo profesional. Posteriormente, se procedió a editarlas de forma tal que mostraran la parte correspondiente a los ojos.

En la segunda etapa, se identificaron las mejores imágenes de cada expresión con la ayuda de jueces que eligieron de manera independiente las imágenes que representan mejor las respectivas emociones. Cada juez, individualmente, eligió las mejores caras en cada emoción por sexo, 30 de hombres y 30 de mujeres, en un total de 60 grupos de emociones. Cada persona registró su respuesta y controló la proyección de las imágenes. Al término de su tarea, elaboraba el registro de la fecha, hora y el tiempo para terminar la actividad.

En la tercera etapa, cada imagen mexicana fue aparejada con la inglesa en cada una de las expresiones emocionales. Como se indicó, esperábamos que las imágenes de México fueran tan aceptables como las de la prueba inglesa, para una muestra por conveniencia de 50 participantes, 25 hombres y 25 mujeres con edades entre 18 y 40 años, el criterio de número se consideró adecuado debido a que se utilizó un escenario en donde se requería que los participantes tuvieran oportunidad de observar las imágenes y registrar su respuesta en la hoja diseñada para este propósito. El número de participantes se consideró adecuado, toda vez que se trata de un estudio específico sobre las mismas muestras, de acuerdo con Morales (2012).

Las aplicaciones se realizaron en grupos de 10 en cada una. La comparación de las imágenes se realizó por medio de una presentación de diapositivas (n = 36), proyectando en una pantalla el nombre de la emoción y dos figuras aparejadas. La primera tomada del test original de Baron-Cohen, y la segunda, la imagen mexicana correspondiente. Cada proyección tenía una duración de 15 segundos y 10 más para culminar con la elección. Todas las imágenes eran del mismo tamaño y en blanco y negro. La respuesta consistió en elegir cuál de las imágenes era la que mejor correspondía a la emoción que señalaba la palabra. En la Figura 1 se observa un ejemplo:

**Figura 1.** Las fotografías muestran la expresión para el término «desafiante». La de la izquierda fue tomada de la prueba de Baron-Cohen y la de la derecha corresponde a los autores de este trabajo.



## Resultados

Se analizaron las elecciones de los participantes ( $n = 50$ ) en cada una de las 36 diapositivas, y se calcularon los valores que representarían el promedio de elecciones entre: 1 = la imagen de Baron-Cohen es la mejor y 2 = la imagen mexicana es la mejor. Los valores cuantiles fueron los siguientes: e) Q3 (1.8), la imagen mexicana es mejor; entre Q2 y Q3, ambas versiones son aceptables; y d) Q (1.3), la versión inglesa es mejor.

El análisis descriptivo indica que el 21% de las imágenes mexicanas fueron las mejores en comparación con las de Baron-Cohen ( $n = 7$ ), el 44% de las imágenes resultaron equivalentes en calidad entre la versión inglesa y la mexicana ( $n=15$ ) y el 35% muestra que hay 12 imágenes inglesas que fueron mejores que las de la versión mexicana. En el Cuadro 2 se muestran los valores medios y su desviación estándar.

## Discusión

Las aportaciones en el área de la empatía emocional, y particularmente en su detección a través de la prueba de empatía emocional de Baron-Cohen, ofrecen una herramienta teórica e instrumental sólida en diversos contextos culturales. Si bien existen habilidades universales en el reconocimiento de emociones, los estudios muestran que los individuos son mejores para reconocer las emociones de los miembros de su propia cultura que los individuos de otras culturas (Elfenbein y Ambady, 2003a; Adams *et al.*, 2015). Por ejemplo, los estadounidenses son mejores que los no estadounidenses (japoneses y africanos) para identificar las emociones en los estadounidenses (Izard, 1971), aunque la eficacia en

**Cuadro 2.** Puntuación media en la comparación de la imagen original vs la imagen mexicana.

	N	Media	Desv. típica
P36 Nervioso	50	1.90	.303
p01 Paniqueado	50	1.80	.404
P24 Desafiante	50	1.80	.404
p25 Pensativo	50	1.80	.404
P35 Desconfiado	50	1.80	.404
P02 Juguetón	50	1.80	.404
P11 Precavido	50	1.70	.463
P12 Apesadumbrado	50	1.70	.463
P30 Reflexivo	50	1.70	.463
P07 Fantaseando	50	1.60	.495
P06 Preocupado	50	1.60	.495
P10 Ensimismado	50	1.60	.495
P14 Anticipando	50	1.60	.495
P18 Dudoso	50	1.50	.505
P33 Serio	50	1.50	.505
P08 Inquieto	50	1.50	.505
P15 Culpando	50	1.50	.505
P17 Considerando	50	1.50	.505
P05 Insistente	50	1.40	.495
P27 Hostil	50	1.40	.495
P29 Interesado	50	1.40	.495
p13 Escéptico	50	1.30	.463
p21 Amigable	50	1.30	.463
p04 Deseo	50	1.20	.404
p09 Abatido	50	1.20	.404
p20 Tanteando	50	1.20	.404
p32 Confiado	50	1.20	.404
p37 Malpensado	50	1.20	.404
p16 Meditabundo	50	1.10	.303
p26 Interesado	50	1.10	.303
p31 Coqueteando	50	1.10	.303
P03 Alterado	50	2.00	.452
p19 Decidido	50	1.00	.287

*Nota:* Los valores representan el promedio de elecciones entre 1 = la imagen de Baron-Cohen es la mejor y 2 = la imagen mexicana es la mejor. Los valores cuantiles son los siguientes: e) Q3 (1.8), imagen mexicana es mejor; entre Q2 y Q3, ambas versiones son aceptables; y d) Q (1.3), la versión inglesa es mejor.

el reconocimiento emocional mejora con la exposición cultural (Elfenbein y Ambady, 2003b). Los sesgos en el reconocimiento de emociones pueden estar influenciados por normas culturales en la expresión emocional (Elfenbein y Ambady, 2002; Bhugra y McKensie, 2003), con algunas culturas moderando o permitiendo exhibiciones emocionales más extremas (Vellente *et al.*, 2013). Dadas estas diferencias culturales y los sesgos de respuesta a caras culturalmente similares, el instrumento original puede carecer de sensibilidad para su uso con poblaciones diversas, y se necesita un nuevo instrumento para los hispanos.

El proyecto en el cual se incorpora este trabajo, pretende construir alternativas que puedan utilizarse con solvencia en las poblaciones de habla hispana en los Estados Unidos y en México.

Los datos que hemos presentado significan un avance en el desarrollo de un instrumento con validez cultural en cuanto a los términos de las emociones y en las imágenes de las expresiones concomitantes. Sin embargo, los datos presentados sugieren que la prueba es favorable en un 65% al comparar sus imágenes con la versión inglesa. Por ello, se requiere continuar para solventar aquellas imágenes que aún no tienen la solidez inequívoca para discriminar con exactitud nueve de las emociones que integran la prueba original de Baron-Cohen.

De hecho, el desarrollo de una medida para una población hispana puede ser una herramienta útil para ayudar a diagnosticar los déficits o aumentar la sensibilidad en el reconocimiento de emociones para una serie de condiciones. Por ejemplo, se ha encontrado una menor precisión en el reconocimiento de emociones en grupos deprimidos en comparación con grupos no deprimidos (Lee *et al.*, 2005; Dalili *et al.*, 2014). Además, las personas con esquizofrenia con un funcionamiento social deficiente muestran graves deficiencias en el reconocimiento de emociones (Meyer y Kurtz, 2009). Y, aunque los estudios sobre ansiedad social han sido mixtos (Simonian *et al.*, 2001; Mullins y Duke, 2004), se ha observado que las personas con ansiedad social toman más tiempo en reconocer las emociones (Silvia *et al.*, 2006). Los niños maltratados también muestran déficits (Pears y Fisher, 2005). Estos déficits

parecen persistir en la edad adulta entre las mujeres con trastornos de estrés postraumáticos vinculados al abuso infantil (Nazarov *et al.*, 2014). Más recientemente, la alexitimia, una afección caracterizada por una dificultad para describir y distinguir los propios sentimientos, también se ha relacionado con un peor reconocimiento de las emociones (Montebarocci *et al.*, 2011; Oakley 2016). Por el contrario, los estudios han notado una mayor sensibilidad en aquellos con Trastorno Límite de Personalidad (Frick *et al.*, 2012). Esta mayor discriminación compensa en un contexto de relaciones interpersonales deterioradas. Por lo tanto, son muchos los usos de un instrumento más sensible que puede detectar con precisión las deficiencias o la sensibilidad aumentada.

Los resultados sugieren que es plausible ampliar la investigación con muestras específicas a fin de asegurar su valor para detectar en forma primaria atipicidades clínicas, tales como el autismo o sus variantes, como el síndrome de Asperger, así como otras condiciones. Además, establecer la posibilidad de caracterizar particularidades culturales y comparaciones transculturales, entre otros.

La empatía emocional implica la capacidad para comprender y sentir los pensamientos y las emociones de las demás personas. En el ámbito escolar, esta capacidad posibilita a los alumnos a tener conciencia sobre las disposiciones de sus compañeros, lo cual les permite socializar y establecer vínculos de colaboración.

Cuando los maestros plantean situaciones didácticas basadas en la interacción colaborativa, la capacidad de empatía juega un papel preponderante, ya que permite al individuo ser sensible a los pensamientos y emociones de las demás personas, lo cual favorece la cooperación y ayuda mutua en las tareas escolares.

Los resultados de este trabajo muestran un instrumento plausible para que el maestro conozca, de manera válida y confiable, la capacidad de empatía emocional entre sus alumnos.

## Referencias

- ADAMS JR., R.B., Rule, N.O., Franklin Jr. R.G., Wang, E., Stevenson, M.T., Yoshikawa, S., Nomura, M., Sato, W., Kveraga, K., Ambady, N. 2009. Cross cultural Reading mind in the eyes: An fMRI investigation. *Journal of Cognitive Neuroscience* 22:97-108.

- ASTINGTON, J.W. El descubrimiento infantil de la mente, Madrid: Morata, 1998.
- BAR-ON R., Tranel, D., Denburg, N.L. & Bechara, A. Exploring the neurological substrate of emotional and social intelligence, *Brain* 126(8).
- BARKIW, J., Cosmides, L. & Tooby, J. The Adapted Mind: Evolutionary Psychology and the generation of culture, New York: Oxford University Press, 1992.
- BARON-COHEN, S. Mindblindness: An essay on autism and theory of mind, Boston: MIT Press Bradford Books, 1995.
- BARON-COHEN, S. 1998. ¿Son los niños autistas mejores físicos que psicólogos? *Infancia y Aprendizaje* 21(84).
- BARON-COHEN, S. La gran diferencia: cómo son realmente los cerebros de hombres y mujeres, Barcelona: Amat, 2005.
- BARON-COHEN, S., Leslie, A. & Frith, U. 1985. Does the autistic child have a "Theory of Mind"? *Cognition* 21(1).
- BARON-COHEN, S., Wheelwright, S. & Jolliffe, T. 1997. Is there a "language of the eyes"? Evidence from normal adults and adults with autism or Asperger syndrome, *Visual Cognition* 4(3).
- BARON-COHEN, S., Wheelwright, S., Hill, J., Raste, Y. & Plumb, I. 2001. The "Reading the Mind in the Eyes" Test Revised Version: A Study with Normal Adults, and Adults with Asperger Syndrome or High-functioning Autism, *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines* 42(2).
- BARON-COHEN, S. & Bolton, P. Autismo, Madrid: Alianza, 1998.
- BATESON, G. Pasos hacia una ecología de la mente, Madrid: Lumen, 1980.
- BHUGRA, D., & McKenzie, K. 2003. Expressed emotion across cultures. *Advances in Psychiatric Treatment* 9:342-348.
- BLAKEMORE, S. & Decety, J. 2001. From the perception of action to the understanding of intention, *Nature Reviews. Neuroscience* 2(8).
- CORZO, R.M. & Díaz, T.E. Filtro para la detección del autismo, consultada por Internet el 28 de 09 del 2016. Dirección de Internet: [http://www.incluyeme.org/Filtro\\_Autismo/filtro-autismo](http://www.incluyeme.org/Filtro_Autismo/filtro-autismo).
- DALILI, M.N., Penton-Voak, I.S., Harmer, C.J., Munafo, M.R. 2014. Meta-analysis of emotion recognition deficits in major depressive disorder. *Psychological Medicine* 45:1135-1144.
- DAMÁSIO, A. The feeling of what happens: Body and emotion in the making of consciousness, New York: Harcourt Brace, 2000.
- ELFENBEIN, H.A. & Ambady, N. 2002. On the universality and cultural specificity on emotion recognition: A meta analysis. *Psychological Bulletin* 128:203-235.
- ELFENBEIN, H.A. & Ambady, N. 2003a. Universals and cultural differences in recognizing emotions. *Current Directions in Psychological Science* 12:159-164.
- ELFENBEIN, H.A. & Ambady, N. 2003b. When familiarity breeds accuracy: Cultural exposure and facial emotion recognition. *Journal of Personality and Social Psychology* 85:276-290.
- FRICK, C., Lang, S., Kotchoubey, B., Sieswerda, S., Dinu-Biringer, R., Berger, M., Vesper, S., Essig, M. Barnow, S. 2012. Hypersensitivity in borderline personality disorder during mindreading. *PLoS one* 7:1-8.
- GARCÍA GARCÍA, E. Mente y cerebro, Madrid: Síntesis, 2001.
- GARCÍA GARCÍA, E. Teoría de la mente y desarrollo de las inteligencias, Educación Desarrollo y Diversidad, Vol. 8, No. 1, 2005.
- GASCHLER, K. 2007. El descubrimiento del otro, *Mente y Cerebro* 23.
- IZARD, C.E. 1971. The face of emotion. New York: Appleton Century Croft.
- LEE, L., Harkness, K.L., Sabbagh, M.A., Jacobson, J.A. 2004. Mental state decoding abilities in clinical depression. *Journal of Affective Disorders* 86:247-258.
- LESLIE, A. 1997. Pretense and representation: The origins of Theory of Mind, *Psychological Review* 94(4).
- MEYER, M. B., & Kurtz. M. M. 2009. Elementary neurocognitive function, facial affect recognition and social-skills in schizophrenia. *Schizophrenia Research* 110(1-3):173-179.
- MONTEBARROCCI, O., Surcinelli, P., Rossi, N., Baldaro, B. 2011. Alexithymia, Verbal ability and emotion recognition. *Psychiatry Quarterly* 82:245-252.
- MULLINS, D. T., & Duke, M. P. 2004. Effects of Social anxiety on nonverbal accuracy and response time 1: Facial expression. *Journal of Nonverbal Behavior* 28(1):3-33.
- NAZAROV, A., Frewen, P., Parlar, M. Oremus, C., MacQueen, G., McKinnon, M., Lanius, R. 2014. *ACTA Psychiatrica Scandinavica* 129:193-201.
- OAKLEY, B.F., Bird, G., Brewer, R., Catmur, C. 2016. Theory of mind is not theory of emotion: A cautionary note on the reading the mind in the eyes test. *Journal of Abnormal Psychology* 125:818-823.
- MORALES, V.P. 2011. Tamaño necesario de la muestra: ¿Cuántos sujetos necesitamos? Recuperado de <http://www.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Tama%F1oMuestra.pdf>
- PEARS, K., & Fisher, P.A. 2005. Emotion understanding and theory of mind among maltreated children in foster care: Evidence of deficits. *Development and Psychopathology* 17:46-65.
- PREMACK, D. & Woodruff G. Does chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences* 1(4):1978.
- ROMÁN, N., Rojas, G. & Román, N. Et al. 2012. Baremos del test de la mirada en español en adultos normales de Buenos Aires, *Neuropsicología Latinoamericana* 4(3).
- SILVIA, P.J. Allan, W.D. Beauchamp, D.L., Maschauer, E.L., & Workman, J.O. 2006. *Journal of Social and Clinical Psychology* 25:585-602.
- SIMONIAN, S. J., Beidel, D. C., Turner, S. M., Burkes, J. L., & Long, J. H. 2001. Recognition of facial affect by children and adolescents diagnosed with social phobia. *Child Psychiatry and Human Development* 32:137-145.
- VELLANTE, M., Baron-Cohen, S., Melis, M., Marrone, M., Petretto, D.R., Masala, C., & Preti, A. 2013. The Reading the Mind in the Eyes test: Systematic review of psychometric properties and a validation study in Italy. *Cognitive Neuropsychiatry* 18:326-354. 

Este artículo es citado así:

Barrera-Valdivia, P., R. V. Méndez, M. Czyzewska, G. Mendoza-Meraz y A. Cordero-Hidalgo. 2019. Desarrollo de un instrumento para evaluar la empatía emocional en escolares mexicanos. <https://doi.org/10.54167/tecnociencia.v13i3.473>

## Resumen curricular del autor y coautores

**PEDRO BARRERA VALDIVIA.** Doctor en psicología por la Universidad Nacional Autónoma de México y profesor de tiempo completo en la categoría de titular C en la Universidad Autónoma de Chihuahua. Su línea de investigación se enfoca en el estudio de comportamientos humanos que obstaculizan el desarrollo y la exploración de interacciones efectivas que impulsan el bienestar y logro en contextos educativos. Los temas de su trabajo refieren a procesos, tales como malestar subjetivo, reencuadre cognoscitivo, formas de afrontamiento y la teoría de la emoción construida. Ha dirigido tesis de licenciatura, maestría y doctorado. Asimismo, ha sido evaluador de proyectos de investigación del CONACYT (Fondos institucionales, mixtos y sectoriales). Es miembro del Cuerpo Académico Consolidado UACH-CA-108 Investigación Psicológica y Sociológica en Educación y miembro asociado de la American Psychological Association (APA) desde 1995.

**ROQUE V. MÉNDEZ.** Recibió sus títulos universitarios en psicología en la Universidad de Texas en Austin, en 1978 (B.A.) y 1985 (Ph.D.). Recibió una beca Fulbright de la United States Information Agency para enseñar en la Escuela Libre de Psicología en Chihuahua, México en 1985 y 1986. Luego recibió una beca posdoctoral para estudiar en la Universidad de Harvard en 1987 y 1988. Es profesor de psicología en la Universidad Estatal de Texas. En términos generales, sus intereses de investigación son en psicología social, de la personalidad y de la salud. Específicamente, investiga cómo los factores sociales influyen en las decisiones de salud personal y la adhesión a los consejos médicos. Actualmente, su investigación trata sobre estados psicológicos que perjudican o facilitan en el reconocimiento de emociones en otros. Ha supervisado 17 tesis de maestría, y ha servido en 22 tesis de maestría y 8 tesis doctorales. Tiene treinta publicaciones, dos capítulos de libros y setenta ponencias de conferencias. Es miembro del consejo editorial de las revistas *Acta de Investigación Psicológica*, *Revista de Psicología Social y Personalidad* y *European Scientific Journal*. Es profesor honorario de estudios internacionales en la Universidad Estatal de Texas.

**MARIA CZYZEWSKA.** Es profesora de psicología en la Universidad Estatal de Texas. Recibió su doctorado en 1986 de la Universidad de Varsovia, Polonia. En 1987-88, fue profesora asistente visitante en el Departamento de Psicología de la Universidad de California, Santa Bárbara y el siguiente año se unió al departamento de psicología de la Universidad de Southwest Texas (actualmente Universidad Estatal de Texas). Su interés de investigación es en el área de cognición social y psicología intercultural. Su trabajo académico en estos campos incluye numerosos capítulos de libros, artículos de revistas y presentaciones en conferencias. Ha participado en la promoción de la educación global al servir como profesora visitante en Polonia y México, como docente de programas de estudios en el extranjero en Gran Bretaña y directora de programas académicos de estudios en el extranjero en Grecia.

**GERÓNIMO MENDOZA MERAZ.** Licenciado en Psicología por la UNAM, Maestría en Psicología Educativa por la Western Kentucky University y candidato a Doctor en Innovación Educativa por el ITESM. Es profesor de tiempo completo en el Posgrado de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Coordinador del Doctorado en Educación, Artes y Humanidades. Tiene Reconocimiento Perfil PRODEP y es líder del Cuerpo Académico Consolidado UACH CA-108 Investigación Psicológica y Sociológica en Educación. Es Miembro Internacional de la American Educational Research Association (AERA), de la British Psychology Association (BPS) y de la American Psychology Association (APA). La línea de investigación que promueve es sobre Procesos, Concepciones y Enfoques de Aprendizaje, así como Cambio Conceptual en ambientes Educativos.

