

Vol. XI, N° 29 • Febrero 2022

ISSN: 2007-6703



# ESPACIO I+D, INNOVACIÓN MÁS DESARROLLO



Revista Digital de la  
Universidad Autónoma de Chiapas  
Indizada en los catálogos de **Latindex**, **BIBLAT**, **CLASE**,  
**SIC**, **Actualidad Iberoamericana**, **REDIB**, **DOAJ** y **MIAR**.

## ESPACIO I+D, INNOVACIÓN MÁS DESARROLLO

Febrero 2022, Vol. XI, Número 29.

Registrada en **Latindex, BIBLAT, CLASE, Actualidad Iberoamericana, Sistema de Información Cultural de la Secretaría de Cultura, REDIB, DOAJ y MIAR.**

Es una revista digital de divulgación científica y cultural de carácter multidisciplinario de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), cuenta con una periodicidad cuatrimestral y registro:

**ISSN 2007-6703**

Silvia E. Álvarez Arana  
*Editora Responsable*

Gabriel Velázquez Toledo  
*Editor Ejecutivo*

Joshep Fabian Coronel Gómez  
*Diseño Web y Editorial*

Edgar Iván Besares Narcia  
*Área de recursos audiovisuales y divulgación*

Héctor Daniel Niño Nieto  
*Desarrollador Web y Soporte Técnico Editorial*

Lucía G. León Brandi  
*Directora fundadora (2012)*

Ciudad Universitaria de la Universidad Autónoma de Chiapas.  
Edificio D, Carretera Ejido Emiliano Zapata, Kilómetro 8, Tuxtla  
Gutiérrez, Chiapas; México. C.p. 29000

[www.espacioimasd.unach.mx](http://www.espacioimasd.unach.mx)

Contacto: [espacioimasd@unach.mx](mailto:espacioimasd@unach.mx)

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.



## **Comité Editorial**

Alexandra Mulino • Universidad Central de Venezuela  
Alfredo Briones Aranda • Universidad Autónoma de Chiapas  
Ana Almansa • Universidad de Málaga España  
Antonio Durán Ruiz • Universidad Autónoma de Chiapas  
Emilio Rodríguez Macayo • Universidad Católica Silva Henríquez, Chile  
Flora Eugenia Salas Madriz • Universidad de Costa Rica  
Gabriel Castañeda Nolasco • Universidad Autónoma de Chiapas  
Gerardo Núñez Medina • Investigador del COLEF. Piedras Negras, Coahuila.  
Jorge Velázquez Avendaño • Universidad Intercultural de Chiapas  
Laura Xiomara Gutiérrez • Universidad Autónoma de Chiapas  
Lilia González Velázquez • Universidad Autónoma de Chiapas  
Lorenzo Franco Escamirosa Montalvo • Universidad Autónoma de Chiapas  
Lucía Tello Peón • Universidad Autónoma de Yucatán  
Manuel de Jesús Moguel Liévano • Universidad Autónoma de Chiapas  
Martín Dagoberto Mundo Molina • Universidad Autónoma de Chiapas  
Miguel Abud Archila • Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. México  
Ottmar Raúl Reyes López • Academia de Química y Biología en la UPIITA del IPN  
Raúl Herrera González • Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. México  
Sandra Isabel Ramírez González • Universidad Autónoma de Chiapas  
Víctor Darío Cuervo Pinto • Instituto Politécnico Nacional-UPIITA

## **Asesor:**

Orlando López Báez • Universidad Autónoma de Chiapas

## **Coordinación y gestión operativa**

Lucía G. León Brandi • lucia.leon@unach.mx  
Silvia E. Álvarez Arana • silvia.alvarez@unach.mx  
Gabriel Velázquez Toledo • gabriel.toledo@unach.mx

## **Instructivo de publicación:**

<https://www.espacioimasd.unach.mx/index.php/Inicio/Instrucciones>

# ÍNDICE

Editorial	6
-----------	---

## Artículos

La interacción-texto lector en <i>Duelo por Miguel Pruneda</i> , de David Toscana	9
Influencia del aislamiento por COVID-19 en el rendimiento académico en estudiantes universitarios de ingenierías	22
Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de concreto usados en la construcción de viviendas en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas	34
Uso del vidrio molido como sustituto del agregado fino en mezclas de mortero de albañilería	48
Reflexiones éticas relacionadas con el uso e investigación de la nanotecnología	62
La peregrinación de la virgen Corazón de María como práctica de territorialidad en el ejido Francisco Sarabia, Comitán de Domínguez, Chiapas	86
Inteligencia Artificial aplicada a Vehículos Autónomos: Un Análisis Bibliométrico	101
Mercadotecnia verde para productores orgánicos de Chiapas, desde la perspectiva de la ecoeducación	114
Manifestaciones orales en pacientes con COVID-19	139

**Documento Académico**

Álvar Núñez y Mala Cosa

158

## EDITORIAL

Estimados lectores, colaboradores y comunidad en general, esperamos que en este momento se encuentren gozando de salud y que el nuevo año sea un momento de definición y cumplimiento de proyectos y anhelos. Como humanidad, seguimos en medio de la vorágine de la nueva normalidad y entramos al tercer año de la pandemia con más incertidumbres individuales, quizá que antes, pero también gracias al enorme respaldo que la ciencia ha provisto, vemos que estos nuevos embates parecen menos graves.


En este clima de cambio y retos continuos, hemos llegado, con un enorme orgullo y amor por la labor editorial, a nuestro décimo año de publicar con estricto respeto de su periodicidad, la Revista de Divulgación Científica de la Universidad Autónoma de Chiapas: Espacio I+D. Innovación más desarrollo. No podríamos mencionar todos los aprendizajes que como equipo hemos tenido y que cada día tenemos, sin embargo, el más importante de ellos ha sido el comprender la responsabilidad que como comunicadores de la ciencia tenemos en el manejo de la información y el conocimiento producido por los investigadores que confían en el respaldo editorial que brinda la UNACH.