**AIXCHEL CORDERO-HIDALGO.** Doctora en Periodismo Cultural por la Universidad de Sevilla, España, una maestría en Negocios por la Grenoble Ecole de Management en Francia. Ha recibido algunas distinciones como ser Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (México). Es Profesora de tiempo completo categoría titular C de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. Tiene Reconocimiento Perfil PRODEP y es miembro del Cuerpo Académico Consolidado UACH CA-108. Es autor de varias publicaciones en revistas en Scopus, varios capítulos de libro, entre ellos uno publicado por la Universidad de las Naciones Unidas. Ha presentado varias conferencias. Participó como miembro del grupo de investigación de la Universidad de España "Géneros Audiovisuales e Imágenes EGAUDIM". Becaria del Programa de Movilidad Académica de la Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrado. Su interés de investigación es en Procesos y Sujetos de la educación.

# La investigación cualitativa como elemento constitutivo en la construcción del conocimiento para las ciencias administrativas

Qualitative research as a constituent element in the construction of knowledge for management sciences

ARGENIS IVÁN MEJÍA-CHAVARRÍA<sup>1,2</sup>

Recibido: Mayo 21, 2019

Aceptado: Septiembre 5, 2019

## Resumen

Usualmente, la investigación y su contexto ha sido considerada por autores como Sautu *et al.* (2005) como un paradigma, esto alude al modelo conceptual del que derivan diversas decisiones que determinan el procedimiento mediante el cual se abordará un problema, este paradigma puede ser considerado como el método que determinará el enfoque para la cimentación de categorías analíticas y de las relaciones que se pretenden instaurar. Es preciso mencionar que los paradigmas no se refieren a teorías sino a formas de pensar y entender el contexto en función de una metodología adoptada para efectuar alguna investigación, en este sentido es conveniente mencionar que toda investigación utiliza diferentes estrategias metodológicas pertinentes para el entorno y esquema conceptual en el que se sustenta. El objetivo de este artículo se enfoca en delimitar la importancia metodológica del caso de estudio en el desarrollo de una investigación de carácter cualitativo, justificando su utilización y aplicación. También se analizará la pertinencia de la aplicación del caso de estudio en la solución del problema que derivan de la interacción humana en las organizaciones e instituciones y sus implicaciones metodológicas.

**Palabras clave:** caso de estudio, investigación cualitativa, método.

## Abstract

The research and its context has been considered by authors like Sautu, *et al.* (2005), as a paradigm. This alludes to the conceptual model in which various decisions that determine the procedure through which a problem will be addressed. This paradigm can be considered as the method that Willem determine the approach for the foundation of analytical categories and the relationships that are intended to establish. It is necessary to mention that the paradigms do not refer to theories but the ways of thinking and understanding the context based on a methodology adopted to carry out some research. In this sense it is worth mentioning that all research uses different methodological strategies relevant to the environment and conceptual scheme in which it is sustained. The aim of this article is to delimit the methodological importance of the case study in the development of a qualitative research as well as to justify its use and application. The relevance of the application of the case study in solving the problem deriving from the interaction of the individuals in organizations and institutions and their methodological implications will also be analyzed.

**Keywords:** case study, qualitative research, method.

<sup>1</sup> UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN. DEPARTAMENTO: CIENCIAS ADMINISTRATIVAS. CARRETERA CUAUTITLÁN-TEOLOYUCAN KM. 2.5, INDUSTRIAL XHALA, 54714 CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO.

<sup>2</sup> DIRECCIÓN ELECTRÓNICA DEL AUTOR DE CORRESPONDENCIA: ACADEMICOARGENIS@COMUNIDAD.UNAM.MX



## Introducción

**E**l interés por descubrir la senda por la que habrá de transitar en la investigación de las ciencias administrativas responde de manera primigenia a la disyuntiva entre las distintas metodologías existentes, las cuales, a lo largo de los años, han sido defendidas o soslayadas.

Uno de los problemas a los que nos enfrentamos los investigadores de las ciencias sociales y administrativas es la elección de la metodología para la construcción de conocimiento, ya que los datos e información son tan flexibles que pueden encuadrarse en la metodología cualitativa o cuantitativa.

En el presente artículo se realizó una búsqueda documental y la revisión de investigaciones científicas que permiten develar algunos aspectos propios de la investigación cualitativa, su importancia, sus instrumentos, la validez y algunos métodos como la etnografía y los casos de estudio.

Como primer paso, se buscaron investigaciones que analizan desde la metodología cualitativa la investigación en las ciencias de la administración, así como los instrumentos utilizados por esta, su importancia y características.

Adicionalmente, en la búsqueda de datos se utilizaron palabras para localizar la información (investigación, ciencias de la administración, investigación cualitativa, investigación cuantitativa y caso de estudio), logrando identificar 22 artículos científicos, 12 libros y un blog vinculados con el tema de investigación cualitativa y caso de estudio.

Asimismo, se utilizó la lectura referente a investigación con estudios de caso de Stake (1995), proporcionada en el programa de doctorado en administración de la Universidad Intercontinental, mediante el seminario de contrastación empírica.

La consulta de información se efectuó en bases de datos como Google académico, Yahoo académico, Elsevier, EBSCO host y Redalyc, entre otras, de acuerdo con los criterios de selección ya mencionados.

Finalmente, para la integración de la información se analizaron los siguientes temas:

Investigación en las ciencias de la administración, en la que se da cuenta de los mitos y confusiones sobre

la originalidad de la investigación en las ciencias de la administración, mencionando la postura de la solución de problemas en el campo de la administración; también se devela la ventaja que existe entre quienes por naturaleza tienen formación en las ciencias experimentales (química, matemáticas, física) versus quienes estudiamos una licenciatura que deriva de las ciencias sociales y administrativas (administración, sociología, pedagogía).

Enseguida, se hace referencia al método, el cual se plasma este como camino a seguir mediante un conjunto de postulados, reglas y normas institucionalizadas que jerarquiza, ordena y regula un proceso que conlleva a la recolección y sistematización de la información en función del problema de investigación; asimismo, se hace referencia al método cualitativo y al método cuantitativo, sin embargo, debido al objetivo de este artículo nos adentramos en la senda metodológica cualitativa.

Posteriormente se menciona al método cualitativo apoyado por autores como Stake (1995), mencionando que este método busca aprehender los hechos sociales y comprender las interacciones humanas en instituciones y organizaciones.

Más adelante, se da cuenta de las características de la investigación cualitativa y se elabora un mapa conceptual en un programa denominado *lucidchart*, en el que se manifiesta que esta investigación es inductiva, entiende el contexto de las personas, es sensible, objetiva, humanista, flexible y permite valorizar a los objetos de estudio.

Una vez que se dio cuenta de las características de la investigación cualitativa, se develan los instrumentos que utiliza esta senda de investigación, los cuales, Sautu *et al.* (2005) refieren que son etnografía, análisis cultural, estudio de casos, análisis biográfico, análisis de conversaciones y grupos focales.

Asimismo, se menciona el instrumento de etnografía, el cual se erige como un instrumento descriptivo de las costumbres de los sujetos y pueblos; para adentrarnos a los casos de estudio que son una metodología que permite conocer una realidad mediante el acercamiento a un contexto social.

Posteriormente, se dan a conocer algunas técnicas para la ejecución de casos de estudios, como ejemplo la entrevista, la encuesta, la observación participante y los grupos focales; también se hace referencia a las características del caso de estudio y, por último, se pretende mostrar la relevancia de los casos de estudio y la validez de este.

## 1. La investigación en las ciencias de la administración

Existen muchos mitos y confusiones en la comunidad académica sobre la originalidad de la investigación en el campo de la administración, estas confusiones se deben, como dice Ríos (2013), al hecho de la propia naturaleza de la administración, la cual se orienta a la solución de problemas prácticos en las organizaciones, ya que quienes practicamos esta profesión no hemos sido formados adecuadamente en la metodología de la ciencia.

En este sentido, y apoyado por Ríos (2013), para quienes primero estudian una licenciatura en alguna disciplina administrativa, los profesionistas egresados de las ciencias naturales les aventajan porque a ellos les enseñaron a generar conocimientos mediante la senda de la investigación científica.

A lo largo de los años, diversos investigadores han aportado teorías con el objetivo de que las investigaciones en las ciencias administrativas sean consideradas como científicas, sin embargo, aún se debate entre los métodos más apropiados para investigar este paradigma.

En este contexto, la metodología de la investigación en las ciencias de la administración es de utilidad en la validación científica y en la estructuración del pensamiento en aras de llegar a un objetivo mediante una serie de procedimientos basados en el método científico, por lo que Wrightsman y Cook (1980), citados por Pulido (2015), manifiestan que el saber científico se refiere a un

conocimiento bajo condiciones de incertidumbre, basado en la aplicación de un método como medio para resolver los problemas planteados por el investigador.

## 2. Metodología

La metodología es importante porque a través de ella el investigador determinará las estrategias que utilizará para conseguir el objetivo de su investigación, Briones (2011), propone las siguientes opciones de estrategias principales por emplear: a) Diseño experimental; b) Diseño cuasiexperimental y c) Diseño no experimental.

Por otra parte, el investigador debe especificar diversas tareas que comprende la investigación, las cuales Briones (2011), enmarca de la siguiente manera:

- a) Población en la cual se realizará la investigación.
- b) Tipo y tamaño de la muestra que se utilizará, si procede.
- c) Elaboración y descripción de los instrumentos que se utilizarán.
- d) Elaboración y descripción de los instrumentos que se utilizarán para recoger la información.
- e) Procedimientos para el procesamiento de la información.
- f) Técnicas para el análisis de datos.

En la búsqueda del conocimiento existen diversos pensamientos sobre las metodologías adecuadas para obtenerlo, algunos de ellos relacionados con lo denominado positivismo y otros con el naturalismo, lo que ha repercutido en que exista una polarización entre dos métodos principales; en este sentido, Cook (1979), citado por Cadena *et al.* (2017), señala que existen dos metodologías para hacer investigación: la cuantitativa y la cualitativa.

Estas metodologías se refieren a los procedimientos que se utilizan para alcanzar objetivos fundamentados en la investigación científica, refieren Bonilla y Rodríguez (2013), dicen que «uno de los aspectos más candentes del dilema de los métodos se relaciona con la comprensión de las dimensiones cuantitativas y cualitativas de la realidad social y con el estatus científico de los métodos cualitativos».

Actualmente, la investigación científica puede ejecutarse mediante estas dos metodologías, sin embargo, ambas metodologías pueden formar parte de una misma investigación, esto se denomina metodología mixta o combinada.

Se dice que existe una confrontación entre quienes aplican la metodología cualitativa contra los que aplican la metodología cuantitativa y viceversa, sin embargo, Cadena *et al.* (2007) manifiestan que tal oposición es una falsa disputa, refiriendo que estas se complementan en términos de igualdad ya que la contrastación y verificación para probar la validez de las investigaciones deben ser propuestas por los investigadores, sin soslayar ninguna metodología; en este sentido, Bernal (2016: p.98) refiere que *«no hay supremacía de un método o enfoque respecto a otro, sino que cada uno tiene sus propias fortalezas y debilidades. La tendencia en la ciencia actual es la complementación de los métodos»*.

Lo cierto es que cada método tiene sus propias técnicas y herramientas que se adecuan a la naturaleza de sus propias investigaciones, sin embargo, aunque cada metodología se sustenta en diferentes supuestos, teniendo su propia normatividad, no son métodos mutuamente excluyentes y ambos se complementan.

### 3. El método

Existe una clara diferencia entre lo que implica método y metodología, en este apartado nos enfocaremos al método. Martínez (2012) refiere que *«la palabra método deriva de dos voces griegas: meta (hacia, a través de) y odos (camino), por lo que su definición etimológica puede ser camino a través del cual se alcanza un fin»*, sin embargo, al aproximarnos al quehacer científico nos es demandado otro tipo de conceptos más que una concepción etimológica.

Por lo cual, en función de la definición etimológica, Kuhn (1970), citado por Bonilla y Rodríguez (2013), dice que el método se traduce en un conjunto de postulados, reglas y normas que son institucionalizadas; sin embargo, Bonilla y Rodríguez (2013) dicen que el método científico jerarquiza, ordena y regula un proceso objetivo que conlleva a la mecanización y complementan aseverando que los métodos de investigación científica han caído en un mecanicismo infértil.

Por su parte, Ander (1995: p. 41), citado por Pulido (2015), manifiesta que es el camino que seguir mediante una secuencia de operaciones, reglas y procedimientos fijados de manera voluntaria y reflexiva para alcanzar un determinado fin ya sea material o conceptual.

Asimismo, Bonilla y Rodríguez (2013) dicen que la mecanización de los procesos de investigación en las ciencias sociales ha llevado a que los marcos teóricos de los cuales se deducen las hipótesis sean aceptados de manera acrítica y ahistórica, por lo que se podría considerar que el método es lo más importante, sin embargo, en las ciencias de la administración, este debe llevar en si un conjunto de postulados, reglas y normas institucionalizadas, sin olvidar que los sujetos y medios son cambiantes por naturaleza, por lo que este método debe ser flexible y capaz de adaptarse a las circunstancias.

### 4. Metodología cuantitativa

Cadena *et al.* (2017) sostienen que la investigación cuantitativa es aquella en donde se recogen y analizan datos cuantitativos, por su parte, Maguiña (2009) complementa sosteniendo que la metodología cuantitativa

*«es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables (...) trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variable, generalización y objetivación de los resultados mediante una muestra para hacer inferencia en la población de la cual toda muestra procede»*. (p.8)

Por su parte, Guerrero (2014) refiere que la investigación cuantitativa:

*«consiste en contrastar una hipótesis desde el punto de vista probabilístico y, en caso de ser aceptadas y demostradas en circunstancias distintas, a partir de ellas elaborar teorías generales (...) por lo tanto tras una observación, genera una hipótesis que contrasta y emite después conclusiones que derivan de dicho contraste de hipótesis»*. (p. 48)

En este sentido, Niño (2011) dice que la investigación cuantitativa tiene que ver con cantidad y, por lo tanto, su objetivo principal es la medición y el cálculo; asimismo, dice que busca medir variables con referencia a magnitudes; también manifiesta que, tradicionalmente, estos estudios son de tipo experimental, descriptivo, explicativo y exploratorio.

Niño (2011) sostiene que las características de la investigación cuantitativa son las siguientes:

*«Acepta que se puede controlar y predecir la realidad.*

*Establece variables.*

*La mayoría de las veces busca probar hipótesis.*

*Pregona e intenta lograr la objetividad.*

*Se vale predominantemente del método deductivo.*

*Exige la confiabilidad y validez de la medición.*

*Uno de sus propósitos fundamentales es medir magnitudes.*

*Trabaja con relaciones de tipo causal.*

*Suele contemplar hipótesis.*

*Su estrategia para el tratamiento de datos se basa en la sistematización, el uso de cifras y la estadística.*

*Prefiere la investigación experimental, pero excluye otras.*

*Considera la generalidad en los resultados y conclusiones.» (p. 30)*

En el ámbito de las ciencias de la administración, la investigación cuantitativa se materializa en función de la capacidad de estas de alinearse al paradigma de las ciencias naturales y al método científico que tiene que ver con la objetividad, la causalidad lineal, la neutralidad, la manera de formular leyes generales y la especialización del conocimiento.

## 5. Metodología cualitativa

La investigación cualitativa acoge en su sesgo subjetividades, tanto de los sujetos (actores sociales) objeto de análisis como del investigador; asimismo, se encuentran los intereses del investigador, los cuales se enmarcan en la percepción que este tiene del mundo con el que interactúa y de sus apreciaciones teóricas y personales que guían los cuestionamientos que se plantea y lo conducirán a la búsqueda del sentido de los hechos sociales.

Una revisión de artículos científicos y textos que versan sobre el tema de investigación cualitativa permite apreciar la variedad de definiciones que se hacen con respecto a la investigación cualitativa, definiéndola como un proceso y como una metodología.

Stake (1995) refiere que la investigación cualitativa se diferencia de la investigación cuantitativa en que busca la causa frente a los hechos sociales, trata de comprender las relaciones complejas de los grupos sociales, dice que cualquier interpretación incrementa la comprensión del fenómeno; asimismo, sostiene que percibe lo que ocurre en elementos clave de episodios o testimonios y representan los acontecimientos con su propia interpretación directa y con sus historias.

Por su parte Orozco (1996), citado por Castro (2010), define a la investigación cualitativa como el proceso de indagación de un objeto al cual el investigador accede a través de interpretaciones sucesivas con la ayuda de instrumentos y técnicas que le permiten involucrarse con el objeto para interpretarlo de la manera más integral posible.

Martínez y Guinsberg (2009) manifiestan que la investigación cualitativa es aquella capaz de incorporar la cuestión del significado y de la intencionalidad como inherentes a los actos, a las relaciones y a las estructuras sociales como construcciones humanas significativas.

Para Pérez (2002), la metodología cualitativa es la investigación que produce datos descriptivos: las propias palabras de las personas, habladas o escritas, y la conducta observable.

Cadena *et al.* (2007) definen a la investigación cualitativa como aquella en donde se recogen y analizan datos cuantitativos como números; asimismo, refiere que la investigación cualitativa evita la cuantificación, y en ella los registros se realizan mediante la narración, la observación participante y las entrevistas no estructuradas.

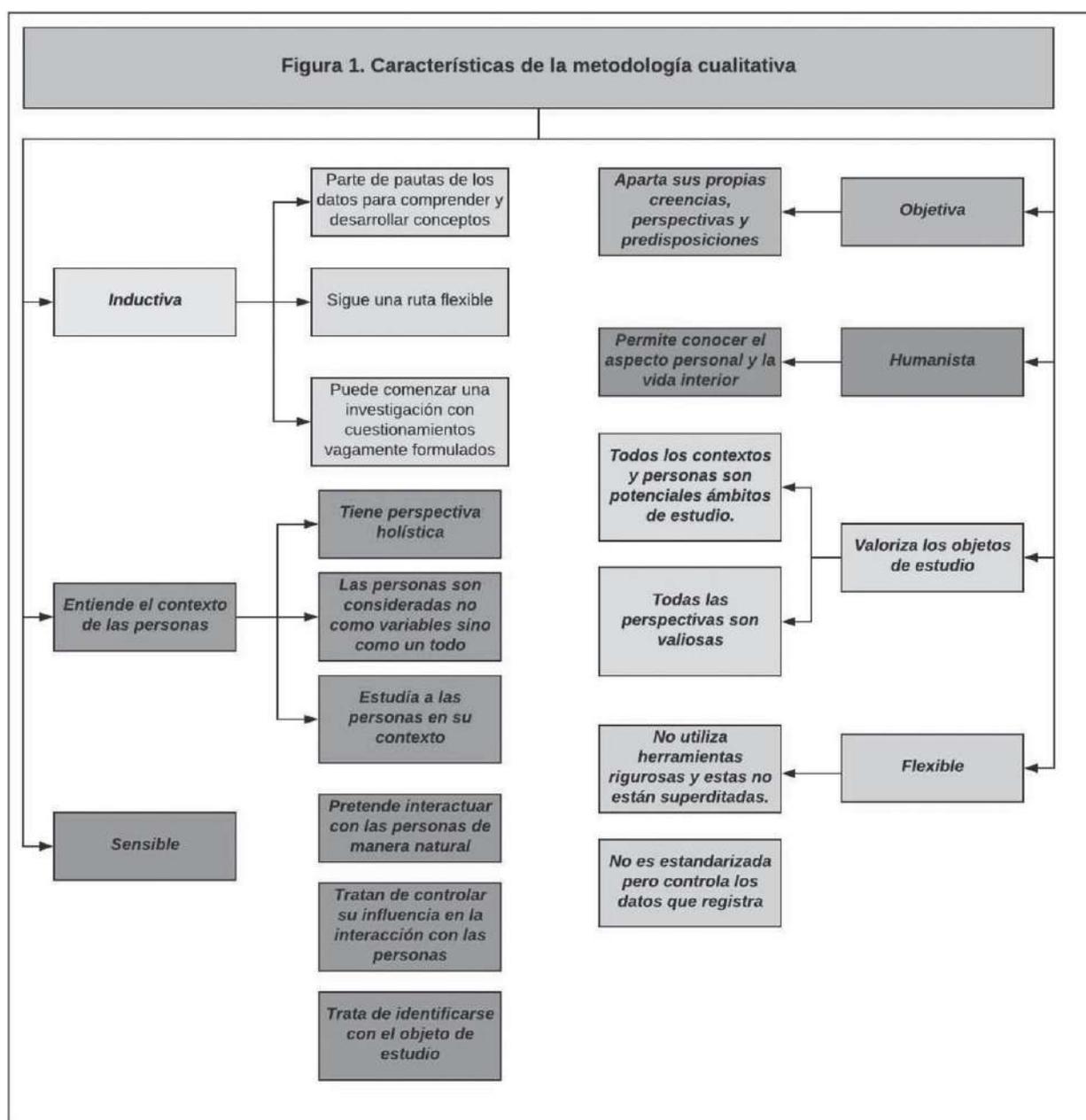
En función de las definiciones anteriores podemos suponer que la investigación cualitativa se refiere a un proceso que construye un conocimiento por medio de interpretaciones sobre el fenómeno objeto de estudio, por lo que investigar mediante la senda metodológica cuantitativa no se refiere a aplicar simples procedimientos o teorías, sino más bien es generar conocimientos mediante la interpretación producto de la interacción con los hechos sociales.

Stake (1995) dice que la interpretación de datos consiste en descubrir lo esencial de los datos para

revelarlos después. En este sentido, la interpretación es el proceso mediante el cual se trata de encontrar un significado más amplio a la información y darle sentido en un contexto suficiente que pretenda incluir todo aquello que se pueda descubrir. Esta etapa consiste en separar los elementos básicos de la información y examinarlos con el propósito de responder las impresiones y observaciones que son importantes para nosotros.

### 5.1. Características de la investigación cualitativa.

Taylor y Bodgan (2000) enlistan algunas características que posee la investigación cualitativa, manifestando que esta es inductiva, sensible, objetiva, humanista, flexible, que valoriza los objetos de estudio y que entiende el contexto de las personas; a continuación, se esquematizan estas características (Figura 1).



Fuente: elaboración propia en función de Taylor y Bodgan (2000).

## 5.2. Métodos de la investigación cualitativa.

Dado que en esta metodología no existen marcos de interpretación puros o neutros, ya que el investigador está implicado en los procesos de la ejecución de la misma, tradicionalmente se considera que la investigación cualitativa se contrapone a la objetividad, pero replantea su connotación en función de los objetos de estudio y las interacciones humanas a las que se enfrenta, porque la objetividad será considerada como una objetivación de la subjetividad en donde la tarea del investigador consistirá en tomar conciencia de los marcos de interpretación propios y de los sujetos que se observan, y para esto es necesario reconocer los procedimientos y técnicas a utilizar en la investigación.

Por otra parte, dado que la investigación cualitativa pretende interpretar y comprender los hechos sociales, utiliza técnicas y herramientas que le permiten observar, incluyendo el sentido común del investigador en el proceso de construcción del conocimiento.

Dado que los hechos sociales cambian, estas técnicas tienen que adaptarse a una realidad que se modifica día con día, por lo que, de su elección, defieren Mira *et al.* (2004), permitirá aproximarse en forma adecuada y pertinente al conocimiento de una realidad, sin embargo, dado que las técnicas de investigación se basan en supuestos que deben aplicarse con cierto rigor para asegurar la validez de sus resultados.

Sautu *et al.* (2005) manifiestan que los métodos de la investigación cualitativa son: etnografía, análisis cultural, estudio de casos, análisis biográfico, análisis de conversaciones y grupos focales. Asimismo, hacen referencia a algunas técnicas de probación de datos, como entrevistas interpretativas y etnográficas, observación participante y no participante, análisis de documentos y de material visual-auditivo. Es pertinente mencionar que algunos autores, como Simmons (2009), consideran a algunos instrumentos de la investigación cualitativa como técnicas.

### 5.2.1. Etnografía.

Existe una diversidad de opiniones con respecto a la etnografía, algunos autores consideran que solo mediante la etnografía puede entenderse el sentido

que da forma y contenido a los procesos sociales, otros en cambio consideran que la etnografía es una impresión idiosincrática que no puede proporcionar un fundamento sólido, como una debilidad.

Todas las investigaciones se enfrentan a concepciones modeladas (paradigmas) por las prácticas de las ciencias naturales y por ideas de la especificidad del mundo social y sus implicaciones respecto a la manera en que debe ser estudiado un fenómeno.

Estos paradigmas son denominados de positivismo (que privilegia los métodos cuantitativos) y de naturalismo (promocionando la etnografía como método central).

Respecto a la etnografía, ni el positivismo ni el naturalismo son completamente satisfactorios, ya que ambos comparten la misma suposición fundamental y mantienen una separación radical entre la ciencia social y su objeto.

Pérez (2012) dice que, etimológicamente, la etnografía se entiende como el estudio descriptivo de las costumbres y tradiciones de los pueblos; sostiene que la etnografía es un proceso de descripción/interpretación por medio del cual se elabora una interpretación de lo que piensan, dicen y actúan los sujetos bajo su observación, que se realiza a través de un trabajo sistemático encaminado a un contexto específico.

Hamme y Atkinson (1994) sostienen que la etnografía es un método que no requiere un diseño extensivo previo al trabajo de campo, que retrata por medio de instrumentos como las encuestas sociales y experimentos, las actividades y perspectivas de los actores.

Denscombe (1998), citado por Peralta (2009), refiere que la etnografía es una descripción de pueblos y culturas, y tienen como estrategia de investigación en los trabajos de temprana antropología social, que tenía como objetivo la descripción detallada y pertinente de las culturas y formas de vida pequeñas y aisladas tribus.

Por su parte, Angrosino (2012: p.35) complementa sosteniendo que «*la etnografía es el arte y la ciencia de describir a un grupo humano: sus instituciones, comportamientos interpersonales, producciones materiales y creencias*».

En este sentido, la etnografía no se limita al desarrollo teórico, también puede ser utilizada en la verificación teórica, el carácter flexible de la etnografía proporciona una base para la triangulación de la información, en función de instrumentos como las encuestas, la entrevista y la observación participante.

Mediante este método se pretende dar cuenta de las costumbres, las actividades sociales, las formas de interacción de los grupos sociales que pertenecen a una comunidad y la interpretación de los hechos sociales, la etnografía entonces implica un método que enmarca tanto a la descripción como a la interpretación y su objetivo es, en aras de establecer la vinculación desde la teoría y la contextualización, generar estructuras conceptuales que permitan comprender la realidad social en la que interactúan los sujetos.

Por último, la etnografía se considera un método de investigación debido a que nos permite aproximarnos a la realidad de los sujetos y grupos sociales mediante herramientas que se articulan en función de las necesidades de la investigación y su pertinencia para obtener información en función de nuestro objeto de investigación que permitirá comprender, aprehender e interpretar los hechos sociales observados.

#### 5.2.2. Análisis biográfico.

Se refiere a una metodología de recolección y análisis de datos, mediante diversas técnicas como cuestionario biográfico, la escritura de un autoinforme, o autobiografía con el objetivo de construir conocimientos en la senda metodológica cualitativa.

Asimismo, Huchim y Reyes (2013) refieren que este método utiliza documentos personales (registros no influenciados que poseen un valor afectivo y/o simbólico) y registros biográficos (registros obtenidos por el investigador por medio de la encuesta), así como material biográfico como escritos autobiográficos, diarios personales, cartas, fotografías, audiovisuales, historias únicas, historias de familia, entrevistas, notas de campo y biogramas.

Este instrumento posibilita entender la manera en que los sujetos interactúan en su contexto,

permitiendo dar cuenta de aspectos relevantes como los sentimientos, objetivos, emociones y deseos. Algunos investigadores, como Bolívar *et al.* (2001), refieren que esta metodología tiene credibilidad propia y legítima para la construcción del conocimiento en las ciencias sociales, lo que conlleva a que se manifieste como un paradigma sin que se limite a una simple metodología para la recolección de datos.

#### 5.2.3. Caso de estudio.

Uno de estos elementos que ha sido privilegiado es el caso de estudio, pretendiendo conocer una realidad en función del acercamiento a un contexto social para seguir una postura, ya sea positivista o interpretativa.

Este método ha cobrado relevancia, ya que estos no representan a una muestra de alguna población, sino que son estudios específicos que se analizan buscando con esta metodología una aplicación analítica y no estadística que puede resultar en ampliar y generalizar teorías aplicables a diversos contextos.

En función de Stake (1995), el caso de estudio es el análisis de la particularidad y la complejidad de un caso, por lo que se llega a comprender el hecho social en circunstancias que son importantes; asimismo, sostiene que forma parte de los métodos de investigación naturalistas, holísticos, etnográficos, fenomenológicos y biográficos.

De acuerdo con Chetty (1996), citado por Martínez (2006), el caso de estudio es una metodología rigurosa que es adecuada para investigar fenómenos en los que se busca dar respuesta a cómo ocurren y por qué ocurren, permite estudiar un tema determinado, es ideal para el estudio de temas de investigación en los que las teorías existentes son inadecuadas, permite estudiar los fenómenos desde múltiples perspectivas y no desde la influencia de una sola variable, permite explotar en forma más profunda y obtener un conocimiento sobre cada fenómeno, lo que permite la aparición de nuevas señales sobre los temas que emergen, y juega un papel importante en la investigación, por lo que no debería ser considerado para la exploración inicial de un fenómeno determinado.

Por su parte, Villarreal & Landeta (2010) sostienen que el caso de estudio es una metodología de investigación empírica en la que se deben tener muy claros los objetivos desde un inicio, el cual puede ser de utilidad para describir un fenómeno al interior de las organizaciones que se analizan.

Según Pulido (2015), el caso de estudio se refiere a una investigación empírica que estudia el fenómeno actual dentro de su contexto real, este se recomienda aplicar en situaciones en las que los límites entre el fenómeno y el contexto son confusos y utilizan múltiples fuentes de evidencia.

Por su parte Yin (1994: p. 13), citado por Jácome y López (2016), manifiesta que el caso de estudio es una investigación empírica que estudia un fenómeno contemporáneo en una realidad; asimismo, se basa en diferentes fuentes y evidencias, con datos que deben desembocar en un estilo de triangulación y se beneficia el desarrollo de proposiciones teóricas que guían la recolección y análisis de datos.

La metodología de investigación con casos de estudio ha tenido varios detractores, según Martínez (2006), este método ha sido muy cuestionado debido a que algunos investigadores consideran que este método presenta problemas de fiabilidad y validez y que no puede considerarse como una buena estrategia para realizar una investigación científica; asimismo, argumentan que esta metodología es de bajo prestigio, también sostiene que algunos investigadores que utilizan este método tienen cierta incertidumbre al utilizarlo, no obstante, a lo largo de los años, diversos investigadores han aportado algunas teorías con el objetivo de que las investigaciones en las ciencias sociales y en específico las que utilizan la metodología de casos de estudio sean consideradas como científicas, sin embargo, aún se debate entre los métodos más apropiados para estudiar los hechos sociales.

Asimismo, Martínez (2006) refiere que el caso de estudio es una herramienta muy valiosa de investigación, afirmando que la mayor fortaleza de este método radica en que a través de este se mide y se registra la conducta de las personas involucradas en un fenómeno estudiado. Por su parte, Stake (1995) considera a este tipo de investigación como un enfoque con el que se realizan algunas investigaciones.

En yuxtaposición, López (2013) dice que este método es una herramienta muy valiosa de investigación, sosteniendo que la mayor fortaleza de este método radica en que a través de este se puede registrar la conducta de las personas involucradas en el fenómeno estudiado.

La investigación con casos de estudio es un método de investigación que puede permitir que se descubra una realidad acorde al contexto del problema de investigación, por lo que Yacuzzi (2005) menciona que el caso de estudio, como método de investigación en las ciencias sociales, se enfoca en generar teorías sobre fenómenos sociales y organizacionales de causalidad compleja; asimismo, hace referencia a que los casos de estudio adoptan en general una perspectiva integradora.

Este tipo de investigaciones tienen como soporte a las cuestiones que se pretenden solucionar a partir de la metodología de corte cualitativo, y su objetivo es el análisis interpretativo y comprensivo del fenómeno objeto de estudio.

En este sentido, Castro (2010) dice que el uso de caso de estudio ofrece importantes resultados e información que no pueden encontrarse mediante métodos cuantitativos, este método es importante debido a la información que genera.

Sin embargo, como refiere Saavedra (2017), resulta pertinente aclarar que la investigación con casos de estudio es muy diferente a la técnica de estudio de casos, ya que el primero tiene como objetivo la generación de conocimientos derivados de la necesidad de comprender un fenómeno social complejo mientras que el segundo tiene como afán analizar un hecho real sucedido en una organización con el objetivo de fomentar la discusión y el debate.

Cuando prestamos atención a un problema, se materializa un proceso para la generación de conocimientos y a la generación de mecanismos interpsicológicos e intrapsicológicos, los cuales permiten que nos enfoquemos a una parte de este, comenzando por el interés en la aprehensión del funcionamiento de la situación u objeto de estudio, valorizando y acotando la realidad.

Esta aprehensión puede concretarse con un caso de estudio, el cual, más que una muestra, es una

situación compleja por medio de los mecanismos interpsicológicos; lo observamos y empezamos a entender posteriormente, en función del interés que se coloque a través de la problematización, se plasma el desarrollo de la aprehensión mediante un proceso intrapsicológico que permitirá la apropiación de conocimientos en función de la interpretación plasmada en un informe.

Una vez que profundizamos en el estudio, y en función del surgimiento de nuevos problemas y respuestas, se estará en posibilidades de acotar y perfeccionar las generalizaciones, llevándonos a la particularización mediante estudios correlacionales y comparativos, los cuales tendrán como objeto la validación de las generalizaciones.

Es pertinente mencionar que en el caso de estudio un investigador se aproxima a un contexto de un grupo social para adoptar una postura e informar los hallazgos determinados, por lo que en esta metodología nos enfrentamos a una unidad de análisis que construye la cotidianidad en función de los hechos sociales, a diversos objetivos de investigación y a una temporalidad, dado que los hechos sociales cambian a cada momento.

Al elegir esta metodología el investigador lleva a cuentas una responsabilidad muy grande, ya que, si bien esta senda puede apoyar a resolver un problema, en estas investigaciones debemos ampliar lo más posible la recolección de datos para ir acotando el problema y llevarlo de lo general a lo particular.

Asimismo, en la investigación con estudios de caso surge un problema, el cual es que debemos justificar plenamente la elección de este estudio por medio de diferentes fases, ya que si no lo justificamos plenamente podemos caer en que consideren a nuestra investigación como imprecisa, subjetiva o distorsionada.

Por ello es pertinente que si elegimos la senda de la investigación con estudios de caso seamos muy cautelosos en los instrumentos que debemos seleccionar para recoger la información y seleccionar las fuentes de información en función de los resultados que se pretenden obtener en la investigación. También es necesario analizar el contexto del problema y sus implicaciones políticas y sociales, así como el tiempo con el que disponemos para efectuar la investigación.

### 5.3. Características del caso de estudio.

Las características del caso de estudio conllevan a la interpretación holística que pretende entender el fenómeno desde todas sus aristas y, con ello, tener la capacidad de explicar de manera integral los hechos sociales concernientes al fenómeno objeto de estudio, esto en función de la participación del investigador.

Marcelino *et al.* (2012) refieren que el caso de estudio tiene las siguientes características:

- a) Permite investigar fenómenos para estar en posibilidades de describirlo y explicarlo.
- b) En función de distintas disciplinas contrasta diferentes contextos para su validación.
- c) Puede generar teorías que permiten y posibilitan nuevas interpretaciones.
- d) Estudia desde múltiples perspectivas considerando diversas variables.
- e) Explora en forma más profunda y obtiene un conocimiento más amplio sobre cada fenómeno en sus escenarios propios.

Complementando las características del caso de estudio, Saavedra (2017) enlista las siguientes características del caso de estudio:

- a) Investigar fenómenos en los que se busca dar respuesta al ¿cómo? y ¿por qué? ocurren.
- b) Se enfoca hacia un solo objeto de estudio, lo que permite un análisis intenso y una abundancia de datos detallados.
- c) No prueba hipótesis, pero sugiere líneas de investigación subsecuentes.
- d) No presenta un plan de muestreo.
- e) Es rico en descripciones, interpretaciones, explicaciones y narraciones, trabajando más para la comprensión que para la medición, la predicción y el control científico de los entornos, las persona estudiadas, las acciones y otros aspectos.
- f) Busca la comprensión holística del objeto de estudio.
- g) Utiliza la triangulación para evitar al máximo falsas percepciones y error en las conclusiones.
- h) El caso de estudio se enfatiza en el contexto en el cual ocurre el fenómeno.

#### 5.4. Técnicas propuestas para el método de caso de estudio.

Briones (2011) dice que según los objetivos de la investigación y el tipo de análisis se establecen diferentes técnicas para inferir datos, los cuales son para análisis descriptivo. Podemos utilizar las tablas de frecuencia, las medidas de tendencia central, de variabilidad y las formas de las distribuciones. Para el análisis relacional se utilizan tabulaciones cruzadas, medidas de asociación para variables nominales, ordinales y proporcionales. En el análisis tipológico se utilizan las técnicas de espacio de propiedades y análisis de conglomerados; en el análisis comparativo se podrá utilizar la estadística descriptiva para un universo o para un conjunto de muestras, y para el análisis explicativo, el análisis multivariado con regresión múltiple, regresión logística y análisis de senderos.

##### 5.4.1. La entrevista.

Según Sautu *et al.* (2005) la entrevista es una conversación sistematizada que tiene como objetivo obtener, recuperar y registrar experiencias de vida guardadas en la memoria de la gente, la cual tiene las siguientes ventajas:

a) Existe riqueza informativa en las palabras y las interpretaciones de los entrevistados, proporciona al investigador la oportunidad de clarificar y repreguntar en un marco de interacción directo y flexible, personalizado y espontáneo.

b) Es una técnica flexible y económica.

c) Posibilita un contrapunto cualitativo y enriquece los datos cuantitativos.

Sin embargo, a pesar de las ventajas, como todo instrumento la entrevista tiene las siguientes áreas de oportunidad:

a) El factor tiempo en comparación con la encuesta.

b) Existen problemas potenciales de reactividad, es decir se tiene que contar con conocimientos lingüísticos apropiados para el contexto y la población objeto de estudio.

c) Falta de observación directa en los escenarios naturales.

d) Carencia de interacción grupal.

##### 5.4.2. Encuesta.

Sautu *et al.* (2005) sostienen que la encuesta es la aplicación de un procedimiento estandarizado para recolectar información en forma oral o escrita de una muestra de personas, acerca de los aspectos estructurales, en este instrumento la información se recoge de manera estructurada.

Asimismo, hacen referencia a las siguientes ventajas para la aplicación de este instrumento:

a) Permite abarcar un amplio abanico de cuestiones en un mismo estudio.

b) Facilita la comparación de los resultados mediante la estandarización y cuantificación de los resultados.

c) En función del diseño muestral se pueden generalizar los resultados.

d) Posibilita la obtención de información significativa.

e) Se puede trabajar con grandes volúmenes de información.

Sin embargo, así como existen ventajas en este instrumento también se pueden enlistar las siguientes áreas de oportunidad:

a) No es adecuada para poblaciones con dificultades de comunicación verbal.

b) La información se restringe a la proporcionada por los encuestados, mediante opiniones cerradas brindadas por los cuestionarios.

c) Limitación de la interpretación de datos por la carencia de referencias contextuales.

d) Se complica trabajar con encuestas largas por la limitación de los recursos humanos y costos.

##### 5.4.3. Grupo focal.

Hamui y Varela (2013) definen al método de grupo focal como un espacio de opinión para captar el sentir, pensar y vivir de los individuos, provocando auto explicaciones para obtener datos cualitativos.

Huerta (2014), citado por Gross y Stiller (2015), sostiene que el grupo focal es una herramienta muy útil en la planificación de programas y evaluación de estos. El secreto consiste en que los participantes puedan expresar libremente su opinión sobre diferentes aspectos de interés en un ambiente abierto para el libre intercambio de ideas.

En este sentido, el grupo focal es una estrategia de investigación metodológica mediante la cual se recolecta información en función de la interacción con grupos, su objetivo es lograr captar la estructura en sentido compartido o consensual, fundamentada por los aportes de los integrantes del grupo que participan en este método, la guía de acción la definirá el investigador en función de sus intereses particulares, sociales y colectivos.

#### 5.4.4. Observación participante.

En un diccionario, el término de observación es el acto de observar un fenómeno o a alguien con mucha atención y detenimiento, con instrumentos y registros científicos en aras de adquirir algún conocimiento sobre su comportamiento o características.

En este sentido, Angrosino (2012) refiere que la observación participante es una estrategia que permite facilitar la recolección de datos y que se manifiesta en la investigación etnográfica cuando el investigador adopta uno de los roles de pertenencia.

Asimismo, Fábregues *et al.* (2016) complementan diciendo que la observación participante es una técnica de investigación cualitativa utilizada generalmente en estudios etnográficos de manera individual o combinada con otras técnicas, como la entrevista, las viñetas o los documentos personales.

Por su parte, Bonilla y Rodríguez (2000: p. 118-19), citadas por Ramírez *et al.* (2012), dicen que son un instrumento para acceder al conocimiento cultural de los grupos a partir del registro de acciones de las personas en su ambiente cotidiano, en el cual se observan con un sentido de indagación científica que implica focalizar la atención de manera intencional, sobre algunos segmentos de la realidad, tratando de captar sus elementos constitutivos y la manera como interactúan entre sí, con el fin de reconstruir la dinámica de la situación.