Deseamos que este año podamos recibir una variada retroalimentación y que la situación nos permita conmemorar este Décimo aniversario, así como agradecer a todos los que han sido parte de esta experiencia académica. Para iniciar, ponemos a su disposición nuestra revista número 29, Vol. XI, en el que presentamos los siguientes artículos: Influencia del aislamiento por COVID-19 en el rendimiento académico en estudiantes universitarios de ingenierías, La interacción-texto lector en Duelo por Miguel Pruneda, de David Toscana, Uso del vidrio molido como sustituto del agregado fino en mezclas de mortero de albañilería, Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de concreto usados en la construcción de viviendas en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Inteligencia Influencia del aislamiento por COVID-19 en el rendimiento académico Artificial aplicada a Vehículos Autónomos: Un Análisis Bibliométrico, Reflexiones éticas relacionadas con el uso e investigación de la nanotecnología, Manifestaciones orales en pacientes con COVID-19, Mercadotecnia verde para productores orgánicos

de Chiapas, desde la perspectiva de la ecoeducación, La peregrinación de la virgen Corazón de María como práctica de territorialidad en el ejido Francisco Sarabia, Comitán de Domínguez, Chiapas, además de un documento académico titulado: Álvar Núñez y Mala Cosa.

Espacio I+D siempre está en actualización y en la búsqueda permanente de mejoras que permitan acercar el conocimiento científico a la sociedad, por lo que este año hemos sistematizado los diez años de productos de divulgación científica audiovisuales en el micrositio: [Un Espacio para la Ciencia](#). Esperamos que sea de su agrado y puedan colaborar en ella, de la que también pueden conocer más en la [Convocatoria permanente](#).

Sin más, deseamos para todos nuestros lectores y colaboradores un venturoso 2022 de parte de todo el equipo editorial.

¡Que disfruten este Espacio de Innovación, Desarrollo,  
Conocimiento y Cultura! 

«*Por la conciencia de la necesidad de servir*»  
Universidad Autónoma de Chiapas

Los Editores



# ARTÍCULOS



# La interacción-texto lector en *Duelo por Miguel Pruneda*, de David Toscana

Text-reader interactions in *Duel for Miguel Pruneda*, by David Toscana

—

Ada Aurora Sánchez Peña  
sanchezp@ucol.mx  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7698-0522>

FACULTAD DE LETRAS Y COMUNICACIÓN DE LA  
UNIVERSIDAD DE COLIMA. MÉXICO



Para citar este artículo:

Sánchez Peña, A. A. . (2022). La interacción-texto lector en *Duelo por Miguel Pruneda*, de David Toscana. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 11(29). <https://doi.org/10.31644/IMASD.29.2022.a01>

## RESUMEN

En el contexto de la narrativa mexicana contemporánea, David Toscana es una de las voces fundamentales. En virtud de los vacíos y *negaciones* que conlleva su novelística, David Toscana demanda una activa participación del lector, dado que le incita a internarse en un realismo desquiciante, que subvierte toda lógica e interpela una gran diversidad de normas. En este ensayo se propone un nuevo acercamiento a *Duelo por Miguel Pruneda*, de David Toscana, a fin de analizar la interacción texto-lector que alienta la novela y de la cual deriva un peculiar efecto estético de rechazo y empatía hacia los personajes representados. Para lograr este objetivo, se recurre a la teoría del efecto estético de Wolfgang Iser.

### Palabras clave:

*Interacción texto-lector; efecto estético; novela mexicana.*

— *Abstract*—

David Toscana is one of the fundamental voices in Mexican contemporary narrative. Due to the omissions and *negations* embodied in his novels, David Toscana demands active participation by the reader. Toscana's work incites the reader to go deep into a *maddening realism*, that subverts all logic and bends a wide range of norms. This article proposes a new approach to *Duel for Miguel Pruneda*, by David Toscana, that analyses the text-reader interactions motivated by the novel, which also create a peculiar aesthetic effect of both rejection and empathy for the characters. To follow this objective, this article draws upon Wolfgang Iser's theory of the aesthetic effect.

**Keywords:**

*Text-reader interactions; aesthetic effect; mexican novel.*

Publicada por Plaza y Janés en 2002, la novela *Duelo por Miguel Pruneda*, de David Toscana (Monterrey, Nuevo León, 1961), marca un momento clave en la narrativa de este escritor regiomontano. Así, por ejemplo, comienzan a definirse con mayor claridad y acierto las constantes de lo que el propio escritor ha denominado un *realismo desquiciante*, como, a su vez, las diversas estrategias con que suele apelar al lector: la ironía, lo grotesco, el absurdo, los ámbitos liminales de la realidad y la ficción, la sobreindeterminación del discurso literario y lo que podría considerarse un quiebre sistemático de expectativas en la lectura.

Analizar una novela como *Duelo por Miguel Pruneda*, en el marco de la narrativa toscana —que a la fecha considera un libro de cuento y diez novelas, incluida la que nos ocupa en esta ocasión—, representa, desde nuestro punto de vista, entrar en diálogo con una propuesta literaria de factura original y desestabilizadora en el contexto de la literatura mexicana contemporánea.

*Las bicicletas* (1992), *Estación Tula* (1995) y *Santa María del Circo* (1998) forman parte del primer ciclo novelístico de David Toscana. De entre estas tres obras, la más destacada es *Santa María...*, novela polifónica, carnavalesca, en que se describe el mundo de un grupo de cirqueros que desea fundar un pueblo nuevo, como si se tratase de un falansterio. Por su tono irónico, irreverente, y por sus personajes freaks y desparpajados, la novela suscita diversos efectos y posibilidades interpretativas. En esto radica, en parte, el éxito que ha tenido en su recepción crítica. El segundo ciclo novelístico de David Toscana incluye *Duelo por Miguel Pruneda* (2002), *El último lector* (2004) y *El ejército iluminado* (2006). En todas estas novelas el espacio geográfico aludido de un modo u otro es el norte de México, en particular la ciudad de Monterrey. En el tercer ciclo novelístico, que mantiene las características generales de la narrativa toscana por cuando a la creación de personajes bizarros, grotescos, absurdos y, en ocasiones, hilarantes, se introducen nuevos espacios geográficos que pueden ser varios a la vez, espacios europeos donde la guerra es una constante en la trama. Forman parte de este ciclo sus últimas novelas: *Los puentes de Königsberg* (2009), *La ciudad que el diablo se llevó* (2012), *Evangelia* (2016) y *Olegarov* (2017).