En función de las definiciones anteriores, podemos definir a la observación participante como una técnica o estrategia de investigación cualitativa que facilita la recolección de datos desde el punto de vista de los sujetos objeto de estudio; asimismo, la manera de observación dependerá del grado de interacción del investigador en el grupo social.

#### 5.5. Validez del caso de estudio en las ciencias administrativas.

Debido a que al analizar e interpretar en el método del caso de estudio es probable que se integren datos que proceden de múltiples fuentes de información reunidas en momentos distintos, las diferentes maneras de investigar requieren de una validación que permita sostener la calidad de la investigación; en este sentido, Simons (2009) refiere que la validez es una manera de garantizar la calidad y aceptabilidad de las conclusiones del caso, menciona que existen diferentes criterios tradicionales para la validación, los cuales se enlistan a continuación:

- a) Validez interna.
- b) Validez externa.
- c) Fiabilidad.
- d) Objetividad.

Asimismo, enlista algunos criterios paralelos como:

- a) Credibilidad.
- b) Transferibilidad.
- c) Confiabilidad.
- d) Confirmabilidad.

Sin embargo, Simons (2009) señala dos estrategias que son utilizadas para validar explicaciones y experiencias, las cuales son triangulación y validación respondiente. En este contexto, se hace referencia a que la triangulación es observar las cosas desde diferentes aristas que nace de la preocupación por el método, a diferencia de la validación respondiente que deriva de la preocupación del proceso.

Asimismo, Simons (2009: p.181) sostiene que «*la triangulación es un medio de análisis cruzado de la relevancia e importancia de los temas, o para analizar nuestros argumentos y opiniones desde diferentes ángulos para generar y reforzar pruebas en las que el poder apoyar afirmaciones más importantes.*», por lo que se entiende que en este proceso se entrelazan diferentes métodos y perspectivas, lo cual se aleja de una confirmación plana que da por verdadera la realidad observada.

Por otra parte, Simons (2009: p.184) refiere que «*la validación respondiente se refiere al análisis con los implicados de la exactitud, la adecuación y la imparcialidad de las observaciones, las representaciones y las interpretaciones de la experiencia*», para asegurar la validez, este análisis permite comprobar con los participantes que lo que se manifiesta sobre sus perspectivas coincide con lo que dijeron y la interpretación de lo que se dijo.

En este sentido, se presume que la triangulación y validación respondiente pueden aumentar la validez de la investigación, sin embargo, dado que en este método se materializan algunas subjetividades propias del investigador, no se garantiza la validez plena, pero puede contribuir a garantizar la credibilidad de las conclusiones.

Entonces, el proceso de validación en la investigación se entiende como un recurso dinámico, el cual se puede calibrar conforme avanzan las etapas de recolección de información, la cual es pertinente corroborar que sea verdadera, creíble y correcta.

#### *5.6. Relevancia del caso de estudio en las ciencias de la administración.*

La tarea de la investigación en el ámbito de las ciencias de la administración es relevante por el tipo de interacciones humanas que se manifiestan a nivel local, regional, nacional e internacional, esta se ha manifestado mediante la senda positivista, sin embargo, es pertinente abordarla mediante la investigación cualitativa.

El caso de estudio es utilizado ampliamente en las ciencias administrativas, por lo que se erige como un método de investigación para la generación de conocimiento que implica un proceso de indagación en función de diversos procedimientos e instrumentos que permiten enfocar al fenómeno de manera integral a partir de singularidades que parten de una realidad, este método es exhaustivo, riguroso y su ámbito de aplicación se encuentra bien definido.

En la jerga académica de las ciencias de la administración, este método resulta pertinente por la profundización con la que aborda la problemática suscitada en instituciones y organizaciones, sin embargo, la utilización de este enfoque requiere, para su validación, de diversas técnicas para el levantamiento de datos y someter a triangulación los resultados obtenidos.

Resulta pertinente mencionar que, según Saavedra (2015), este método abre la posibilidad de investigar eventos humanos y escenarios en sus contextos naturales. Esta metodología se ha aproximado a analizar los fenómenos sociales que componen el clima dando a conocer realidades particulares lo que permite traducir este fenómeno a elementos cognitivos.

El caso de estudio puede ser de utilidad debido a que permite acotar las dimensiones de un problema, conforme a una metodología materializada a través de instrumentos que tienen utilidades y limitaciones, estos instrumentos sirven como puente para llegar a los resultados, permitiendo generar conocimientos sobre realidades existentes, es un puente metodológico que permite conocer una parte teórica que se concibe en función de la realidad observada.

Dado que el caso de estudio es de utilidad para investigar instituciones, organizaciones, grupos sociales e individuos, sus resultados pretenden ser útiles para redireccionar el camino mediante la propuesta de recomendaciones.

En este contexto, el caso de estudio es pertinente en la investigación de las ciencias administrativas porque permite aproximarnos a problemáticas como motivación, desarrollo organizacional, liderazgo, productividad, innovación, sinergia y clima laboral. Estas dimensiones se materializan en función de diferentes prácticas sociales que, según Feito (1999), tienen que ver con el idioma, la cultura, la identidad, las costumbres y los grupos sociales a nivel micro y macro.

Esta metodología es útil debido a que permite integrar primeramente a los individuos para posteriormente tratar de aprehender la realidad mediante el análisis de las interacciones en los que se incluyen los intereses particulares y colectivos que se manifiestan en la reproducción social, a través de la construcción de los hechos sociales y de las historias de vida como punto de partida de alternativas administrativas, sociales, políticas, religiosas y culturales.

Por lo anterior, los instrumentos de esta metodología posibilitarán delimitar a las organizaciones e instituciones en función de su universalidad, particularidad y singularidad, permitiendo, como refiere Garay (2007), enmarcar las vertientes de instituido, instituyente e institucionalización en las que se delimitan las interacciones humanas.

Asimismo, debido a que, como refiere Yin (1989), citado por Martínez (2006), y debido a que los cambios vertiginosos de los hechos sociales permiten develar situaciones prácticamente nuevas, esta metodología es pertinente porque posibilitará analizar diferentes teorías referentes a las interacciones en las ciencias administrativas en las que podrán implementarse o complementar nuevas teorías.

El caso de estudio surge por la necesidad de una investigación ontológica, más sensible y flexible, capaz de responder a las exigencias de los paradigmas administrativos y sociales, la cual debe respetar a los sujetos objeto de estudio que observa, analiza y estudia, por lo que este método es pertinente en la investigación del campo de las ciencias de la administración debido a que por medio de él podemos allegarnos de datos referentes a los grupos sociales, sus características y sus interacciones para resolver problemas que derivan de los hechos sociales.

## Conclusiones

Esta investigación permitió develar que la elección de alguna metodología para construir conocimiento no debe determinarse por la postura entre los estrictos cánones de la investigación cuantitativa o la flexibilidad de la investigación cualitativa, sino en función de las necesidades de la obtención de datos en la problemática a resolver, si nos permitimos dejar de lado esos paradigmas podríamos allegarnos de valiosos instrumentos para aplicar en la investigación.

Por lo anterior, se puede presumir que no existe una fórmula mágica para generar conocimiento, sino algunas metodologías que pueden complementarse en función de sus instrumentos y técnicas para abordar pertinentemente algún problema específico.

Se pudo abordar a la investigación en las ciencias de la administración, la cual, en función de su naturaleza y de la formación de los que en ella profesan, requiere la utilización de una metodología sólida que permita que este tipo de investigaciones se consolide como investigación científica, lo que permitirá disminuir la incertidumbre de la aplicación de un método para resolver los problemas planteados por el investigador.

Respecto al método en función de su concepto, se logró clarificar que es una senda que conlleva un conjunto de postulados, reglas y normas institucionalizadas que regulan un proceso objetivo enmarcado

por los intereses del investigador y los instrumentos que sean pertinentes en la investigación.

Como metodologías se abordaron la cuantitativa y la cualitativa, sin embargo, nos enfocamos a la metodología cualitativa toda vez que uno de los objetivos de este artículo era delimitar la importancia metodológica en el desarrollo de una investigación de carácter cualitativo y en específico la utilización de los casos de estudio, sin soslayar los otros métodos derivados de la investigación cualitativa e investigación cuantitativa.

Se profundizó en el análisis de caso de estudio como método de investigación en las ciencias administrativas y su naturaleza, la cual deriva de la investigación cualitativa y de los métodos naturalistas. Sin embargo, debido a que este método ha tenido muchas críticas debido a que se considera que le falta validez, es importante para el investigador delimitar su campo de actuación en función de sus fortalezas, las cuales radican en su flexibilidad para abordar los problemas de forma integral.

Por lo anterior, en un apartado de este artículo se abordó la validez del caso de estudio en las ciencias administrativas, la cual debe calibrarse por el investigador constantemente a lo largo del proceso de investigación, lo que permitirá que los resultados sean fiables, objetivos, creíbles, confiables y tengan certidumbre interna y externa.

Se logró evidenciar algunas técnicas de la metodología cualitativa que permiten instrumentarse en el método de casos de estudio, como la entrevista, la encuesta, los grupos focales y la observación participante, sin embargo, es pertinente mencionar que este método no es cerrado y tiene muchas ventajas que lo hacen pertinente aplicarse a cualquier investigación para la resolución de aspectos sociales e interacciones que se manifiestan en empresas, organizaciones e instituciones.

En este sentido, el caso de estudio adquiere relevancia por ser un método flexible que permite abordar integralmente las complejidades de una problemática en función de la interacción humana, de manera profunda y sistemática, sin embargo, este método aún tiene algunas áreas de oportunidad, ya que todo hecho es cambiante y, como mencionamos anteriormente, el método no es cerrado, sino dinámico y se construye a cada instante.

## Literatura citada

- ANGROSINO, M. 2012. Etnografía y observación participante en la investigación cualitativa. Madrid, Ediciones Morata.
- BERNAL, C. 2016. Metodología de la investigación, Colombia, Pearson.
- BOLÍVAR A., D. Segovia y M. Fernández. 2001. La investigación biográfico-narrativa en educación. Enfoque y metodología. Madrid: Muralla.
- BONILLA, E. y P. Rodríguez. 2013. Más allá de los métodos: la investigación en ciencias sociales, Bogotá, Ediciones Uriandes.
- BRIONES, G. 2011. Métodos y técnicas de investigación para las ciencias sociales, Ciudad de México, Trillas, 4ª edición.
- CADENA, P., R. Rendón, J. Aguilar, E. Salinas, F. De la Cruz y D. Sangerman. 2017. Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 8(7):1603-1617.
- CASTRO, E. 2010. El estudio de casos como metodología de investigación y su importancia en la dirección y administración de empresas, *Revista Nacional de Administración* 1(2):31-54.
- FÁBREGUES, S., J. Meneses y D. Rodríguez. 2016. Técnicas de investigación social y educativa, Barcelona, editorial UOC.
- FEITO, R. 1999. Teorías Sociológicas de la Educación (fragmentos). recuperado el 29 de agosto de 2011, de Universidad Complutense Madrid.
- GARAY, L. (12 de junio de 2007). Los conceptos (mensaje en un blog) recuperado en 26 de marzo de 2019 de <http://leip.upnvirtual.edu.mx/mod/url/view.php?id=1907>.
- GUERRERO, G. 2014. Metodología de la investigación, Ciudad de México, Editorial Patria, 1ª edición.
- GROSS, M. y L. Stiller. 2015. Contribución de la técnica del grupo focal al acercamiento a la percepción estudiantil sobre accesibilidad en el entorno universitario. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación* 15(1):1-16.
- HAMME, M. y P. Atkinson. 1994. Etnografía: métodos de investigación, Barcelona, Paidós.
- HAMUI, A. y M. Varela. 2013. La técnica de grupos focales. *Investigación en Educación Médica* 2(5):55-60.
- HUCHIM, D. y R. Reyes. 2013. La investigación biográfico-narrativa, una alternativa para el estudio de los docentes. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación* 13(3):1-27.
- JÁCOME, I. y J. López. 2016. El estudio de caso en las ciencias empresariales. *Revista empresarial ICE-FEE-UCSG* 40(10):39-43.
- LÓPEZ, W. 2013. El estudio de casos: una vertiente para la investigación educativa. *Educere* 17(56):139-144.
- MARTÍNEZ, H. 2012. Metodología de la investigación, México, Cengage Learning editores, S.A. de C.V.
- MAGUIÑA, R. 2009. Semejanzas, diferencias y complementariedad de las perspectivas metodológicas cuantitativas y cualitativas y su aplicación a la investigación administrativa, Perú, editorial El Cid Editor.
- MARCELINO, M., F. Baldazo y O. Valdés. 2012. El método del estudio de caso para estudiar las empresas familiares. *Pensamiento & Gestión* 33:125-139.
- MARTÍNEZ, P. 2006. El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento & Gestión* 20:165-193.
- MARTÍNEZ, G. y B. Guinsberg. 2009. Investigación cualitativa al estudio del intento de suicidio en jóvenes de Tabasco. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública* 27(1):32-38.
- MIRA, J., V. Pérez, S. Lorenzo, J. Aranaz y Vitaller. 2004. *Atención Primaria* 34(4):161-166.
- NIÑO, V. 2011. Metodología de la investigación diseño y ejecución, Bogotá, ediciones de la U.
- PERALTA, C. 2009. Etnografía y métodos etnográficos. Análisis. *Revista Colombiana de Humanidades* 74:33-52.
- PÉREZ, C. 2002. Sobre la metodología cualitativa. *Revista Española de Salud Pública* 76(5).
- PÉREZ, Á. 2012. La etnografía como método integrativo. *Revista Colombiana de Psiquiatría* 41(2):421-428.
- PULIDO, M. 2015. Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. *Opción* 31(1):1137-1156.
- RÍOS, J. 2013. Falsas creencias sobre la naturaleza de la investigación en administración frecuentes en México y en otros países latinoamericanos, Ciudad de México, Universidad Nacional Autónoma de México.
- SAAVEDRA, 2017. The case study as research design in the Administrative Science, *Iberoamerican Business Journal* 1(1):72-97.
- STAKE, R. 1995. Investigación con estudios de caso. Madrid, Ediciones Morata.
- SAUTU, R., P. Boniolo, P. Dalle y R. Elbert. 2005. Manual de metodología: Construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología, Buenos Aires, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, Clacso.
- SIMONS, 2009. El estudio de caso: Teoría y práctica, Madrid, Ediciones Morata, S.L.
- TAYLOR, S. y R. C. Bogdan. 2000. Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Barcelona, Paidós.
- VILLARREAL LARRINAGA, O., y J. Landeta Rodríguez. 2010. El estudio de casos como metodología de investigación científica en dirección y economía de la empresa. una aplicación a la internacionalización. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa* 16(3):31-52.
- YACUZZI, E. 2005. El estudio de caso como metodología de investigación: teoría, mecanismos causales, validación. Argentina. 

Este artículo es citado así:

Mejía-Chavarría, A. I. 2019. La investigación cualitativa como elemento constitutivo en la construcción del conocimiento para las ciencias administrativas. *TECNOCENCIA Chihuahua* 13(3):158-172.

DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v13i3.479>

## Resumen curricular del autor

**ARGENIS IVÁN MEJÍA CHAVARRÍA.** Terminó su licenciatura en 2005, año en que le fue otorgado el título de Licenciado en Contaduría por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en la F.E.S. Cuautitlán. Realizó su posgrado en la Facultad de Contaduría y Administración UNAM sede F.E.S. Cuautitlán, donde obtuvo el grado de Maestro en Finanzas en 2016, actualmente es estudiante en el programa de Doctorado en Administración en la Universidad Intercontinental. Ha trabajado como Contador, Auditor y Jefe de Auditoría en empresas como Alpura, Bachoco y Truper Herramientas. Desde 2010 labora en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán y posee la categoría de Profesor de Asignatura y Delegado Administrativo Adscrito a la Secretaría Administrativa. Ha dirigido 3 tesis de licenciatura y 21 trabajos profesionales y 6 memorias de desempeño para titulación por servicio social; es responsable del programa de servicio social titulación "Asesoría y Orientación Fiscal, Contable, Administrativa y Financiera a las Comunidades Periféricas a la F.E.S. Cuautitlán". Es coordinador académico de los diplomados con opción a titulación "auditoría y control interno" y "finanzas corporativas" en el Departamento de Educación Continua de la F.E.S. Cuautitlán.

# Respuesta de las semillas de palo colorado (*Caesalpinia platyloba* S. Watson) a diferentes tratamientos pregerminativos

Response of palo colorado seeds (*Caesalpinia platyloba* S. Watson) to different pregerminative treatments

DANY PAOLA DÍAZ-VÁZQUEZ<sup>1</sup>, JAIME ALBERTO FÉLIX-HERRÁN<sup>1</sup>, ESTELA SAÑUDO-AYALA<sup>1</sup>  
Y REY DAVID RUELAS-AYALA<sup>1,2</sup>

Recibido: Agosto 20, 2019

Aceptado: Septiembre 28, 2019

## Resumen

El palo colorado (*Caesalpinia platyloba* S. Watson) es una especie extensamente distribuida en México y su madera es utilizada para la obtención de postes para la construcción de cercas o como estaca para cultivos de hortalizas, además, se ha perfilado como una leguminosa de interés para la reforestación y establecimiento de sistemas agroforestales. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar de forma *in vitro* y en sustratos diferentes tratamientos pregerminativos con la finalidad de inducir la germinación, tanto en semillas sanas como en afectadas por insectos. Los tratamientos fueron: hidrotérmico (100 °C) por 10, 20 y 30 min; escarificación con lija de agua de N° 400; escarificación con ácido sulfúrico concentrado por 10, 15 y 20 min y un lote de semillas sin tratar como testigo. Los mejores resultados se obtuvieron con la escarificación con lija (100%), seguido de la escarificación con ácido por 15 min (86.7%), y por último el tratamiento hidrotérmico por 10 min (83.3%) en semillas sanas. En un segundo bioensayo donde se eligieron los mejores tratamientos: hidrotérmico por 10 min, ácido por 15 min, escarificación con lija, para evaluar la germinación en el sustrato Promix-vermiculita (1:1) se obtuvo un resultado similar en cuanto a la germinación y además todos los tratamientos presentaron la misma calidad de planta.

**Palabras clave:** hidrotérmico, latencia, escarificación, germinación, *Caesalpinia platyloba*.

## Abstract

Palo colorado (*Caesalpinia platyloba* S. Watson) it's a specie extensively distributed in Mexico and its wood its used to produce poles to build fences or as stake for crops of vegetables, in addition, has emerged as a legume of great interest for reforestation and for the establishment of agroforestry systems. The present study had the aim to evaluate different pregerminative treatments *in vitro* and in substrate with the purpose to induce germination in both healthy seeds as in those affected by insects. The treatments applied were: hydrothermal (100 °C) by 10, 20 and 30 min, scarification with water sandpaper Number 400, scarification with concentrated sulphuric acid by 10, 15 and 20 min and an untreated seed lot as a reference. The best results were obtained with the sandpaper scarification (100%), followed by acid scarification by 15 min (86.7%), and at last the hydrothermal treatment by 10 min (83.3%). In a second bioassay were chosen the best treatments: hydrothermal by 10 min, acid by 15 min, sandpaper scarification, to evaluate the germination in a Promix-vermiculite (1:1) substrate showing a similar result in regard of the germination and in addition all treatments showed the same quality of plant.

**Keywords:** hydrothermal, latency, scarification, germination, *Caesalpinia platyloba*.

<sup>1</sup> UNIVERSIDAD AUTÓNOMA INTERCULTURAL DE SINALOA, UNIDAD MOCHICAHUI. PROLONGACIÓN 5 DE MAYO S/N, EJIDO POBLADO DE MOCHICAHUI, EL FUERTE, SINALOA. TEL. (668) 1763446 Y (668) 1763449. C.P. 81890.

<sup>2</sup> DIRECCIÓN ELECTRÓNICA DEL AUTOR DE CORRESPONDENCIA: MYREY70@HOTMAIL.COM



## Introducción

**E**l palo colorado (*Caesalpinia platyloba* S. Watson) es una especie que se encuentra extensamente distribuida en México y se caracteriza por ser un árbol pequeño de 4 a 8 m de altura, con ramas de color pardo gris o rojizo y flores amarillas (Turner *et al.*, 2005). Su madera se utiliza para la obtención de postes que sirven para la construcción de cercas o como estacones para el cultivo de hortalizas (Román-Miranda *et al.*, 2007).

El palo colorado se ha perfilado como una leguminosa de gran interés para la reforestación y el establecimiento de sistemas agroforestales (Catillo-Morales *et al.*, 2010). Sin embargo, las semillas de la familia *Fabaceae* a la cual pertenece el palo colorado, presentan una testa dura e impermeable al agua, lo que dificulta su germinación (Catalán y Balzarini 1992; Izhaki y Neeman 1997).