En el presente ensayo proponemos analizar cuáles son los mecanismos de interacción entre el texto y el lector que permiten la comprensión y la experiencia estética de una obra transgresora, incómoda, como es *Duelo por Miguel Pruneda*. A partir de los aportes de Wolfgang Iser (1987 [1976], 1989, 1993) nos preguntamos qué sucede en el lector cuando se interna en el orbe literario de David Toscana, cuáles son las operaciones que, vía la estructura preorientadora del texto, requiere realizar para constituir el sentido de la novela de Toscana y qué repertorio, en términos de Wolfgang Iser, es necesario considerar para acercarse al mundo toscano.

Antes de responder estas preguntas, es importante subrayar que seleccionamos *Duelo por Miguel Pruneda* porque a raíz de esta novela se establece con mayor maestría su *realismo desquiciado*, es decir, un realismo en que no actúa ni la lógica ni la razón y en el que los personajes, en el filo de la locura, la evasión y el absurdo, se entregan a la imaginación, en virtud de que es en este plano donde encuentran el sentido de su existencia.

#### LA INTERACCIÓN TEXTO-LECTOR DESDE LA TEORÍA ISERIANA

Todo escritor, escritora, tiene una imperiosa necesidad comunicativa. Su palabra, expresada de forma oral o escrita busca siempre a un *otro*, incluso cuando el otro sea él mismo en actitud distanciada. La palabra que trasciende el pensamiento y se manifiesta como materia sonora o física, en cualquiera de sus posibles soportes, en el fondo anhela respuesta y una cierta permanencia. El escritor, explica Lázaro Carreter (1999), rompe el silencio animado por una necesidad comunicativa, como lo haría un viajero en el departamento de un tren. Esta irrupción acontece de “modo bien extraño”, porque el escritor no tiene propiamente un interlocutor que le permita, a su vez, convertirse en receptor:

Su comunicación es centrífuga, y no espera respuesta, sino acogida. Además de centrífuga, resulta pluridireccional: el mensaje sale a la vez por los cuatro cuadrantes. Pero se dirige a receptores sin rostro; muchos no han nacido: tal vez acojan un texto cuando él ya no exista. (Carreter, 1999: 158)

El lector, lectora, al que aspira todo escritor se traduce en el *espíritu de apelación* que conlleva el texto literario, esto es, la invocación al *otro*, al lector que, vía operaciones imaginativas, correlacionales y sintetizantes podrán convertir la letra muda en un concierto de voces y significaciones diversas, de vidas que se multiplican en sus discursos y actos. Según Barthes (2000), el que escribe, el que modela una realidad artística, busca al lector sin conocer dónde se encuentra este. Sin embargo, “no es la persona del otro lo que necesito, es el espacio: la posibilidad de una dialéctica del deseo, de una imprevisión del goce; que las cartas no estén echadas sino que haya juego todavía” (2000: 12).

En *El acto de leer: Teoría del efecto estético*, Iser (1987) habla del lector implícito como de una estructura cóncava que hará posible que el lector real intervenga en el texto, se implique, sea la energía movilizadora que asuma las indicaciones preorientadoras de la configuración artística. El lector implícito no es, desde luego, el lector real, pero es la estructura abierta

que permite la acción exterior. “El lector implícito es intención, por cuanto *apunta a*, y acto, por cuanto reclama decisiones, procesos, de un lector de carne y hueso. Es, en suma, el punto en que convergen objeto y sujeto, texto y lector” (Sánchez, 2019: 111).

David Toscana desarrolla una novelística altamente apelativa, una narrativa que demanda un esfuerzo especial del lector en la captación de un mundo alucinante, en que se pierde el sentido tradicional de la verosimilitud del texto, porque simplemente los personajes operan bajo una lógica propia que termina imponiéndose al lector.

En términos iserianos, los espacios vacíos o blancos son todo aquello no dicho en el texto, lo que debe completar el lector o, en términos de Ingarden (1998), manchas de indeterminación. En el espacio en blanco existe una oportunidad de *llenado* que otorga al lector la posibilidad de colaboración, interacción y complicidad con el texto literario.

Como señala Iser (1987), los espacios vacíos son estructuraciones de capital relevancia en la indeterminación del texto, al igual que las *negaciones* o confrontaciones a normas literarias, sociales o axiológicas del lector. Los espacios vacíos o blancos, conforme a su multiplicación o medida, indican el tipo de interacción texto-lector.

El efecto estético del texto está condicionado, en consecuencia, por el grado de indeterminación del discurso literario, por las exigencias que le impone el texto en su decodificación y, por supuesto, por el tipo de concretización o llenado de vacíos que lleve a cabo el lector. Los blancos o vacíos se multiplican en la medida que crecen las perspectivas presentadas en el texto y, todavía más, cuando se combinan las contraposiciones entre una perspectiva y otra. Al hacer esto, de acuerdo con Iser (1987), el ángulo de visión del lector se vuelve móvil, al tiempo que se distinguen nuevos blancos o vacíos.

Mientras más compleja sea la estructura de un texto, más se complicará el proceso de las representaciones del lector que, ante un texto fictivo, diremos, se ve apelado a un doble trabajo de restauración de contingencias o déficits en la comunicación. “Cuanto más un texto afina su retículo de presentación y esto equivale: cuanto más plurales son las perspectivas esquemáticas que proyecta el objeto del texto, tanto más equívocamente crece su indeterminación” (Iser, 1987: 266).

El lector, frente a los vacíos, podrá esforzarse en completar lo faltante, en encontrar una relación lógica entre un evento y otro, en reponer un conectivo, en agregar nuevos datos o, también, en rechazar el texto por complejo, oscuro o ambiguo. En cualquier caso, no obstante, el lector habrá sido obligado a tomar una decisión. Al implicarse el lector en el texto es posible que *sea* en el texto y, con base en su propio bagaje y expectativas, vaya al encuentro de la obra.

La condición “incitante de los textos” solo se conoce por el efecto que producen (Iser, 1989: 133). Este efecto, a su vez, se despierta a través del proceso de lectura que parte de la configuración artística de la obra literaria y de las operaciones lectoras que van reconfigurando, en correlatos sucesivos, los elementos de la obra para establecer una consistencia en el sentido. Todo esto implica que, si bien existe una estructura dada por el texto, y que corresponde a lo que Iser denomina polo artístico, la obra literaria —más allá del texto— solo alcanzará su condición cuando, vía un lector esteta, lo sugerido, lo no-dicho, lo esbozado estructuralmente, pase a ser una actualización, un acontecimiento de sentido, a partir de la lectura o implicación comunicativa entre texto-lector. Para decirlo de otro modo: solo cuando se cree el polo u objeto estético habrá obra literaria.

Considerando el alto nivel de porosidad de la narrativa toscaniana, de las constantes negaciones que formula y de los vacíos que plantea se encuentran tanto en el eje sintagmático como paradigmático de la narración, la teoría iseriana resulta más que oportuna para aproximarnos a David Toscana, uno de los escritores fundamentales de la literatura mexicana actual.

#### LOS BLANCOS O VACÍOS EN LA NOVELA

*Duelo por...* narra la historia de Miguel Pruneda, un hombre a punto de jubilarse que, al conocer la noticia de que recibirá un homenaje por sus largos años de servicio en una empresa regiomontana, busca evadir la ceremonia (el discurso de agradecimiento), y la realidad misma. No solo revive una antigua afición infantil por los ambientes de los panteones al robar los huesos de una cripta, sino que, junto con su esposa Estela, su vecino Horacio, y Mónica y Hugo, intentará conservar en formol el cadáver de José Videgaray, un anciano —vecino suyo— que murió inesperadamente y a quien le distinguió el gusto por los toros y un sentimiento antiyanqui. La novela muestra, entrelazadas, las historias necrófilas de Miguel, la vida matrimonial apática y aburrida de Pruneda y Estela, el asesinato de un profesor estadounidense a manos de José Videgaray, un accidente aéreo y las historias de otros muertos con que se topa el personaje principal.

Los vacíos pueden percibirse en la dimensión sintagmática de la novela, en el cambio de un capítulo a otro, en las líneas argumentales o en la transferencia de una perspectiva a otra (del personaje principal a uno secundario, por ejemplo). Sin embargo, los vacíos más interesantes y los que confrontan más al lector se localizan en el eje paradigmático, puesto que emergen cuando el texto subvierte una norma y es el lector el que se ve incitado a tomar una posición frente a tal situación.

En el caso de *Duelo por...* se ve que la muerte, ese gran vacío físico, cobra un valor simbólico extraordinario, pues todas las historias que se

presentan tienen que ver con la muerte, así como todas las incógnitas que se formulan y que no siempre alcanzan a contestarse (desde las relacionadas con el origen de un accidente aéreo en la década de 1960, referente real e histórico en la novela; la desaparición de niñas; la oscura existencia del finado Videgaray; hasta lo que podría ser la muerte anunciada de Pruneda, con su jubilación y despedida del mundo laboral). La muerte se percibe como el gran vacío que enlaza todos los vacíos argumentales de la novela. Más aún: en Toscana, la muerte —como explica Castillo (2008)— es un *leitmotiv* que permea toda su obra.

Con Toscana sucede que la muerte se observa en *close up*; de hecho, lo grotesco, como otro más de los elementos característicos de Toscana, se asienta en la exageración de un rasgo físico desagradable o en el regodeo de las imágenes de la muerte, sus mutilaciones y desencantos. Cuando decimos que la muerte es un vacío que engarza otra serie de vacíos que aparecen en las líneas de acción, nos referimos esencialmente a que la muerte, desde su condición metafísica, como la “ya nada”, es la incógnita central de la que se desprenden todas las pequeñas interrogantes o todas las pequeñas muertes, dudas, que el lector va experimentando a lo largo de la lectura.

Pero los vacíos, además de encontrarse en la “irresolución permanente” de interrogantes, también se hallan en la caracterización de los personajes. Estos aparecen descritos con mínimos adjetivos, en general se acentúan sus defectos físicos (la obesidad, la flacidez, la palidez, la amputación de un miembro...); son teatrales, pero no se dice mucho de su esfera sentimental. Hay que observarlos, acecharlos en el gesto, en su silencio. En este sentido, es obvio que se demanda del lector un ejercicio activo en la representación de las características faltantes.

Con base en las acciones de los personajes, se visualiza a Estela como una amorosa, pero ridícula y trivial esposa; a Pruneda, como un hombre intolerante, necrófilo, cínico, aunque también nostálgico y solidario; a José Videgaray, como un asesino sádico, pero con tintes idealistas y heroicos... Las características contradictorias de los personajes provocan una especie de campo magnético de atracción y repulsión en que el lector se siente sujeto, pues no logra ni una total identificación o empatía, ni un total rechazo. El contacto con ciertos personajes toscanianos, pongamos por caso a Miguel Pruneda, causa un efecto parecido al que en la poesía genera el aprosdóqueton, “la palabra o expresión imprevista, usada de manera extrañante o en lugar de una alocución usual” (Marchese y Forradellas, 1986: 33).

Los rasgos de naturaleza opuesta en los personajes despiertan en el lector una sensación de “desconfianza”, de incertidumbre, o incluso de “disonancia semántica”, ya que, como decíamos, hacen escurridiza la aprehensión del personaje. En este caso, no se trata, claro, de que los personajes deban presentarse planos, sin los necesarios matices que en la vida real acusamos



los seres humanos, sino de que Toscana trabaja de forma intencional, desde la estructura preorientadora del texto, el que los personajes se presenten ante el lector con características que parecieran excluirse unas a otras: intolerante/solidario; asesino/heroico, por ejemplo. Hay una lucha aquí entre los atributos negativos y los positivos que, dependiendo del lector, concluirá en el triunfo de unos o de otros, o en la sensación de ambigüedad. Así, José Videgaray, que asesinó con una espada de torero a un profesor estadounidense, tal como se hiciera con una bestia, podrá ascender a héroe si considera que Videgaray, más que un asesino es un patriota que elimina a la persona que encarna el yugo yanqui sobre los mexicanos, según piensa el personaje de Horacio.

Toscana narra con la clara intención de provocar algo en el lector, de sacudirlo, de hacerlo experimentar “reacciones estéticas, morales o ideológicas” (Moreno, 2004: 23). Desde esta perspectiva, su espíritu es romántico, pasional, más del lado de las emociones que de la racionalidad. Quizás por eso sus personajes se conducen con la brújula de la libre voluntad, por encima de la lógica o la rigidez de las formas.