Los tratamientos de escarificación son un grupo de actividades previas a la germinación y tienen la finalidad de ablandar, perforar, rasgar o abrir la cubierta de la semilla para hacerla permeable sin dañar el embrión ni el endospermo que se encuentran en su interior; logrando así, la imbibición y el intercambio gaseoso (Sobrevilla-Solís *et al.*, 2013). En este contexto se ha empleado exitosamente la escarificación química con ácidos o bases fuertes (Atencio *et al.*, 2003; Rivero, 2006), el remojo en agua a 100 °C por periodos cortos (Sánchez-Paz y Ramírez-Villalobos, 2006), la escarificación a temperaturas cálidas superiores a 30 °C (Conversa y Elia, 2008) y el adelgazamiento de la testa con lija (Godínez-Álvarez y Flores-Martínez, 1999). Esto ha permitido obtener una germinación rápida, completa y uniforme en aquellas especies que presentan una testa dura.

Para el caso de *C. platyloba*, la escarificación con ácido sulfúrico concentrado, la inmersión en agua a 100 °C y la escarificación con lija, son los tratamientos que se han utilizado con éxito para la germinación de sus semillas (Godínez-Álvarez y Flores-Martínez, 1999; Sánchez-Soto *et al.*, 2016). Sin embargo, son pocas las investigaciones que se han centrado en precisar y obtener las condiciones óptimas donde las semillas de *C. platyloba* alcanzan su máxima germinación. Por lo que el objetivo de la presente investigación fue encontrar las condiciones óptimas para obtener la máxima tasa de germinación de las semillas de palo colorado.

## Materiales y métodos

**Recolección de la semilla.** Se recolectaron frutos maduros (vainas) en forma aleatoria de árboles de *C. platyloba* de 6 años de edad y con altura promedio de 7 m procedentes de la plantación experimental Dr. Miguel Ángel Musalem de la Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa, ubicada en el ejido Buenavista de Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa a 25° 53' 47.28" N y 108° 48' 8.1" O. La extracción de las semillas se realizó manualmente presionando los frutos y estas fueron colocadas en bolsas de papel y almacenadas a temperatura ambiente hasta su utilización. Posteriormente, se procedió a seleccionarlas de acuerdo a su integridad física y fueron clasificadas en semillas sanas y afectas (principalmente perforadas por insectos).

**Pruebas de germinación in vitro.** Se evaluaron 7 métodos de escarificación, tanto para semillas sanas (Tratamientos del 1 al 8) como para afectadas (Tratamientos del 9 al 16): (T<sub>1</sub>) inmersión de las semillas en agua hirviendo por 10 min; (T<sub>2</sub>) inmersión de las semillas en agua hirviendo por 20 min; (T<sub>3</sub>) inmersión de las semillas en agua hirviendo por 30 min; (T<sub>4</sub>) lijado manual con lija de agua N° 400; (T<sub>5</sub>) inmersión en ácido sulfúrico al 98% (v/v) durante 10 min; (T<sub>6</sub>) inmersión en ácido sulfúrico al 98% durante 15 min; (T<sub>7</sub>) inmersión en ácido sulfúrico al 98% durante 20 min; terminado el tiempo de inmersión, se realizó un enjuague utilizando agua destilada estéril con la finalidad de eliminar los residuos del ácido. A estos métodos de escarificación se les sumó el testigo (T<sub>8</sub>), al cual no se le aplicó ningún tratamiento. Para la evaluación de estos métodos, se tomó una muestra al azar de 480 semillas de *C. platyloba*, las cuales se dividieron en 8 grupos de 60 semillas para someterlos a los métodos de escarificación, agrupándolos en tres repeticiones y 20 semillas por repetición. Antes de ser sembradas e inmediatamente después de ser

sometidas a los métodos de escarificación, las semillas se desinfectaron superficialmente, sumergiéndolas en cloro comercial al 5% (v/v) por 10 min, posteriormente, en etanol al 70% (v/v) por un minuto y por último, se enjuagaron tres veces con agua destilada estéril con la finalidad de evitar la proliferación de hongos durante la germinación.

Las semillas escarificadas y desinfectadas se colocaron en cajas de Petri (20 semillas por caja) que contenían agua-agar y se almacenaron a temperatura ambiente por 10 d. Cada 24 h se contabilizó el número de semillas germinadas. Las variables a evaluar fueron: (G%) porcentaje de germinación; (IVG) índice de velocidad de germinación; (TPG) tiempo promedio para alcanzar la germinación y (Tmax), tiempo para alcanzar la máxima germinación. Estas variables fueron calculadas de acuerdo con Sobrevilla-Solis *et al.* (2013).

#### *Pruebas de germinación en sustrato*

Para este bioensayo se seleccionaron los mejores tratamientos evaluados anteriormente, y el experimento consistió en un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento y 40 semillas por repetición. Las semillas fueron seleccionadas a través de la prueba de viabilidad de flotación en agua y el criterio de selección fue descartar aquellas semillas que flotaban (García-Federico *et al.*, 2010). Las que sedimentaron se secaron con papel absorbente. Posteriormente, las semillas se seleccionaron al azar aplicándole los siguientes tratamientos: (T<sub>1</sub>) hidrotérmico por 10 min, (T<sub>2</sub>) ácido sulfúrico por 15 min (T<sub>3</sub>) escarificación con lija y (T<sub>4</sub>) testigo. Las semillas tratadas se colocaron en charolas para germinación de 200 cavidades con una mezcla de Promix-Vermiculita (1:1) como sustrato y se dejaron en condiciones de invernadero. Trece días después se registró el porcentaje de germinación, el peso seco de raíz (g) y parte aérea (g). Para calcular el peso seco, las plantas fueron sacadas de la charola cuidadosamente para evitar la ruptura de la raíz, posteriormente se lavó para eliminar el exceso de sustrato la raíz y se tomaron lecturas de la longitud de raíz (cm) y parte aérea (cm). Las plantas se colocaron en charola de papel aluminio debidamente etiquetadas y posteriormente se incubaron a 50 °C por 3 d o a peso constante.

#### *Análisis estadístico*

Para el análisis de los datos se usaron los paquetes estadísticos SAS v 9.0 y STATISTIX 8.1. Los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas fueron verificados mediante la prueba de Shapiro-Wilk (Shapiro y Wilk, 1965) y Bartlett (1937). Los datos que no cumplieron con algunos de estos supuestos se les realizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y a los que cumplieron se les aplicó un análisis de varianza (ANOVA); la comparación de medias fue realizada mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey con un nivel de significancia de 0.05. Con los datos de germinación diaria, se determinó el tiempo medio para alcanzar el 50% y el 90% de germinación (T<sub>50</sub> y T<sub>90</sub>) mediante un análisis PROBIT.

## Resultados y discusión

El palo colorado es una planta que pertenece a la familia *Fabaceae* y sus semillas se caracterizan por poseer una testa dura y ser impermeables (Serrato-Valenti *et al.*, 1994). Esta característica reduce su capacidad germinativa y de ahí la necesidad de encontrar métodos apropiados para aumentar su germinación. En este trabajo se evaluaron siete tratamientos de escarificación y todos indujeron la germinación en las semillas de palo colorado, mostrando diferencias significativas entre ellos (Cuadro 1). Sin embargo, el tratamiento de escarificación con lija mostró el más alto porcentaje de germinación (100%) sin presentar diferencias significativas con el tratamiento de inmersión en ácido sulfúrico por 15 min (86.7%).

Estos resultados concuerdan con Sánchez-Soto *et al.* (2016) quienes obtuvieron porcentajes de germinación cercanos al 100% con la escarificación con lija, aunque difieren a los obtenidos por Godínez-Álvarez y Flores-Martínez (1999) quienes evaluaron la escarificación con lija y la escarificación con ácido sulfúrico por 15 min en semillas de *C. platyloba* y obtuvo un 0% y 100% de germinación respectivamente.

Otros trabajos realizados con diferentes especies de leguminosas han mostrado resultados similares a estos tratamientos y han demostrado que la escarificación con lija y la escarificación con ácido sulfúrico pueden incrementar significativamente la

**Cuadro 1.** Efecto de diferentes tratamientos pregerminativos en la germinación de semillas sanas de palo colorado.

*Trata	% G (media ± EE)**	IVG (media ± EE)	Tmax (media ± EE)	T <sub>50</sub> (límite de confianza 95%)	T <sub>90</sub> (límite de confianza 95%)
T <sub>1</sub>	83.3 ± 4.41 b*	1.67 ± 0.09 b	8.67 ± 1.33 a	3.50 (3.06-3.93)	1.11 (1.03-1.25)
T <sub>2</sub>	68.3 ± 7.27 c	1.37 ± 0.15 c	8.33 ± 1.20 a	3.80 (3.01-4.63)	44.38 (25.79-116.90)
T <sub>3</sub>	83.3 ± 6.02 b	1.67 ± 0.12 b	6.00 ± 0.00 a	2.79 (2.35-3.21)	12.51 (10.15-16.07)
T <sub>4</sub>	100 ± 0.00 a	2.0 ± 0.00 a	6.67 ± 0.67 a	1.32 (1.06-1.56)	3.96 (3.47-4.64)
T <sub>5</sub>	66.7 ± 1.67 c	1.33 ± 0.03 c	6.67 ± 0.67 a	4.07 (3.40-4.78)	29.74 (20.07-55.92)
T <sub>6</sub>	86.7 ± 1.67 ab	1.73 ± 0.03 ab	6.00 ± 0.58 a	1.87 (1.46-2.26)	9.27 (7.60-12.03)
T <sub>7</sub>	63.3 ± 7.27 c	1.27 ± 0.15 c	7.33 ± 0.88 a	5.94 (5.07-7.13)	41.12 (26.24-85.71)
T <sub>8</sub>	36.7 ± 6.02 d	0.73 ± 0.12 d	6.67 ± 1.67 a	15.29 (11.04-28.09)	162.12 (66.53-974.7)

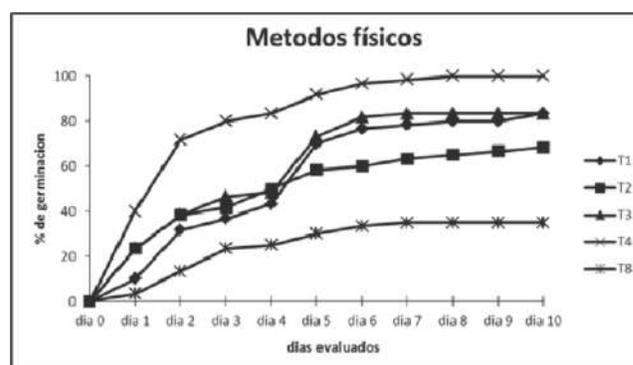
\*Letras diferentes en columnas indican diferencias significativas. %G = Porcentaje de germinación; IVG = Índice de velocidad de germinación; Tmax = Tiempo para alcanzar la máxima germinación; T<sub>50</sub> = Tiempo para alcanzar el 50% de germinación; T<sub>90</sub> = Tiempo para alcanzar el 90% de germinación. \*\* (Media ± Error estándar). \*Tratamientos aplicados: T<sub>1</sub> = Hidrotérmico 10 min; T<sub>2</sub> = Hidrotérmico 20 min; T<sub>3</sub> = Hidrotérmico 30 min; T<sub>4</sub> = Lija; T<sub>5</sub> = Inmersión en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10 min; T<sub>6</sub> = Inmersión en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 15 min; T<sub>7</sub> = Inmersión en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 20 min; T<sub>8</sub> = Testigo.

germinación (Guerrero y Herrera, 1994; Padma *et al.*, 1995; Teketay, 1996). Por otro lado, Faría *et al.* (1996) señalan como el mejor método de escarificación para *Clitoria ternatea* L. el adelgazamiento de la testa con papel de lija (66.54%), y en segundo lugar la inmersión en ácido sulfúrico (53.74% y 64.34% para 5 y 10 min respectivamente). Estos resultados coinciden con los obtenidos en esta investigación con *C. platyloba*, donde el mejor tratamiento fue la escarificación con lija y en segundo lugar la escarificación con ácido sulfúrico.

Los tratamientos hidrotérmicos se han utilizado con éxito para inducir la germinación de algunas especies de leguminosas (Sobrevilla-Solís *et al.*, 2013), incluyendo a *C. platyloba*, que presentan una cubierta seminal impermeable (Godínez-Álvarez y Flores-Martínez, 1999). En este estudio, los tratamientos hidrotérmicos mostraron porcentajes de germinación superior al 80% en algunos de los casos, y no presentaron diferencias significativas con la escarificación con ácido sulfúrico, pero sí con la escarificación con lija. En cuanto al IVG (índice de velocidad de germinación), el método de escarificación con lija presentó el valor más alto (2.0 semillas germinadas por día), seguidos de inmersión en ácido sulfúrico por 15 min (1.73 semillas germinadas por día). Respecto al índice Tmax (tiempo para alcanzar la máxima germinación) no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos.

La cinética de germinación de las semillas de *C. platyloba* sometidas a los diferentes tratamientos pregerminativos muestra que a partir del primer día se inicia la germinación para todos los tratamientos (Figuras 1 y 2) y el método de escarificación con lija presentó la más alta velocidad, alcanzando el 50% de germinación (T<sub>50</sub>) en solo 1.32 días y el 100% (Tmax) en 6.67 días (Figura 1 y Cuadro 1).

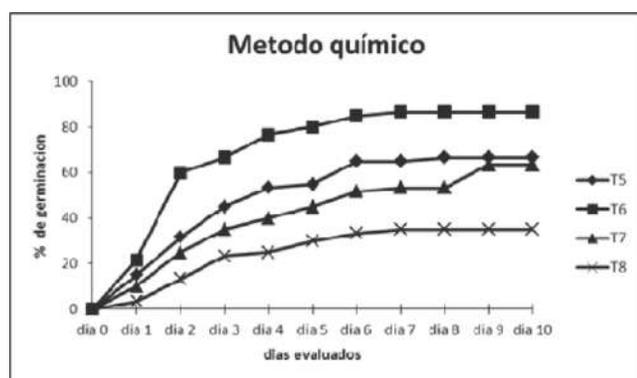
**Figura 1.** Cinética de germinación de las semillas sanas con tratamientos físicos, donde: T<sub>1</sub> = Hidrotérmico 10 min, T<sub>2</sub> = Hidrotérmico 20 min, T<sub>3</sub> = Hidrotérmico 30 min, T<sub>4</sub> = Lija y T<sub>8</sub> = Testigo.



Los tratamientos de inmersión en ácido sulfúrico por 15 min y el hidrotérmico 30 min también mostraron una velocidad de germinación relativamente

alta, con un  $T_{50}$  de 1.87 y 2.79 días respectivamente (Figura 2 y Cuadro 1), sin embargo, no alcanzaron el 100% de germinación en los días evaluados. Estos tratamientos necesitan aproximadamente 6 d para alcanzar porcentajes de germinación superiores al 80%, los cuales son muy favorables.

**Figura 2.** Cinética de germinación de las semillas sanas con tratamientos químicos, donde:  $T_5$  = Ácido sulfúrico 10 min,  $T_6$  = Ácido sulfúrico 15 min,  $T_7$  = Ácido sulfúrico 20 min y  $T_8$  = Testigo.



El daño por brúquidos y otros insectos depredadores de semillas en sistemas tropicales ha sido ampliamente documentado, alcanzando en algunas especies daños de infestaciones de más del 90% de las semillas (Ernst *et al.*, 1989). En este estudio, se encontraron semillas afectadas por insectos y estas fueron evaluadas aplicando los diferentes tratamientos pre germinativos, con la finalidad de inducir la germinación. Los resultados no fueron favorables, ya que todos los tratamientos presentaron germinación inferior al 50% (Cuadro 2).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Godínez-Álvarez y Flores-Martínez (1999) quienes mencionan haber encontrado semillas de *C. platyloba* dañada por brúquidos y al aplicar los tratamientos pregerminativos no obtuvieron resultados de germinación satisfactorios. Al contrario de Hauser (1994) que afirma que el orificio dejado por los brúquidos al salir de la semilla puede favorecer una rápida germinación. Sin embargo, nuestros resultados demuestran lo contrario; *C. platyloba* no se ve favorecida por el orificio dejado por los insectos.

**Cuadro 2.** Efecto de diferentes tratamientos pregerminativos en la germinación de semillas afectadas de palo colorado.

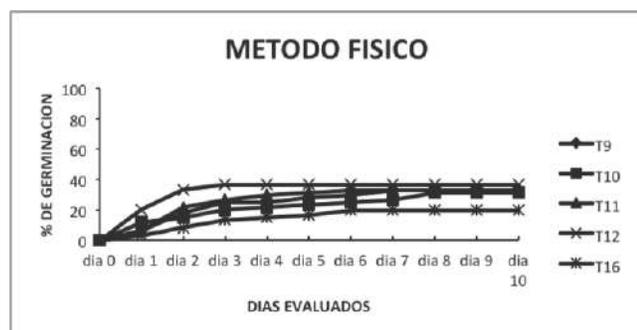
*Trata	% G (media ± EE)**	IVG (media ± EE)	Tmax (media ± EE)	$T_{50}$ (límite de confianza 95%)	$T_{90}$ (límite de confianza 95%)
T <sub>9</sub>	33 ± 4.4 a*	0.7 ± 0.1 a	6.3 ± 0.6 ab	23.4 (13.7-80.1)	-
T <sub>10</sub>	32 ± 1.7 ab	0.6 ± 0.0 ab	7.3 ± 0.3 a	39.5 (18.5-377.5)	-
T <sub>11</sub>	33 ± 4.4 a	0.7 ± 0.1 a	7.6 ± 0.3 a	23.2 (12.3-96.4)	-
T <sub>12</sub>	37 ± 7.3 a	0.7 ± 0.1 a	6.0 ± 1.0 ab	52.5 (14.8-4.3)	-
T <sub>13</sub>	23 ± 10.0 abc	0.5 ± 0.2 abc	2.6 ± 0.3 bc	183.1 (34.8.4437)	-
T <sub>14</sub>	3.3 ± 0.6 c	0.1 ± 0.0 c	1.3 ± 0.2 c	-----	-
T <sub>15</sub>	5.0 ± 5.0 bc	0.1 ± 0.1 bc	1.0 ± 1.0 c	-----	-
T <sub>16</sub>	20 ± 2.9 abc	0.4 ± 0.1 abc	6.6 ± 0.3 a	66.7 (26.7-1178)	-

\*Letras diferentes en columnas indican diferencias significativas. %G = Porcentaje de germinación; IVG = Índice de velocidad de germinación; Tmax = Tiempo para alcanzar la máxima germinación;  $T_{50}$  = Tiempo para alcanzar el 50% de germinación;  $T_{90}$  = Tiempo para alcanzar el 90% de germinación. \*\* (Media ± Error estándar). \*Tratamientos aplicados: T<sub>9</sub> = Hidrotérmico 10 min; T<sub>10</sub> = Hidrotérmico 20 min; T<sub>11</sub> = Hidrotérmico 30 min; T<sub>12</sub> = Lija; T<sub>13</sub> = Inmersión en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10 min; T<sub>14</sub> = Inmersión en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 15 min; T<sub>15</sub> = Inmersión en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 20 min; T<sub>16</sub> = Testigo.

De los tratamientos evaluados, la escarificación con lija y los hidrotérmicos lograron inducir un poco la germinación, pero no presentaron diferencias significativas con el testigo y en la escarificación con ácido sulfúrico, se observa una inhibición de la germinación con el aumento de la exposición en ácido. Esto se puede deber a que la testa se encuentra perforada y el ácido penetra hasta el embrión, causando su muerte y por lo tanto pérdida de la viabilidad de la semilla. Estos resultados son consistentes con los de Skerman *et al.* (1991) quienes afirman que las semillas tratadas con ácido sulfúrico pueden sufrir daños del tegumento por causa del calor extremo que se produce al lavar con el ácido, o bien, el tegumento de la semilla puede no ser lo bastante duro para impedir que el ácido penetre y dañe el embrión. En el caso de daños por insecto se facilita la penetración del ácido. Lippit *et al.* (1994) recomiendan coleccionar las semillas inmediatamente después de que han madurado; esto ayuda a disminuir la pérdida por daño de insectos. En cuanto a la cinética de germinación, esta se empieza a desarrollar después del primer día, pero de una manera lenta, y ningún tratamiento aplicado a las semillas afectadas logra inducir la germinación por arriba del 40% (Figuras 3 y 4).

La escarificación con lija, la inmersión en ácido sulfúrico por 15 min y el hidrotérmico por 10 min, son los tratamientos que mejor respuesta tuvieron en la germinación de las semillas de *C. platyloba*; estos tratamientos se evaluaron en un segundo bioensayo para medir la respuesta de la germinación en sustrato y en el desarrollo de la plántula (Cuadro 3).

**Figura 3.** Cinética de germinación de las semillas afectadas con tratamientos físicos, donde: T<sub>9</sub> = Hidrotérmico 10 min, T<sub>10</sub> = Hidrotérmico 20 min, T<sub>11</sub> = Hidrotérmico 30 min, T<sub>12</sub> = Lija y T<sub>16</sub> = Testigo.



**Figura 4.** Cinética de germinación de las semillas afectadas con tratamientos químicos, donde: T<sub>13</sub> = Ácido sulfúrico 10 min, T<sub>14</sub> = Ácido sulfúrico 15 min, T<sub>15</sub> = Ácido sulfúrico 20 min y T<sub>16</sub> = Testigo.



**Cuadro 3.** Respuesta de germinación en sustrato, medidas de longitud y obtención de peso seco.

Tratamientos	% G	Longitud (cm)		Peso seco (g)	
	(media ± EE)**	Tallo	Raíz	Tallo	Raíz
Hidrotérmico 10 min	79 ± 1.25b*	14.7 a	5.1 a	0.2477 a	0.020 a
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 15 Min	84 ± 1.65ab	15.6 a	4.7 a	0.2590 a	0.020 a
Lija	89 ± 1.20a	14.9 a	4.3 a	0.2508 a	0.019 a
Testigo	61 ± 0.6c	14.6 a	4.7 a	0.2395 a	0.020 a

\*Letras diferentes en columnas indican diferencias significativas.  
 \*\*(Media ± Error estándar). %G = Porcentaje de germinación.

El método de escarificación con lija fue el que mostró el mayor porcentaje de germinación (89%) y no presentó diferencias significativas con la escarificación en ácido sulfúrico por 15 min, pero sí hubo diferencias significativas con el testigo y el hidrotérmico. Estos resultados mostraron la misma tendencia que en el bioensayo anterior, aunque los porcentajes de germinación son menores. Esto se puede deber a que cuando la semilla se encuentra en sustrato se enfrenta a la competencia y a la interacción por parte de los microorganismos presentes en este microambiente, lo que puede limitar su capacidad germinativa, al contrario a la germinación *in vitro*, donde se tienen las condiciones de esterilidad. Por otro lado, no se observaron diferencias significativas en la longitud del tallo, longitud de raíz, peso seco de raíz y peso seco de tallo, por lo que se puede concluir que todos los tratamientos aplicados generan la misma calidad de planta.

En este trabajo se demostró que los tratamientos de escarificación con lija, la inmersión en ácido sulfúrico por 15 min y el hidrotérmico por 10 min, pueden incrementar considerablemente la capacidad germinativa de las semillas de *C. platyloba* y que la elección de alguno de estos tratamientos puede implicar una disminución en el porcentaje de germinación final, sin embargo, el esfuerzo y el tiempo requerido disminuirán considerablemente. Por lo tanto, a la hora de elegir el método más apropiado, es necesario considerar diversos aspectos como la eficiencia en la germinación (proporción y velocidad), el costo asociado a ese tratamiento y el número de plantas a producir (Godínez-Álvarez y Flores-Martínez, 1999). Con base en estas consideraciones y, cuando se requiera generar plantas de una manera masiva, se recomienda el uso del tratamiento hidrotérmico por 10 min debido a su facilidad de implementación y a su bajo costo, y cuando se requiera producir plantas a pequeña escala o con fines de investigación se recomienda el uso de la escarificación con lija o la inmersión en ácido sulfúrico por 15 min.

## Conclusiones

El tratamiento de escarificación con lija fue el que presentó los mejores resultados de germinación, tanto para semillas sanas como para afectadas, y el orificio dejado por los insectos no favorece la germinación. El ácido sulfúrico induce la germinación en las semillas sanas, pero la inhibe en las semillas afectadas; la calidad de la planta de palo colorado no se ve afectada por el tipo de tratamiento utilizado para inducir la germinación.

## Literatura citada

Atencio, L., R. Colmenares, M. Ramírez-Villalobos y D. Marcano. 2003. Tratamientos pregerminativos en *Acacia* San Francisco (*Peltophorum pterocarpum*) Fabaceae. *Revista de la Facultad de Agronomía* 20(1):63-71.

Bartlett, M. S. 1937. The statistical conception of mental factors. *British Journal of Psychology* 28:97-104.

Castillo-Morales, V. M., G. E. Rojo-Martínez y C. Armenta-López, 2010. Manejo y diseño de un sistema agroforestal de palo colorado (*Caesalpinia platyloba*) para suelos de temporal. Libro Estudios y Propuestas para el Medio Rural, (Tomo VII) 1ª edición, México, 2010.

Catalán, L. and M. Balzarini. 1992. Improved laboratory germination condition for several arboreal *Prosopis* species: *P. chilensis*, *P. flexuosa*, *P. nigra*, *P. alba*, *P. caldenia* and *P. affinis*. *Seed Sci. and Technol* 29:293-298.

Conversa, G. A. and A. Elia, 2008. Effect of seed age, stratification and soaking on germination of wild asparagus (*Asparagus acutifolius* L.). *Scientia Horticulturae* 119(3):241-245.

Ernst, W., D. J. Tolsma, and J. Decelle. 1989. Predation of seeds of *Acacia tortilis* by insects. *OIKOS* 54:294-300.

Faría, J., L. García-Aguilar y B. González. 1996. Nota técnica: Métodos de escarificación de cuatro leguminosas forrajeras tropicales. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 13:573-579.

García-Federico, A., S. Montes-Hernández, J. A. Rangel-Lucio, E. García-Moya y M. Mendoza-Elos, 2010. Respuesta fisiológica de la semilla de chile piquín [*Capsicum annum* L. var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill] al ácido giberélico e hidrotérmica. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1(2):203-216.

Godínez-Álvarez, H. y A. Flores-Martínez. 1999. Germinación de semillas de 32 especies de plantas de la costa de Guerrero: su utilidad para la restauración ecológica. *Polibotánica* 11:1-19.

Guerrero, M. y J. Herrera. 1994. La germinación de *Sesbania emerus* (Fabaceae): efecto de la inmersión en ácido sulfúrico. *Revista de Biología Tropical* 42:461-466.

Hauser, P. T. 1994. Germination, predation and dispersal of *Acacia albida* seeds. *OIKOS* 71:421-426.

Izhaki, I. and G. Ne'eman, 1997. Hares (*Lepus* spp.) as seed dispersers of *Retama raetam* (Fabaceae) in a sandy landscape. *J. Arid. Environ* 37:343-354.

Lippitt, L., M. W. Fidelibus, and D. A. Bainbridge. 1994. Native seed collection, processing and storage for revegetation project in the Western United State. *Restoration Ecology* 2:120-13

Panma, V., B. M. Reddy, and G. Satyanarayana. 1995. Breaking dormancy in certain *Acacia* spp by pre-sowing seed treatments. *Seed research* 21:26-30

Rivero, M. 2006. Evaluación de tratamientos pregerminativos para estimular la emergencia en cinco especies ornamentales arbóreas. Tesis de licenciatura. Universidad Centroccidental «Lisandro Alvarado». Decanato de Agronomía. Venezuela. 97 p.

Román-Miranda, M. L., A. Mora-Santacruz, S. Carvajal-Hernández y H. Ochoa-Ruiz. 2007. Especies forestales con diversidad de uso en un bosque tropical caducifolio de la comunidad indígena de Tomatlán, Jalisco, México. *Ciencia e Investigación Forestal* Número extraordinario, pp:183-192

Sánchez-Soto, B. H., E. Pacheco-Aispuro, Á. Reyes-Olivas, G. A. Lugo-García, P. Casillas-Álvarez y C. P. Saucedo-Acosta. 2016. Ruptura de latencia física en semillas de *Caesalpinia platyloba* s. Watson. *Interciencia* 41(10):691-695.

Serrato-Valenti, G. L., P. Cornara, M. Ghisellini and M. Ferrando, 1994. Testa structure and histochemistry related to water uptake in *Leucaena leucocephala* Lam (De Wit). *Ann. Bot.* 73(5):531-537.

Shapiro, S. S. y M. Wilk. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* 52:591-611.

Skerman P. J., D. G. Cameron y F. Riveros. 1991. Leguminosas Forrajeras Tropicales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. Roma. 707 p.

Sobrevilla-Solís, J. A., M. López-Herrera, A. L. López-Escamilla y L. Romero-Bautista, 2013. Evaluación de diferentes tratamientos pregerminativos y osmóticos en la germinación de semillas *Prosopis laevigata* (Humb. y Bonpl. ex Willd) M. C. Johnston. Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas.

Turner, R. M., J. E. Bowers y D. L. Burgess. 2005. Plantas del desierto de Sonora: Un Atlas Ecológico. University of Arizona Press. p. 133. 6

Este artículo es citado así:

Díaz-Vázquez, D. P., J. A. Félix-Herrán, E. Sañudo-Ayala y R. D. Ruelas-Ayala. 2019. Respuesta de las semillas de palo colorado (*Caesalpinia platyloba* S. Watson) a diferentes tratamientos pregerminativos. *TECNOCIENCIA Chihuahua* 13(3):174-180.  
DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v13i3.480>

## Resumen curricular del autor y coautores

**DANY PAOLA DÍAZ VÁZQUEZ.** Terminó su licenciatura en el año 2014, año en que fue otorgado el título de Ingeniero Forestal por la Universidad Autónoma Indígena de México (UAIM), Universidad Intercultural del estado de Sinaloa, realizó sus prácticas profesionales en CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) en el parque nacional Lagunas de Montebello, Chiapas 2014. Trabajó como docente en la preparatoria Lic. Ponciano Arriaga en Escobedo, Nuevo León, año 2015 mismo en que trabajó como gestora de proyectos a través de INADEM para la Organización antorcha campesina en N.L. Fue técnico facilitador en la agencia de desarrollo rural SEDENORTE-SAGARPA trabajando con comunidades de alta marginación en los municipios de Parras y Saltillo, Coahuila (2016-2017). Contratista para gestionar proyectos productivos en comunidades de Mazapil, Zacatecas en la empresa minera GOLDCORP Peñasquito (abril 2017- enero 2018). Técnico facilitador en la agencia de desarrollo rural SEDENORTE-SAGARPA trabajando con comunidades de alta marginación en los municipios de Concepción del Oro, Mazapil y El Salvador, Zacatecas (marzo 2018-marzo 2019). Acreditada por en SINIIGA (Sistema Nacional de Identificación Individual del Ganado) Como Técnico identificador autorizado. Cuenta con dos diplomados, uno en Seguridad Alimentaria y Nutricional por la FAO-SAGARPA y otro en Desarrollo de Capacidades Productivas por la Universidad De Cádiz España.

**JAIME ALBERTO FÉLIX HERRÁN.** Terminó su licenciatura en 2002, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Bioquímico por el Instituto Tecnológico de Los Mochis (ITLM). Realizó su posgrado en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa del Instituto Politécnico Nacional, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en 2006. Realizó sus estudios de Doctorado en Ciencias en Desarrollo Sustentable de Recursos Naturales en el Programa de Doctorado en Ciencias de la Universidad Autónoma Indígena de México, en 2014 obtuvo el título. Desde 2007 labora en la Universidad Autónoma Indígena de México y posee la categoría de Facilitador educativo (Profesor) A. Es miembro del Cuerpo Académico de "Biotecnología y Sustentabilidad de los Recursos Naturales (UAIM-CA3)" reconocido por PROMEP. Su área de especialización es el aprovechamiento y conservación de recursos forestales no maderables. Ha dirigido 15 tesis de licenciatura. Es autor de aproximadamente 13 artículos científicos, 31 ponencias en congresos, y 11 capítulos de libros científicos; además ha impartido 9 cursos y talleres; participa como árbitro de dos revistas científicas de circulación internacional la revista de Biología Tropical / International Journal of Tropical Biology and conservation de la Universidad de Costa Rica y el European journal of soil science.

**ESTELA SAÑUDO AYALA.** Terminó su licenciatura en 2003, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Bioquímico por el Instituto Tecnológico de Los Mochis (ITLM). Desde el 2012 labora en la Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa (UAIS) como técnico del Laboratorio de Biotecnología, además de apoyar a la docencia en la carrera de ingeniería forestal y en la carrera de Ingeniería en Sistemas de Calidad.

**REY DAVID RUELAS AYALA.** Terminó su licenciatura en 2002, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Bioquímico por el Instituto Tecnológico de Los Mochis (ITLM). Realizó su posgrado en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa del Instituto Politécnico Nacional, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en 2007. Desde 2011 labora en la Universidad Autónoma Indígena de México y posee la categoría de Facilitador educativo (Profesor) A. Es miembro del Cuerpo Académico de "Biotecnología y Sustentabilidad de los Recursos Naturales (UAIM-CA3)" reconocido por PROMEP. Su área de especialización es biotecnología y aprovechamiento de los recursos naturales. Ha dirigido 5 tesis de licenciatura. Ha participado como autor o coautor en aproximadamente 8 artículos científicos, 25 ponencias en congresos, y 5 capítulos de libros. Ha participado como árbitro en la revista de ciencias forestales de la Universidad Autónoma de Chapingo.

# Estudio de la contaminación por metales en sedimentos marinos de la Bahía de Santiago de Cuba

Study of the contamination by marine sediments metals in Santiago of Cuba Bay

ODALYS QUEVEDO-ÁLVAREZ<sup>1</sup>, JORGE LORENZO GÓMEZ-PASCUAL<sup>1,2</sup>, TAMARA ESTRADA-LA ROSA<sup>1</sup>  
Y ANA CATALINA NÚÑEZ-CLEMENTE<sup>1</sup>

Recibido: Noviembre 19, 2018

Aceptado: Julio 19, 2019

## Resumen

La bahía de Santiago de Cuba es un ecosistema complejo que posee como uno de sus principales problemas el vertido de residuales líquidos semitratados de origen industrial y urbano. La deposición de los mismos puede originar una contaminación permanente de los fondos de la bahía que inducen alteraciones en las cadenas tróficas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la contaminación por metales (Cu, Zn, Ni, Co, Cd y Pb) en los sedimentos superficiales de la bahía de Santiago de Cuba a través de la determinación de los contenidos totales, su comparación directa con las concentraciones de referencia establecidas en guías internacionales de calidad de sedimentos y el empleo de índices de enriquecimiento y riesgo ecológico. De los elementos analizados, el Cu presenta las mayores concentraciones y la máxima variabilidad, mientras que Ni, Zn y Pb tienen distribuciones más homogéneas. La evaluación del contenido de metales en los sedimentos mostró que el orden de abundancia de los elementos analizados fue: Cu > Zn > Ni > Pb > Co ~ Cd. De acuerdo al criterio del índice de geoacumulación, los sedimentos se encuentran fuertemente contaminados con Cu, moderadamente contaminados con Zn y tres de las estaciones presentan una contaminación de moderada a fuerte con Ni. Según criterios ecotoxicológicos, los sedimentos de tres de las estaciones se encuentran moderadamente contaminados, mientras que el resto presentan una contaminación ligera.

**Palabras clave:** contaminación, metales, sedimentos marinos, espectrometría de absorción atómica.

## Abstract

Santiago of Cuba bay is a complex ecosystem. The deposition of different pollutant agents can originate a permanent contamination of the bay's sediments, affecting plants and animals. In this work was evaluated the contamination for metals (Cu, Zn, Ni, Co, Cd and Pb) in the superficial sediments of this bay through the determination of the total contents, its direct comparison with the reference concentrations established in international quality guides of sediments and the employment of enrichment and ecological risk indexes. Cu was the element that presents the highest concentrations and the maximum variability, while Ni, Zn and Pb have more homogeneous distributions. The evaluation of the content of metals showed that the order of abundance of the analyzed elements in the sediments was: Cu > Zn > Ni > Pb > Co ~ Cd. According to the geo-accumulation index, the sediments are strongly polluted with Cu, moderately polluted with Zn and three of the considered stations present a contamination of moderate to strong with Ni. According to the employed ecological risk index, the sediments of three of the stations are moderately polluted, while the rest presents a slight contamination.

**Keywords:** environmental, metals, marine sediments, atomic absorption spectrometry.

<sup>1</sup> CENTRO DE INVESTIGACIÓN DEL PETRÓLEO (CEINPET). CHURRUCA, No.481, E/ VÍA BLANCA Y WASHINGTON, LA HABANA, CUBA. C.P. 12000.

<sup>2</sup> DIRECCIÓN ELECTRÓNICA DEL AUTOR DE CORRESPONDENCIA: JGOMEZ@CEINPET.CUPET.CU



## Introducción

**S**e conoce que muchos elementos químicos son constituyentes naturales del medio acuático, sin embargo, la actividad humana ha contribuido al incremento de la concentración de algunos de ellos en aguas, sedimentos, flora y fauna, tanto marinas como epicontinentales. En este contexto, metales y metaloides poseen gran significación ecológica debido a que no son eliminados de los ecosistemas acuáticos, ni transformados a formas menos dañinas por procesos naturales y pueden llegar a enriquecer diferentes sustancias orgánicas y minerales, incorporándose a la cadena alimenticia y provocando daño en sus diferentes niveles, llegando incluso a provocar la muerte (Bettioli, 2008).

Cuba, debido a sus características geográficas particulares, posee amplias y diversas zonas costeras, cuya calidad ambiental generalmente se ve comprometida por los diferentes usos socio-económicos a las que son destinadas. Ejemplo de ello es la bahía de Santiago de Cuba, donde se desarrollan múltiples actividades, generalmente incompatibles entre sí, entre las que se encuentran implementación de puertos comerciales, pesqueros y/o de cabotaje, actividades de producción, almacenamiento y transporte de petróleo, así como de desarrollo turístico. A la misma son descargadas en muchos casos aguas residuales domésticas e industriales, sin una previa depuración.

Aunque las cantidades totales presentes en un suelo o sedimento constituyen una medida poco representativa de la posible toxicidad de un metal, por su facilidad de medida y reproducibilidad, se utilizan muy frecuentemente estos valores para definir los umbrales en los estudios de contaminación. De hecho, investigaciones recientes a nivel mundial encaminadas a la evaluación del estado ambiental de un ecosistema aplican indicadores como: índices de contaminación, índices de enriquecimiento e índices de riesgo ecológico (Essien, 2009; Delgado, 2011; Hong, 2011; Banu, 2013; Hahladakis, 2013), todos relacionados con el contenido total.

Los objetivos de esta investigación fueron: evaluar la contaminación por metales (Cu, Zn, Ni, Cd y Pb) en los sedimentos superficiales de la bahía de Santiago de Cuba recolectados en el año 2011, a través de la determinación de los contenidos totales, su comparación directa con las concentraciones de referencia establecidas en guías internacionales de calidad de sedimentos y el empleo de índices de enriquecimiento y riesgo ecológico.

## Materiales y métodos

La bahía de Santiago de Cuba está localizada en la costa sur-oriental de Cuba frente al Caribe, en los 19° 58' N y 75° 52' W, entre los accidentes geográficos Punta Morrillo y Punta Socapa, y en sus riberas se ubica la ciudad del mismo nombre, la segunda en importancia y población del país. Es considerada como una bahía de bolsa rodeada de elevaciones, con un estrecho canal de entrada que limita la renovación del agua. La superficie total de la bahía es de 11.9 km<sup>2</sup>, con una profundidad promedio de 8 m y un perímetro del litoral, incluyendo sus cayos, de 41.35 km. A la bahía descargan los ríos Cobre, Guao, Gascón y Yarayó, así como varios drenajes entre los que destaca el Trocha. La misma recepciona un volumen de agua residual de 3 millones de metros cúbicos por día como promedio, al encontrar dentro del territorio de la cuenca 261 instalaciones entre industriales, agropecuarias y de servicios que constituyen emisores de contaminantes de residuales líquidos de todo tipo.

La bahía constituye uno de los principales recursos naturales de esta provincia en pleno desarrollo, tanto social como económico, en la que compiten diferentes usos. Ello provoca cambios en la calidad del ecosistema y por tanto una disminución de sus potencialidades a causa del incremento de las actividades industriales y de los desechos domésticos de la población que se asienta en sus alrededores.