#### REPERTORIO, NEGACIÓN E INTERPELACIÓN

Para el lector mexicano, en las novelas de los dos primeros ciclos escriturales de Toscana, funciona como repertorio o elementos sedimentados de su tradición, las referencias a la historia mexicana, mitos, notas periodísticas resonantes, descripción de espacios geográficos específicos, dichos populares, etcétera.

La narrativa toscaniana, y de manera particular *Duelo por...*, expone, a través del repertorio, la transgresión de muy distintas normas sociales, éticas, morales, religiosas. Dentro de las preocupaciones toscanianas resaltan la crítica a las instituciones (la Iglesia, la escuela, la familia, la Patria), a los códigos (de la lengua, la urbanidad, el honor), los rituales (de la muerte, del amor...) y a la Historia.

*Duelo por...* es una de las novelas más “incómodas” de Toscana precisamente por el conjunto de negaciones a las normas que allí se exponen. La más subversiva de las negaciones, de la que parten todas, es la que se refiere al ámbito de lo privado. Sobre lo que significa este ámbito, Roger Chartier explica que en los espacios privados se consume el cuidado del cuerpo, de las funciones naturales o el lenguaje del amor. En el espacio de lo privado se manifiestan “los afectos, los sentimientos y, a veces, las perversiones” (en Scarano, 2007: 50).

El ámbito de lo privado (tradúzcase como la casa, la recámara, el baño y hasta la tumba) es violentamente “saqueado” en *Duelo por...* En consecuencia, lo que sucede en este ámbito se despoja de la intimidad, del recogimiento

esperables y, en su descarada exhibición, provoca asco, horror, rechazo. Pero también, y porque aquí radica parte del estilo toscano, la risa abierta o la sonrisa amarga. La orientación del texto inclinará al lector, como en el vaivén de un barco, hacia emociones opuestas, con cierta velocidad fulminante que Toscana logra provocar gracias a la ironía de diversos tipos que maneja y al quiebre de expectativas en la lectura.

Veamos los siguientes dos ejemplos en que se muestra, en contraste, el tratamiento de la muerte. En el primer ejemplo, la descripción grotesca de un cadáver resulta irreverente, sacrílega; en el segundo, la enunciación de los motivos por los que mueren las personas en las grandes ciudades resulta cómica. El tema de la muerte es el mismo, pero su tratamiento, de una página a otra en Toscana, da por resultado efectos disímboles:

Ejemplo 1 (Miguel Pruneda frente al cadáver de José Videgaray):

Para Miguel, lo obvio era desnudarlo, sin embargo, no quería tener tratos con esa carne vieja, no quería ni pensar en esa piel arrugada al punto de parecer escamas, le espantaba llegar a descubrir unas tetillas camufladas, un pene minúsculo, agazapado en sus pellejos, blancuzco, un champiñón a medio brotar; no quería enterarse de lo que sería su propio pene en unos años más. (Toscana, 2002: 51)

Ejemplo 2 (Miguel Pruneda conversa con Mónica, en el panteón):

En esta ciudad mueren alrededor de ciento cincuenta personas al día: porque se hicieron viejas, porque se distrajeron, porque comieron lo que no debían, porque cambiaron de carril, porque un aire, un virus o una bala, porque la vida no vale nada, porque te vi con otro, porque no usó el puente peatonal, porque el colesterol o la falta de ejercicio o no sé cuántos voltios o nadie le enseñó a nadar, o porque quién le manda, por pendejo. (Ibid, 117)

El lector observa a los personajes violentar la norma de dar sepultura a un cadáver (el de José Videgaray), en aras de cumplir otra norma: hacer valer la última voluntad del propio difunto (quedarse por siempre en su departamento). La norma que elimina a otras normas resulta un acto absurdo, extraño, que desorienta al lector, pero también puede provocarle risa esta paradoja: el cumplimiento de toda norma conlleva al mismo tiempo el desacato de otra.

De acuerdo con Iser (1987), el hacer visible las normas del entorno social a través del texto literario permite “adquirir una conciencia de en dónde se está aprisionado” (322). Con las negaciones a las normas, automáticamente se abre un espacio para la intervención del lector, quien en la apelación a sus saberes sedimentados encuentra un llamado a tomar y ocupar una posición

frente al texto. La moral de los personajes toscanianos, en particular de los principales, se torna ambigua, liminal, como, a su vez, las dimensiones en que ellos suelen manejarse: la realidad, el sueño, el delirio...

La supresión de los espacios y modos habituales de la privacidad, en calidad de norma subvertida, hace, pues, que *Duelo por...* demande la intervención de un lector dispuesto a la confrontación de sus propios marcos y al seguimiento atento de las dobles ironías con que Toscana va pintando su narrativa.

En *Duelo por...* lo absurdo provoca molestia, desconcierto, incomodidad y, de nuevo, como en otros casos, risa. Esto porque en Toscana el absurdo es existencial y surrealista; apela tanto a la incomunicación, a la clausura, como a lo pueril, lo fantasioso o sin sentido. Es comprensible, de esta manera, que, frente al absurdo como experiencia ambigua, el lector se sienta desubicado, incapaz de alguna manera de definir la sensación final que le provoca la lectura de *Duelo por...* al ser esta tan opalescente, ambarina.

El absurdo presente en la novela puede, incluso, atentar contra el pacto de lectura, contra la verosimilitud del relato. Pero si el lector abandona su expectativa inicial de encontrar una lógica de causa-efecto en los eventos de la novela, pronto distinguirá, paradójicamente, un sentido en el actuar absurdo de los personajes, pues su “estallido”, no es más que un reflejo de la sociedad contemporánea, que amalgama progreso, violencia y deshumanización. Bien afirma Miguel Rodríguez que *Duelo por...* se trata de una novela provocadora e “intencionalmente absurda y desesperante” (Rodríguez, 2008: 196).

Si, desde el absurdo, la violentación del orden de la lógica exige al lector un cambio en sus puntos de referencia y en su concepción acerca de los límites entre realidad y fantasía; desde lo grotesco, por lo que corresponde la confrontación de diversas normas sociales, como las que atañen a la medida, el orden y la privacidad del cuerpo, se exige una actitud de *resistencia*.