Se llevó a cabo una campaña de muestreo durante la estación de seca del año 2011, para la cual se fijaron nueve estaciones. Para ello, se utilizó un diseño específico de muestreo, seleccionando las estaciones sobre la base de resultados de estudios anteriores y la

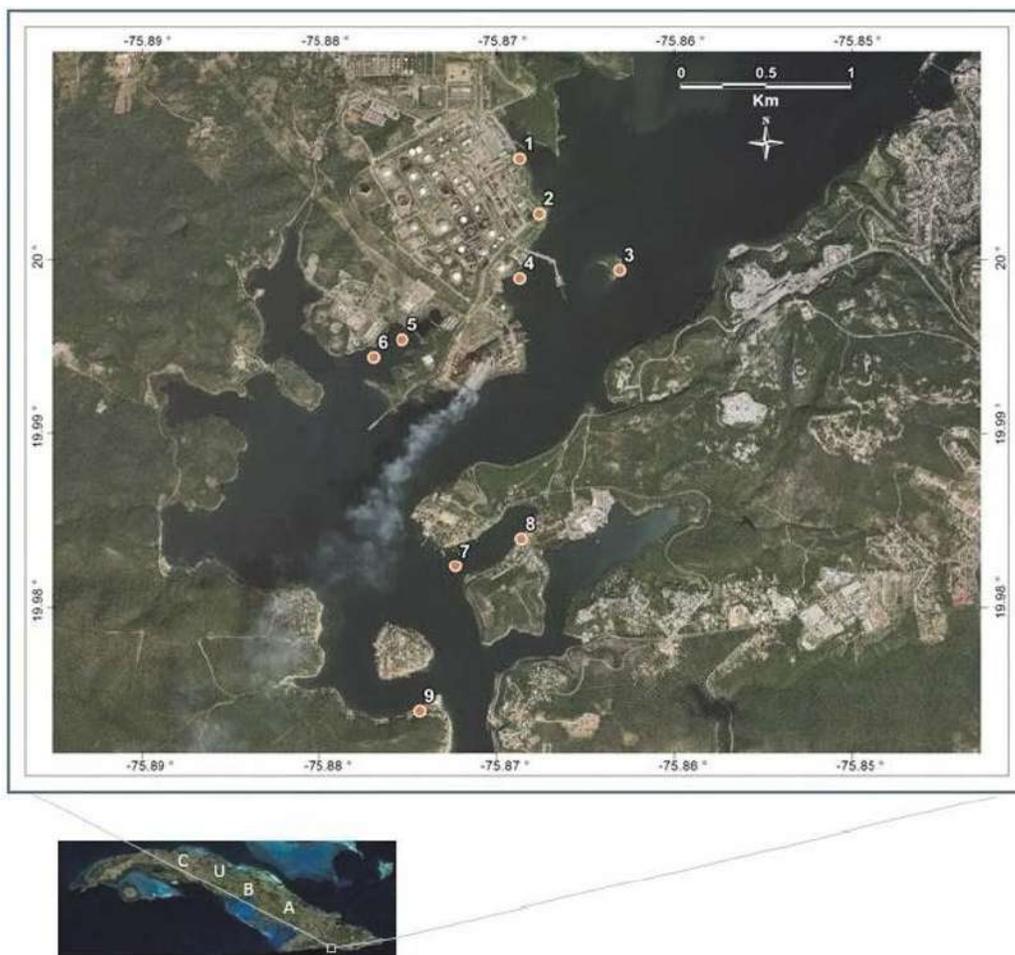
localización de posibles fuentes contaminantes (Figura 1). Las posiciones de estas estaciones se tomaron con un equipo GPS a bordo de una embarcación.

Los sedimentos superficiales (10 cm) se recolectaron con una draga Van Veen, de acuerdo con las normas ISO 5667-19 (2004). Para garantizar la representatividad de las muestras se tomaron aproximadamente 2 kg en diferentes puntos cercanos de la misma estación de muestreo, y se homogenizaron, de modo que se dispuso de una muestra compuesta para cada estación. Para el traslado al laboratorio y preservación, las muestras se colocaron en bolsas plásticas y se congelaron a  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta su posterior procesamiento. Así, se limitó la actividad biológica y previno cualquier transformación química o alteraciones de la materia orgánica (ISO 5667-15, 2009).

Una vez en el laboratorio se descongelaron y sometieron al proceso de cuarteo, para lograr homogeneidad, después de lo cual se secaron a temperatura ambiente y se tamizaron con tamices plásticos, se seleccionó la fracción con tamaño de partículas inferior a  $63\text{ }\mu\text{m}$  y se mantuvo en recipientes plásticos estériles hasta su análisis.

Las disoluciones de referencia para la calibración de la técnica de cuantificación empleada se prepararon por dilución a partir de disoluciones de  $1000\text{ mg/mL}$  (CertiPur, Alemania) de Cu, Cd, Ni, Zn y Pb. Los reactivos que se emplearon fueron de calidad analítica. El contenido de los metales estudiados fue cuantificado por espectrometría de absorción atómica con llama (FAAS, Flame Atomic Absorption Spectrometry), con un espectrómetro GBC Avanta  $\Sigma$  (Australia).

**Figura 1.** Ubicación espacial de los sitios de muestreo. Bahía de Santiago de Cuba.



Para la digestión total de los sedimentos se empleó el método EPA 3052 (1996). A  $0.5000 \pm 0.0001$  g de sedimento seco se le añadieron 9 mL de HNO<sub>3</sub> (65% v/v) y 3 mL de HF (ac) (40% v/v). Se calentó durante 15 minutos a 180 °C en horno de microondas Milestone, modelo Ethos1600 (Italia), a una potencia de 100 W. Se trasvasó cuantitativamente a volumétrico de 50 mL, se adicionaron 12 mL de la disolución de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> al 5% m/v y se enrasó con agua desionizada. La digestión se realizó por triplicado. Se realizó además un ensayo en blanco. La veracidad del procedimiento fue evaluada con los Materiales de Referencia Certificado (MRC) de sedimento marino: BCSS-1 y de sedimento estuarino IAEA-405, procedentes del National Research Council of Canada y la International Atomic Energy Agency (IAEA), respectivamente.

Evaluación de la contaminación por metales en sedimentos marinos a partir de los contenidos totales: se determinó el contenido total de los elementos indicados de contaminación seleccionados y se compararon directamente estas concentraciones con los valores de referencia establecidos en las guías de calidad de sedimentos. Debido a la ausencia en la legislación cubana de estándares (guías) que regulen la calidad de la matriz sedimentaria en cuanto a los límites permitidos de los contaminantes analizados, se utilizó como referencia la Guía de Calidad adoptada por la Administración Nacional Oceanográfica y Atmosférica de los Estados Unidos (National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA por sus siglas en inglés (2008), a lo cual se hace referencia en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Criterios para la evaluación de la contaminación en sedimentos según la NOAA (2008).

Nivel de riesgo	Concentraciones de referencia ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )				
	Cu	Ni	Pb	Zn	Cd
TEL: Nivel por debajo del cual no existe riesgo potencialmente tóxico para los organismos	18.7	15.9	30.2	124	0.68
ERL: Nivel con efectos biológicos bajos	34	20.9	46.7	150	1.2
PEL: Nivel de efectos probables	108	42.8	112	271	4.2
ERM: Nivel con efectos biológicos moderados	270	51.6	218	410	-

Este paso permitirá establecer, en primera instancia, los sitios mayormente impactados por la actividad humana y por cuáles elementos indicadores de contaminación. Se emplearon diferentes criterios o índices basados en los contenidos totales de

contaminantes para la determinación de la calidad ambiental de un ecosistema. La política ambiental cubana concerniente a la calidad de los sistemas acuáticos no establece criterios normalizados para evaluar la calidad de los sedimentos, por ello, en este trabajo se recomienda el empleo combinado de índices de enriquecimiento como: el Factor de Enriquecimiento (FE) y el índice de Geoacumulación (Igeo), y de índices de riesgo ecológico, como el cociente medio de los efectos de riesgo moderado (m-ERM-Q) o el índice de carga contaminante (PLI). De esta forma, la evaluación del estado ambiental de los ecosistemas se realiza de forma integradora teniendo en cuenta todos los criterios posibles.

En este trabajo se utilizaron los índices de Geoacumulación (Igeo) y del cociente medio de los efectos de riesgo moderado (m-ERM-Q). El índice de geoacumulación se calculó según la ecuación de Müller (1979):

$$I_{geo} = \log_2 \left( \frac{Cx}{1.5Bx} \right)$$

Donde: Cx es la concentración del elemento X, Bx es la concentración del elemento correspondiente al fondo geoquímico natural o nivel del elemento en sedimentos no contaminados de la zona de estudio, y 1.5 es un factor introducido para atenuar posibles variaciones en el valor de fondo debido a efectos litogénicos. En este trabajo se emplearon como fondo natural, las concentraciones elementales en rocas sedimentarias carbonatadas (Turekian, 1961).

De acuerdo con este índice, los niveles de contaminación de los sedimentos se clasifican como: no contaminado (Igeo < 0), no contaminado-moderadamente contaminado (Igeo 0 - 1), moderadamente contaminado (Igeo 1 - 2), moderado a fuertemente contaminado (Igeo 2 - 3), fuertemente contaminado (Igeo 3 - 4), fuertemente a extremadamente contaminado (Igeo 4 - 5) y extremadamente contaminado (Igeo > 5).

Dicho índice considera las variaciones de las concentraciones de fondo debido a efectos litogénicos, así como las fluctuaciones naturales en el contenido de una sustancia dada en el medio ambiente y las pequeñas influencias antropogénicas (Davutluoglu, 2011).

El índice del cociente medio de los efectos de riesgo moderado, se calcula de acuerdo a la siguiente expresión (Long, 1998):

$$m - ERM - Q = \frac{\sum_{x=1}^n C_x / ERM_x}{n}$$

Donde:  $C_x$  es la concentración del elemento en el sedimento,  $ERM_x$  es el valor de concentración del elemento que provoca un efecto moderado en la biota y está establecido en las guías de calidad de los sedimentos, y  $n$  es el número de elementos.

El grado de contaminación de los sedimentos según este índice es: no contaminado para  $m-ERM-Q < 0.1$ ; ligeramente contaminado cuando  $0.1 < m-ERM-Q < 0.5$ ; moderadamente contaminado si  $0.5 < m-ERM-Q < 1.5$  y altamente contaminado para valores de  $m-ERM-Q > 1.5$ .

Este índice considera de forma combinada el potencial adverso de grupos de contaminantes (por ejemplo: metales, hidrocarburos aromáticos policíclicos y compuestos organoclorados), contrastando las concentraciones de los contaminantes con los valores establecidos en las Guías de Calidad de los sedimentos, por lo que ofrece una valoración más real de la toxicidad de los sedimentos (Essien, 2009; Davutluoglu, 2011; Hahladakis, 2013) y su utilización no queda enmarcada solo a los metales.

Para el análisis comparativo de las concentraciones totales obtenidas para los MRC con los valores certificados se empleó el «Test de Rangos Múltiples». Para el procesamiento de los datos se empleó el paquete de programa Statgraphic Plus 5.1, empleando un valor de  $p < 0.05$  para determinar la significancia estadística de los resultados.

## Resultados y discusión

La evaluación de la contaminación de los sedimentos de la bahía de Santiago de Cuba se realizó según las Guías de calidad de sedimentos de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos.

En el Cuadro 2 se reportan los valores de los principales parámetros analíticos para el procedimiento ensayado, así como los intervalos de  $t_{exp}$

obtenidos para los MRC empleados. Como se aprecia, los límites de detección y cuantificación obtenidos son inferiores en todos los casos a los niveles de TEL establecidos en la guía NOAA de calidad de los sedimentos. Tal resultado demuestra que es posible la cuantificación de los analitos estudiados, aún por debajo de los valores establecidos en dicha guía.

Además, no existen diferencias significativas para un nivel de 95% de confianza entre la concentración certificada y la experimental, lo que fundamenta la aplicación del procedimiento de digestión total seleccionado junto a la cuantificación por FAAS para la determinación del contenido total de los elementos analizados.

**Cuadro 2.** Principales parámetros de desempeño del método analítico empleado para la determinación de los contenidos totales.  $t_{tab} = 4.303$ .

Parámetro	Zn	Cu	Pb	Ni	Cd
LD ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	4.2	2.7	5.0	3.3	4.2
LC ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	16.6	8.3	19.9	7.6	15.3
Verac. ( $t_{exp}$ )	0.7-3.6	0.7-3.8	0.5-1.9	0.3-3.4	0.2-1.8
Repetibilidad (DTRr,%)	1.7-2.5	0.4-3.3	1.5-3.9	0.9-2.4	1.1-3.3

En el Cuadro 3 se muestran algunos estadísticos descriptivos calculados a partir de la concentración de metales en los sedimentos estudiados.

**Cuadro 3.** Estadística descriptiva de las concentraciones de metales ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) en sedimentos de la Bahía de Santiago de Cuba. DS: desviación standard.

Metal	N	Media	DS	Mínimo	Máximo
Cu	9	169.0	105	43.3	409
Zn	9	162.2	36.8	70.0	216.0
Ni	9	72.4	49.7	27.5	164.0
Pb	9	15.7	19.1	0.4	47.3
Cd	9	< 4.2	-	-	-

Una primera aproximación a la evaluación de la contaminación por Cu, Zn, Ni, Pb y Cd de los sedimentos en estudio se realizó por comparación con los valores de referencia de guías de calidad de sedimentos. En la Figura 2 se contrastan las concentraciones totales de Cu, Zn, Pb, Ni y Cd

determinadas en los sedimentos de las 9 estaciones, con los niveles guías establecidos por las Guías de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (2008). Como se aprecia, el Cu es el elemento cuyas concentraciones son más elevadas y presenta mayor variabilidad ( $43-409 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Su concentración en 7 de las 9 estaciones supera el valor del PEL ( $108 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), concentración a partir de la cual los efectos sobre la biota son probables. En el caso de las estaciones 8 y 9, la concentración de Cu excede el valor del TEL ( $18.7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ).

El Zn es el segundo elemento que presenta mayor variabilidad respecto al sitio de muestreo (Figura 2). De acuerdo con la distribución espacial de su concentración, solo en la estación 3 es inferior al TEL ( $124 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ). El resto de las estaciones presentan concentraciones superiores a dicho nivel e inferiores a  $271 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , concentración correspondiente al PEL.

El Ni es el tercer elemento que presenta mayor variabilidad y su concentración es superior al TEL en todas las estaciones (Figura 2). Específicamente, en 5 y 6 la concentración sobrepasa más de dos veces la concentración del ERM ( $51.6 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), lo cual se interpreta en la Guía NOAA como una probabilidad entre 60 y 90% de provocar efectos adversos a la biota.

En el caso del Pb, solo en las estaciones 5, 6 y 9 la concentración presente en los sedimentos rebaza el valor del TEL. Con relación al Cd, las concentraciones presentes en los sedimentos de todas las estaciones son inferiores a  $4.2 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , valor correspondiente al TEL para este elemento.

Tomando como referencia la mediana, el orden de concentración de los analitos estudiados en los sedimentos de la bahía es:  $\text{Cu} > \text{Zn} > \text{Ni} > \text{Pb} > \text{Cd}$ . Los niveles medios de Cu ( $169 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) y Ni ( $72.4 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) en la zona estudiada de la bahía sobrepasan los valores del PEL para ambos elementos, mientras que el Zn se encuentra en el intervalo entre el TEL y el PEL. Comparando los resultados obtenidos en este trabajo con los reportados por otros autores, se puede plantear que los niveles de Cu son superiores, mientras que los de Pb y Zn se encuentran en el mismo orden (González, 1991; Martínez, 1998).

Los altos niveles de Cu, Zn y Ni en los sedimentos de la bahía pueden estar motivados, entre otros, por aportes antropogénicos provenientes de diversas fuentes municipales e industriales del área, no

obstante, para el Ni y el Cu existe además la posibilidad de contribuciones naturales originadas por los lixiviados procedentes, fundamentalmente de los minerales oriundos de la zona (intemperismo geoquímico).

En resumen, la evaluación de la contaminación de los sedimentos por comparación del contenido total de: Ni, Zn, Cu, Pb y Cd con las concentraciones de referencia establecidas por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos indica que en casi la totalidad de las estaciones los elementos presentan concentraciones por encima del TEL. El cobre y el níquel pueden considerarse como los contaminantes de mayor relevancia debido a que sus concentraciones superaron el nivel máximo de riesgo ecológico (ERM) en al menos una estación.

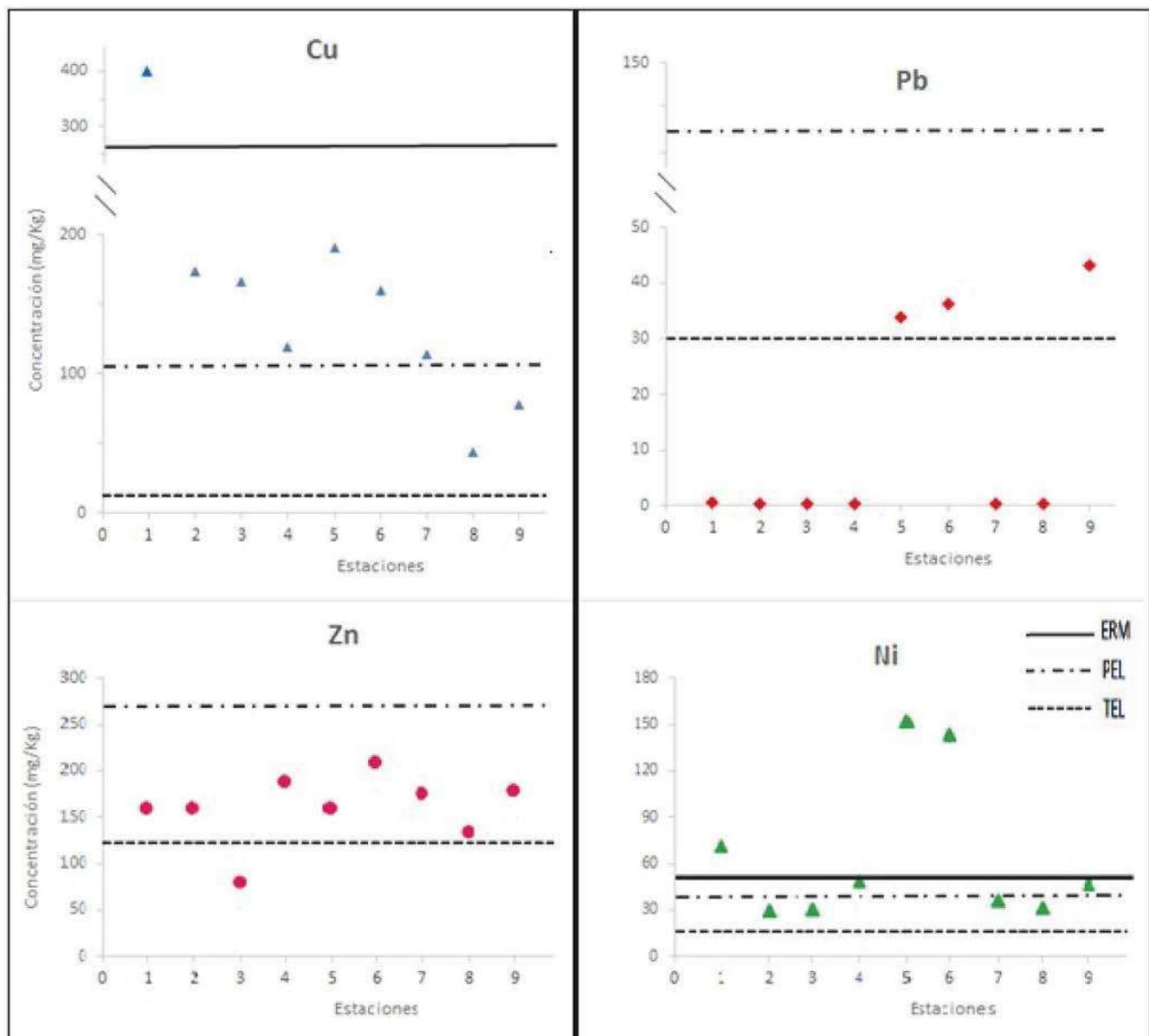
Además, en varias estaciones los niveles de: Ni, Zn, Cu y Pb detectados superaron los contenidos medios correspondientes a rocas sedimentarias carbonatadas (Turekian, 1961). Estos resultados indican una posible antropogenización de las zonas estudiadas de la bahía, sin embargo, una mejor estimación de la contaminación de los sedimentos se realizará teniendo en cuenta tanto criterios de enriquecimiento como ecotoxicológicos.