No obstante, habrá que señalar también que Toscana, consciente de la necesidad de no perder comunicación con el lector, de no extenuarlo al grado tal que abandone la novela por la saturación de ambientes pesados desde el punto de vista de lo grotesco, coloca hábilmente en la novela “respiraderos” por donde se cuele el aire. Así, a manera de “descansos”, trabaja diversos recursos: intercalar capítulos de distinto tono en que se disminuye la violencia o lo grotesco; cerrar párrafos y capítulos con una frase irónica que convoca a la risa y, en consecuencia contribuye a destensar lo antes tensionado o, por lo menos, con un matiz respecto a la sordidez de los personajes que los hace aparecer menos crueles o incluso desprotegidos; romper la solemnidad de una situación con otra de carácter absurdo y otorgarle un tinte detectivesco a la trama cuando se investiga la muerte o el paradero de algunos personajes.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con lo visto, la novela no es total y uniformemente oscura, grotesca o violenta; en ella la apelación a la risa, mediante la ironía o la burla, hace contrapeso y sitúa al lector en un plano de relativa superioridad, desde donde se siente protegido o distanciado —a ratos— frente a lo que el texto le propone. El lector, en el esfuerzo que le demanda la lectura, reconoce que “lo dicho solo parece adquirir significación en tanto refiere a las omisiones; es por medio de implicaciones y no a través de afirmaciones que se da forma y peso al significado” (Iser, 1993: 355).

En *Duelo por...* el lector, al ser espectador del naufragio de Pruneda, consigue ver en este personaje, por una parte, la sordidez y, por otra, la conmovedora desprotección ante la soledad y la muerte. Dicho de otro modo, empieza a observar como propio el duelo por el personaje, y es entonces que la experiencia estética hace posible la recuperación de un horizonte que, en principio, parecía totalmente ajeno.

La interacción texto-lector está condicionada, en la novela, por la identificación de momentos clave de la historiografía de México que desmitifican, con sorna, a algunos de sus personajes emblemáticos; al mismo tiempo, por una disposición lectora al seguimiento de una trama absurda con frecuentes quiebres en las expectativas del lector. El imaginario de la privacidad, de la medida, se subvierte desde la negación de normas sociales implícitas, en tanto los personajes, en su realismo desquiciante, desatienden estos marcos referenciales. La provocación a la lógica, a la convención, a la “propiedad”, es una constante toscaniana.

Por último, hay que señalar que, si como expresa Iser (1987), los textos se conocen por los efectos que provocan, es claro que en Toscana ese efecto se vivencia en varias dimensiones gracias a un estilo narrativo trabajado con “premeditación y alevosía”. La ambivalencia de las emociones, la incertidumbre misma que experimenta el lector, a tono con la época contemporánea, se vislumbra como parte consustancial del objeto estético que deviene a partir de la muy activa interacción texto-lector que anima la obra de David Toscana, un escritor que ya ha ingresado al canon de la literatura mexicana del siglo XX.

## REFERENCIAS

- Barthes**, R. (2000). *El placer del texto y lección inaugural de la cátedra de semiología literaria del College de France*. N. Rosa y Óscar Terán, Trads. México: Siglo XXI.
- Carreter**, L. (1999). La literatura como fenómeno comunicativo. En J. A. Mayoral (Comp.), *Pragmática de la comunicación literaria* (pp. 151-170). Madrid: Arco/Libros, 1999.
- Castillo A.**, N. L. (2008). Monterrey en la narrativa de David Toscana: entre la muerte, el desquiciamiento y las toscanidades. En N. Guzmán (Comp.), *Narrativa mexicana del norte. Aproximaciones críticas* (pp. 183-194). México: The University of Texas at El Paso/ Tecnológico de Monterrey/ Ediciones Eón.
- Ingarden**, R. (1998). *La obra de arte literaria*. Trad. e introducción de G. Nyenhuis. México: Universidad Iberoamericana / Taurus.
- Iser**, W. (1993). La interacción texto-lector: algunos ejemplos hispánicos. En D. Rall (Comp.), S. Franco y otros, Trads., *En busca del texto. Teoría de la recepción literaria* (pp. 351-364). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Iser**, W. (1989). La estructura apelativa de los textos. En R. Warning (Ed.), *Estética de la recepción* (pp. 133-148). Madrid: Visor.
- Iser**, W. (1987). *El acto de leer: Teoría del efecto estético*. Trad. M. Barbeito. Madrid: Taurus.
- Marchese**, A. y Forradellas, J. (1986). *Diccionario de retórica, crítica y terminología literaria*. Barcelona: Ariel.
- Moreno R.**, E. (2004). La construcción de la ciudad en la novela norteña. *Revista de Humanidades*, 17: 13-31.
- Rodríguez L.**, M. G. (2008). Notas sobre *Duelo por Miguel Pruneda* y *El último lector* de David Toscana. En N. Guzmán (Comp.), *Narrativa mexicana del Norte. Aproximaciones críticas* (pp.195-206). México: The University of Texas at El Paso/ Tecnológico de Monterrey/ Ediciones Eón.
- Sánchez**, A. A. (2019). “Entre la seducción y el absurdo: el lector delirante que promueve la narrativa toscaniana”. En T. Torres Mujica, G. Valenzuela Navarrete, P. Morales Lara, et al. (Coords.), *Desplazamientos de la literatura mexicana actual* (pp. 107-125). México: Ediciones Eón/ Universidad Iberoamericana-Campus León/ Universidad de Guanajuato.
- Scarano**, L. (2007). *Palabras en el cuerpo. Literatura y experiencia*. Buenos Aires: Biblos.
- Toscana**, D. (2002). *Duelo por Miguel Pruneda*. México: Plaza y Janés.

# Influencia del aislamiento por COVID-19 en el rendimiento académico en estudiantes universitarios de ingenierías

Influence of COVID-19 isolation on academic performance in  
engineering university students

—

Orlen Ismael Araujo Sandoval<sup>1</sup>  
orlenisma@hotmail.com

Rómulo Danilo Arévalo Hermida<sup>2</sup>  
danylo.ah@hotmail.com

1 INVESTIGADOR INDEPENDIENTE

2 UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ. ECUADOR



Para citar este artículo:

Araujo Sandoval, O. I. ., & Arévalo Hermida, R. D. . (2022). Influencia del aislamiento por COVID-19 en el rendimiento académico en estudiantes universitarios de ingenierías. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 11(29). <https://doi.org/10.31644/IMASD.29.2022.a02>

## RESUMEN

El brote de la enfermedad COVID-19 ha causado grandes estragos a nivel global, la educación ha utilizado las tecnologías de la información y comunicación (TIC) para transformar la enseñanza presencial en virtual. Con la implementación, en Ecuador, del aislamiento preventivo obligatorio (APO), las instituciones de educación superior aplicaron estrategias que, apoyadas en las TIC, proporcionaron un ambiente propicio para la teleeducación, sin embargo, los estudiantes, a pesar de encontrarse en sus hogares, sufren los estragos del aislamiento. Por lo antes mencionado, esta investigación pretende determinar la influencia en el rendimiento académico de los estudiantes de las carreras de ingeniería de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión El Carmen debido a la aplicación del APO, para lo cual, se aplicó un análisis cuantitativo basado en las calificaciones del total de estudiantes matriculados en los periodos 2019(2) y 2020(1), posteriormente con la herramienta informática MiniTab y SPSS se tabularon e interpretaron los datos. Con los resultados alcanzados se determinó que el aislamiento ha tenido un impacto significativo en los alumnos, en particular en estudiantes de género femenino en comparación con los hombres.

### Palabras clave:

*Educación superior; teleeducación; rendimiento académico; COVID-19; aislamiento.*

— Abstract—

The outbreak of the COVID-19 disease caused a great damage globally, where education has used the information and communication technologies (ICT) to transform face-to-face teaching to virtual one. The implementation in Ecuador of mandatory preventive isolation (APO), higher education institutions applied strategies that, supported by ICT, provided an environment conducive to tele-education, however, students despite to be at home suffer the ravages of isolation. Due to the aforementioned, this research aims to determine the influence in the academic performance of students of engineering careers of the Laica Eloy Alfaro de Manabí University extension El Carmen due to the application of the APO, for that, a quantitative analysis was applied based on the scores of the total students enrolled in the periods 2019 (2) and 2020 (1), the data was tabulated and interpreted using the informatic tool MiniTab and SPSS. With the results achieved, it was determined that isolation has had a significant impact on students, particularly male students compared to female students.

**Keywords:**

*Higher education; tele-education; academic achievement; COVID-19; isolation.*



El 2020 es un año trascendental, al estar marcado por la pandemia global de la enfermedad COVID-19 que es causada por el virus de síndrome respiratorio agudo grave coronavirus 2 (SARS-COV-2). De acuerdo con la Organización mundial de la salud (2019), el primer caso de esta enfermedad infecciosa se registró en Wuhan, China, a finales de 2019, sin embargo, a pesar de los esfuerzos para prevenir el contagio y su transmisión, logró extenderse a todos los continentes, por lo que en marzo de 2020 la OMS declaró a la enfermedad COVID-19 como una pandemia, debido a su rápida propagación y al número de víctimas que tomaba a nivel mundial.

Una medida de prevención que han adoptado diversos países es la suspensión de eventos y cierre de establecimientos donde puedan existir aglomeraciones, esto ha ocasionado que los centros educativos no puedan acoger a los estudiantes en sus instalaciones, lo que según la UNESCO (2020) ha afectado a cerca de 1200 millones de estudiantes, quienes han tenido que prescindir de las clases presenciales.

El Ecuador como respuesta a la pandemia por la COVID-19 estableció, mediante el decreto ejecutivo 1017, el aislamiento preventivo obligatorio (APO). De acuerdo con Bennet “El aislamiento es el proceso y el procedimiento utilizado para prevenir que un individuo infectado pueda transmitir una enfermedad contagiosa a otros” (2015: 168), este tipo de medida tiene repercusiones directas sobre los sectores económicos del país, siendo otro de ellos el de la educación. Con el precepto del APO las instituciones de educación superior se vieron en la obligatoriedad de transformar la enseñanza presencial en modalidad virtual, como la teleeducación.

La teleeducación, de acuerdo con Buitrón & Enrique (2020) ofrece un entorno digital en donde la infraestructura tecnológica posibilita la asistencia a clases a través de diversos dispositivos, así, se comparten temarios, tutorías, material didáctico y todas aquellas acciones que favorecen a una formación eficaz desde el hogar.

Con respecto a lo antes mencionado, las instituciones de educación superior han afrontado la transición hacia la teleeducación de forma súbita y se han visto en la necesidad de implementar herramientas que, apoyadas en las tecnologías de la información y comunicación (TIC), generen un ambiente de aprendizaje en donde exista una interacción alumno-profesor, esto implica un mayor compromiso por parte del alumno, ya que es el responsable de su propia educación y el docente actúa como guía del proceso educativo (Lopez Sepulveda, 2001).

Si bien los ambientes de aprendizaje con la implementación de las TIC han generado un espacio de interacción en tiempo real que trasciende los límites de espacio-tiempo y originan circunstancias estimulantes para el aprendizaje (García-Chato, 2014; Vasconcelos, 2015). Se debe considerar que un proceso de aislamiento altera el ambiente de aprendizaje, por lo tanto,

conlleva un mayor esfuerzo por parte del docente y las familias que sumado a la limitación del espacio de interacción social puede afectar al rendimiento académico de los alumnos, considerando que estas circunstancias aumentan la depresión y reducen la concentración (Ceballos Marón & Sevilla Vallejo, 2020; Gamboa Suárez, Hernández Suárez & Prada Núñez, 2021). (Ceballos Marón & Sevilla Vallejo, 2020). Por otra parte, Pérez-López et. al. (2020) infiere que una comunicación entre docente-dicente reduce el riesgo de abandono formado por la no presencialidad entre estudiantes y docentes, factor que se origina por el efecto aislamiento en modelos de enseñanza a distancia que se ha visto agudizado debido a la reclusión forzada por la pandemia.

El desempeño o rendimiento académico se ha concebido como, el resultado cuantificado que el docente utiliza a modo de indicador para establecer los logros alcanzados por el estudiante, este se encuentra ligado a las habilidades sociales debido que a un individuo desde que nace es un ser social y depende de la formación que reciba para mostrarse íntegro ante la sociedad (Jerez, 2017; Treviños, 2016). Existen factores que pueden influir en el rendimiento académico del estudiante, de acuerdo con Espinoza (2017) el ambiente y la motivación contribuyen a determinar la condición de un alumno como desaprobado, además, existe una asociación significativa entre los hábitos de estudio y el rendimiento académico de los alumnos.