Como se aprecia en la Figura 2, la concentración de Cu en el 60% de las estaciones se encuentra en el intervalo entre PEL-ERM, lo que indica que los sedimentos presentan un grado de contaminación moderado. Solo en el caso de la estación E1 la concentración de Cu sobrepasa el valor de ERM, por lo que los sedimentos se encuentran muy contaminados con respecto a este metal y es de esperar que ocurran efectos adversos ocasionales y frecuentes, respectivamente, sobre la biota. Esta contaminación pudiera ser explicada sobre la base de las diferentes contribuciones de Cu al ecosistema (intemperismo geoquímico, residuales industriales y actividad petrolífera en general). Aunque el Zn representa el segundo elemento en concentración de los analitos analizados en los sedimentos de la bahía, el 100% de las estaciones presentan concentraciones inferiores al PEL. La concentración de Ni en el 20% de las estaciones se concentra en el intervalo entre PEL-ERM, sin embargo, en el 30% de las estaciones la concentración de este contaminante sobrepasa el

valor de ERM, por lo que los sedimentos se encuentran muy contaminados con respecto a este metal, y es de esperar que ocurran efectos adversos ocasionales y frecuentes, respectivamente, sobre la biota. Esta contaminación pudiera tener un origen similar al del

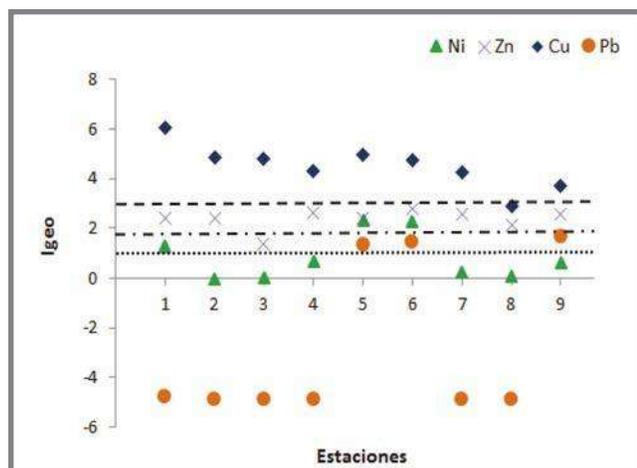
Cu. Para el resto de los elementos (Cd y Pb), las concentraciones en la mayor parte de las estaciones son inferiores a los valores del nivel con efectos biológicos bajos, por lo que la probabilidad de toxicidad es baja.

**Figura 2.** Comparación de la concentración total de Cu, Zn, Pb y Ni en cada sitio de muestreo con las concentraciones de referencia en la Guía NOAA. TEL: Concentración por debajo de la cual no existe riesgo potencialmente tóxico para los organismos. PEL: Concentración con efectos probables. ERM: Concentración con efectos biológicos moderados. El nivel de riesgo aumenta en el sentido: TEL < PEL < ERM.



Con relación al índice de geoacumulación (Figura 3) se destaca en primer lugar el Cu, con  $I_{geo} > 3$  en todas las estaciones de muestreo, lo que clasifica a sus sedimentos de fuertemente a extremadamente contaminados con este elemento. El Zn aparece en segundo lugar con niveles de contaminación de moderada a fuerte en 8 de las 9 estaciones estudiadas. La contaminación con Ni es de moderado (1) a fuertemente contaminado (5 y 6) en tres de las estaciones, las que coinciden con aquellas donde las concentraciones detectadas superaron el valor de concentración con efectos biológicos moderados (ERM). El nivel de contaminación con Pb es bajo, aunque puntualmente se destacan las estaciones 5, 6 y 9, las mismas que sobresalían en la comparación con los valores de referencia establecidos por la NOAA, con una contaminación moderada, lo cual puede estar dado por actividades vinculadas al uso y manejo de combustibles.

**Figura 3.** Índices de geoacumulación calculados con respecto a la corteza terrestre (rocas sedimentarias carbonatadas).  $I_{geo} < 0$  no contaminado;  $I_{geo} 0 - 1$  no contaminado-moderadamente contaminado;  $I_{geo} 1 - 2$  moderadamente contaminado;  $I_{geo} 2 - 3$  moderado a fuertemente contaminado;  $I_{geo} 3 - 4$  fuertemente contaminado;  $I_{geo} 4 - 5$  fuertemente a extremadamente contaminada e  $I_{geo} > 5$  muy contaminado.

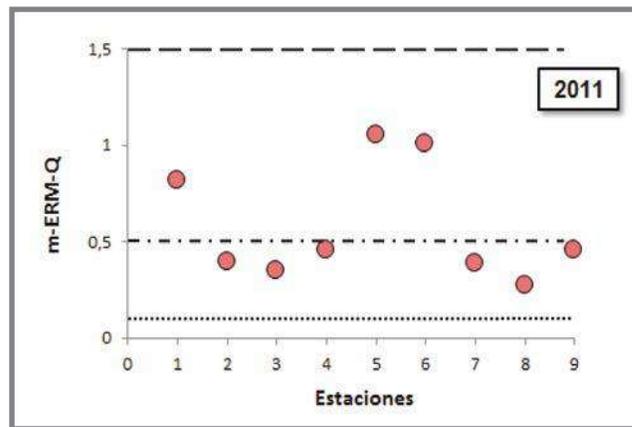


Aunque este índice constituye una herramienta muy efectiva en la diferenciación de la fuente de enriquecimiento por metales entre antropogénica o natural, solo brinda una valoración individual de los contaminantes y no ofrece información acerca de la

interacción potencial de los metales con los componentes abióticos y bióticos del medio. Asimismo, es necesario tener en consideración que la elección de una u otra concentración de fondo condiciona la interpretación geoquímica del área en estudio. Evaluación según el índice del cociente medio de los efectos de riesgo moderado (m-ERM-Q):

Según este índice (Figura 4), seis de los sedimentos analizados están ligeramente contaminados ( $0.11 < m\text{-ERM-Q} < 0.5$ ), lo que representa un 30% de probabilidad de causar efectos biológicos adversos, según Essien (2009). Destacan como más contaminadas las estaciones 1, 5 y 6 con valores de m-ERM-Q superiores a 0.5, lo que clasifica a sus sedimentos como moderadamente contaminados.

**Figura 4.** Índice del cociente medio de los efectos de riesgo moderado (m-ERM-Q) para todas las estaciones. Clasificación:  $m\text{-ERM-Q} < 0.1$  - no contaminado;  $0.11 < m\text{-ERM-Q} < 0.5$  - ligeramente contaminado;  $0.5 < m\text{-ERM-Q} < 1.5$  - moderadamente contaminado;  $m\text{-ERM-Q} > 1.5$  - altamente contaminado.



Los criterios empleados hasta el momento, sirven como punto de partida para la evaluación de los posibles efectos que los contaminantes estudiados puedan provocar en los organismos. Sin embargo, se debe prestar atención al carácter experimental estadístico sobre el cual fueron elaboradas las guías NOAA. Estas fueron desarrolladas para su empleo en una determinada zona geográfica sobre la base de la composición de los sedimentos y los efectos reales observados sobre la biota en esa región.

Ciertamente, estas guías constituyen una herramienta de fácil aplicación y han demostrado su

utilidad en el lugar donde fueron elaboradas, pero la extrapolación a otras áreas debe ser cuidadosamente evaluada. Por otra parte, dado los resultados obtenidos y teniendo en cuenta que la evaluación por contenidos totales no predice la capacidad de movilización de los contaminantes hacia el medio acuático, ni su biodisponibilidad, se recomienda realizar un estudio para evaluar la biodisponibilidad de los metales estudiados.

## Conclusiones

La comparación directa del contenido total de los elementos indicadores de contaminación con los valores de referencia establecidos en la guía de calidad de sedimentos NOAA permitió establecer en primera instancia los sitios mayormente impactados por la actividad humana (1, 5 y 6) y los principales elementos indicadores de la contaminación (Cu, Zn y Ni).

De acuerdo al criterio del índice de geoacumulación, los sedimentos de la rada santiaguera se encuentran fuertemente contaminados con Cu, moderadamente contaminados con Zn y tres de las estaciones consideradas presentan una contaminación de moderada a fuerte con Ni.

Según el índice de riesgo ecológico, el 60% de los sedimentos analizados se encuentran ligeramente contaminados y el 30% moderadamente contaminados. Destacan como más contaminadas las estaciones 1, 5 y 6.

## Literatura citada

AZEVEDO, M. L., Ferraceiu, L. R., Guimaraes, L. R. 2003. Biosolids and heavy metals in Soils. *Sci. Agric.* (60):793-806.  
AJLEC, R.; Cop, M. and Stupar, 1988. *J. Analyst* (113):585.  
GONZÁLEZ, H. 1991. Heavy metal surveys in sediments of five important Cuban Bays. *Biogeochemistry* (14):113-128.  
ARAUZ D., Garcia A. L., Rodriguez F., Zarate M. F. 2013. Nivel de contaminación y distribución espacial de metales pesados en sedimentos superficiales de Bahía Damas, Isla Coiba. *RIDTEC*. 9 (2):14-23.  
AVILA H., Quintero E., Angulo N., Cardenas C., Araujo N., Morales N., Prieto M. 2014. *Multiciencias* 14(1): 6-21.  
BETTIOL, C., Stievano, L., Bertelle, M. and Delfino, E.A., 2008. *Applied Geochemistry* (23):1140.

CALDERON C., Valdes J. 2012. Contenido de metales en sedimentos y organismos bentónicos de la Bahía San Jorge, Antofagasta, Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 47(1):121-123.  
DAVUTLUOGLU, O.I.; Seckin, G.; Ersu, C.B.; Yilmaz, T.; Sari, B. 2011. Assessment of metal pollution in water and surface sediments of the Seyhan river, Turkey, using different indexes. *Clean-Soil, Air, Water* (39):185-194.  
ESSIEN, J. P.; Antai, S. P.; Olajire, A. A. 2009. Distribution, seasonal variations and ecotoxicological significance of heavy metals in sediments of cross river estuary Guide to Method Validation and related Topics.  
EURACHEM: The Fitness for Purpose of Analytical Methods. 1998. A Laboratory  
GONZALEZ LOZANO, C., Mendez Rodriguez, D., Lopez Veneroni G., Vazquez Botello A. 2006. Evaluación de la contaminación en sedimentos del área portuaria y zona costera de Salina Cruz, Oaxaca, Mexico. *Interciencia* 31(9):647-656.  
HENRÍQUEZ, C. 2006. Evaluación de la contaminación por metales pesados en suelos de la Cuenca del Río Quibu. Tesis Maestría. Universidad de la Habana. Cuba.  
HAHLADAKIS, J., Smaragdaki, E., Vasilaki, G., Gidarakos, E. 2013. Use of Sediment Quality Guidelines and pollution indicators for the assessment of heavy metal and PAH contamination in Greek surficial sea and lake sediments. *Environ Monit Assess* (185):2843-2853.  
ISO 5667/15-99. Calidad del agua. Muestreo. Parte 15: Guía sobre conservación y manipulación de muestras de lodo y sedimento.  
ISO 5667/19-2004. Calidad del agua. Muestreo. Parte 19: Guía para el muestreo de sedimentos marinos.  
LUKKANI, T., Taavitsarinen, M., Vaisanen, A. and Haimi, J., 2004. *Ecotoxicology and Environmental Safety* (59):340.  
MARTÍNEZ, M., Pérez, R. et al. 1998. Nivel de contaminación metálica de los sedimentos de fondo de algunas zonas de la plataforma insular cubana. Memorias IV Taller Cátedra de Medio Ambiente.  
MARTINO, M.; Turner, A.; Nimmo, M.; Milward, E.; 2002. Resuspension, reactivity and recycling of trace metals in the Mersey Estuary, UK. *Mar. Chem.* (77):171-186.  
METHOD EPA 3052. 1996. Microwave assisted acid digestion of siliceous and organically based matrices.  
MULLER, G., 1971. Schermetalle in den Sedimenten des Rheins – Veränderungen. *Umschau* (79):778-783.  
NOMENCLATURE IN EVALUATION OF ANALYTICAL METHODS INCLUDING DETECTION AND QUANTIFICATION CAPABILITIES (IUPAC Recommendations 1995). 1995. *Pure and Appl. Chem.* (67):1699-1723.  
RAO, C. R. M., Sahuquillo, A., Lopez Sanchez, J. F., 2008. *Water Air Soil Pollut.* (189):291.  
SASTRE, J., Sahuquillo, A., Vidal, M. and Rauret, G., 2002. *Analytica Chimica Acta* (462):59.  
SOYLAK, M., Divrikli U., Saracoglu S. and Elci L., 2002. Polish Journal of Sun, Y., Chi, P., Shiue, M. 2001. *Analytical Sciences* (17):1395.  
TUREKIAN, K. K., Wedepohl, K. H. 1961. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. *Geol. Soc. Am.* (72):175-191.

Este artículo es citado así:

Quevedo-Álvarez, O., J. L. Gómez-Pascual, T. Estrada-La Rosa, A. C. Núñez-Clemente. 2019. Estudio de la contaminación por metales en sedimentos marinos de la Bahía de Santiago de Cuba. *TECNOCENCIA Chihuahua* 13(3):181-190.

DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v13i3.476>

## Resumen curricular del autor y coautores

**ODALYS QUEVEDO ÁLVAREZ.** Terminó su licenciatura en 1991, año en el que le fue otorgado el Título de Licenciada en Química por la Facultad de Química de la Universidad de la Habana. Obtuvo la Maestría en Química Analítica en el año 2012 y el grado de Doctora en Ciencias Químicas en la Universidad de la Habana en el año 2014. Desde el año 1991 labora en el Centro Nacional de Investigaciones Científicas donde obtiene la categoría de Investigador Agregado. Sus principales investigaciones las realiza en el campo de la Química Analítica. Ha publicado como autor más de 30 artículos científicos en revistas y participado en más de 28 eventos nacionales e internacionales, 1 patente y 2 libros. Ha dirigido 10 proyectos de investigación científico técnica en temáticas de Química Analítica. Se desempeña como Miembro del Tribunal Categoría de Investigador Auxiliar en el centro. Tutor de 2 trabajos de curso y 10 Tesis de Grado. Ha participado en 9 proyectos regionales y nacionales. Ha impartido conferencias, clases prácticas, seminarios y laboratorios de las diferentes asignaturas que se imparten en el Departamento de Química Analítica de la carrera de Licenciatura en Química.

**JORGE LORENZO GÓMEZ PASCUAL.** Terminó su licenciatura en 1976, año en el que le fue otorgado el título de Licenciado en Química por la Facultad de Química de la Universidad de la Habana. Obtuvo el grado de Doctor en Ciencias Químicas en la Universidad de la Habana en el año 2000. Desde el año 1979 laboró en el Centro de Investigaciones Químicas, obteniendo las categorías científicas de Investigador Agregado e Investigador Auxiliar. Desde el año 1992 labora en el Centro de Investigación del Petróleo donde obtiene la categoría de Investigador Titular. Sus principales investigaciones las realiza en el campo de la Corrosión Atmosférica y la Química Analítica. Ha publicado como autor más de 50 artículos científicos en revistas y participado en más de 200 eventos nacionales e internacionales. Ha dirigido 10 proyectos de investigación científico técnica en temáticas de Corrosión Atmosférica y Química Analítica. Se desempeña como Presidente del Tribunal Categoría de Investigador Auxiliar en el centro. Tutor de 1 Tesis de Doctorado, 4 Tesis de Maestría y 10 Tesis de Grado.

**TAMARA ESTRADA LA ROSA.** Terminó sus estudios como Técnico de nivel medio en Química Analítica en el año 1991. Ha trabajado en laboratorios de Labiofam, Empresa Cárnica y en el Centro Nacional de Higiene de los Alimentos (CNHA). Ha recibido 21 cursos de superación en diferentes temas de su especialidad. Ha participado en 12 eventos nacionales e internacionales. Ha sido cotutora de un trabajo de curso de licenciatura en química.

**ANA CATALINA NÚÑEZ CLEMENTE.** Terminó su licenciatura en 1989, año en el que le fue otorgado el título de Licenciada en Química por la Facultad de Química de la Universidad de La Habana (UH). Obtuvo el grado de Maestra en Ciencias en el área de Impacto y Protección Ambiental en el año 2003 por el Instituto Superior de Tecnología y Ciencias Aplicadas (INTEC). Desde el año 1996 labora en el Centro de Investigación del Petróleo (CEINPET) y posee la categoría científica de Investigador Auxiliar. Sus principales investigaciones las realiza en el campo de la Química Ambiental. Del colectivo de autores de más de 30 artículos científicos y participado en más de 30 eventos y congresos. Ha dirigido varios servicios científico-técnicos y 3 proyectos nacionales en temáticas de Química Ambiental. Ha dirigido 2 tesis de grado. Se desempeña como Miembro del Tribunal Categoría de Investigador Auxiliar en el centro. Es miembro del Comité Técnico Asesor de Medio Ambiente de la Unión Cuba Petróleo (CUPET).



**UACH**  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
CHIHUAHUA

Dirección de  
Investigación y Posgrado

# TECNOCIENCIA CHIHUAHUA



**FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES,  
UACH  
CAMPUS CD. JUÁREZ**



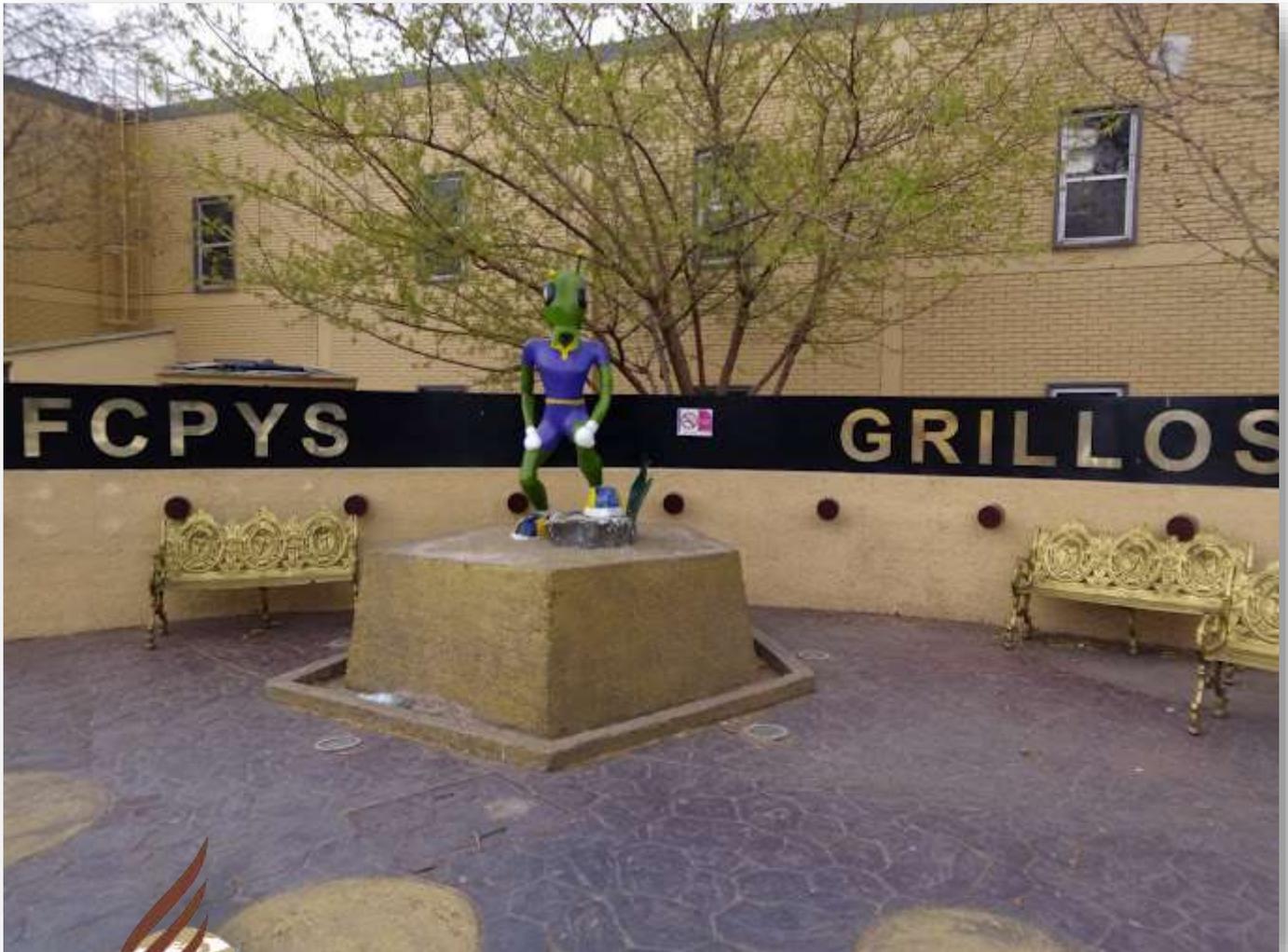
U • A • CH  
**CIENCIAS  
POLÍTICAS  
Y SOCIALES**  
CONOCER HACER TRANSFORMAR



**UACH**  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
CHIHUAHUA

Dirección de  
Investigación y Posgrado

# TECNOCIENCIA CHIHUAHUA



U • A • CH  
**CIENCIAS  
POLÍTICAS  
Y SOCIALES**  
CONOCER HACER TRANSFORMAR

**FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES,  
UACH  
CAMPUS CHIHUAHUA**