Con base en lo anterior, este trabajo se propone determinar la influencia del aislamiento preventivo obligatorio, al que se han sometido los estudiantes, sobre su rendimiento académico y de esta forma determinar si la institución debe establecer nuevas estrategias sobre el proceso de enseñanza – aprendizaje en estudiantes de las carreras de ingeniería del cantón El Carmen.

## METODOLOGÍA

El presente estudio tuvo un enfoque descriptivo para lo cual se empleó un análisis cuantitativo del rendimiento académico sobre un grupo determinado conformado por estudiantes de las carreras de ingeniería de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión El Carmen – Ecuador entre los periodos 2019-2 y 2020-1. La institución en mención instaura a través de la normativa legal vigente una escala final de 0 a 20 puntos, en donde se establece que un cálculo final inferior a 14 puntos da por reprobada la asignatura (ULEAM, 2020).

De acuerdo con Rodríguez (2016), la población está conformada por un grupo determinado o indeterminado de unidades que poseen características en común, por ello, se seleccionó como población a los estudiantes matriculados en las carreras de ingeniería que oferta la institución antes mencionada, tal como se aprecia en la Tabla 1.

Al término del periodo académico se recopilaron las calificaciones obtenidas por estudiante en cada materia en todos los niveles, excluyendo a aquellos quienes se retiraron de la asignatura. Se elaboró una clasificación de los estudiantes por sexo, para una prueba de hipótesis por diferencia de medias entre las dos poblaciones con un valor de significancia de  $\alpha = 0.05$  para lo cual se planteó las siguientes hipótesis.

$H_0$  = El rendimiento académico antes del APO es igual durante el APO.

$H_1$  = El rendimiento académico antes del APO es diferente que durante el APO.

La fórmula utilizada para cálculo y prueba de las hipótesis fue:

$$Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

Finalmente, se realizó un análisis por razón de momios (RM) con un intervalo de confianza del 95% para evidenciar si existe una relación entre el rendimiento académico y el número de reprobados en donde se estableció como factor de riesgo el APO y la aprobación de una asignatura como la condición, posteriormente, se tabularon los datos obtenidos y a través de las herramientas MiniTab y SPSS se realizó la interpretación y diseño de resultados.

**Tabla 1**

*Población estudiantil por periodo académico y carrera*

Periodo académico	Modalidad	Estudiantes por carrera					
		Ingeniería Agropecuaria			Ingeniería en sistemas y tecnologías de la información (TI)		
		Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
2019-2	Presencial	292	208	500	209	151	360
2020-1	Virtual	317	251	568	211	172	383

Fuente: Elaboración propia

## RESULTADOS

Para el análisis de resultados se inició el procesamiento de las calificaciones obtenidas por las estudiantes de ambas carreras. En la carrera de agropecuaria se obtuvo como valor  $Z = -7.63$ , que dentro de una prueba de dos extremos lo ubica en el extremo inferior por debajo del valor crítico ( $Z_c$ )  $\pm 1.96$ , al obtener un valor de prueba de 0 y al encontrarse por debajo del valor  $\alpha = 0.05$  se da por rechazada la  $H_0$ , a diferencia las estudiantes de la carrera de TI obtuvieron un valor  $Z = -1.84$  que la ubica en el extremo inferior por

encima del  $Z_c$  y con un valor de prueba de 0.07 lo que da por aceptada la  $H_o$ , en este primer análisis se deduce que el APO ha influido al rendimiento académico de las estudiantes siendo las mujeres de la carrera de agropecuaria las más afectadas.

Al procesar las calificaciones obtenidas por los estudiantes de la carrera de agropecuaria se ha obtenido un valor  $Z = -4.14$ , valor que se ubica en el extremo inferior por debajo del  $Z_c$ , se obtiene como valor de prueba o lo que da por rechazada la  $H_o$ , por otra parte, de los estudiantes de la carrera de TI se obtuvo un valor  $Z = 0.17$  que los ubica extremo derecho por debajo del  $Z_c$  y con un valor de prueba de 0.86 da como aceptada la  $H_o$ . Para el análisis realizado en los hombres se deduce que durante el APO se ha afectado al rendimiento académico de los estudiantes de agropecuaria, sin embargo, los hombres de la carrera de TI no han tenido un cambio significativo en su rendimiento académico.

Al tener en consideración a todos los estudiantes de cada carrera se denota que la tendencia en el rendimiento académico se mantiene entre hombres y mujeres de la misma carrera, siendo agropecuaria la más afectada. Cabe resaltar que dentro de la carrera de TI existe una marcada diferencia entre los valores de prueba de hombres (0.86) y mujeres (0.07), donde estas últimas se encuentran más cerca del valor de significancia.

Mediante el análisis RM sobre un intervalo con un rango de 1.044 y 2.526, se establece que las estudiantes de la carrera de agropecuaria poseen una probabilidad de 1.624 más de reprobar una materia mientras se encuentran en aislamiento, esto evidencia al APO como un factor de riesgo que influye sobre la condición de aprobación de las estudiantes (Tabla 2). Por otra parte, el intervalo de confianza para las mujeres de TI oscilaba entre 0.787 y 3.894 con una probabilidad de 1.751, con base en lo antes mencionado, se deduce que existe una influencia del APO sobre el estado de aprobación de una asignatura, sin embargo, esta no es significativa para las estudiantes de TI (Tabla 3).

**Tabla 2**

*Análisis RM APO \* Asignatura mujeres de la carrera de agropecuaria*

			Materia		Total
			Aprobado	Reprobado	
Aislamiento Preventivo Obligatorio (APO)	En Aislamiento	Recuento	181	70	251
		% dentro de Materia	51.86%	63.64%	54.68%
	Sin Aislamiento	Recuento	168	40	208
		% dentro de Materia	48.14%	36.36%	45.32%
Total		Recuento	349	110	459
		% dentro de Materia	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3**  
*Análisis RM APO \* Asignatura mujeres de la carrera de TI*

			Materia		Total
			Aprobado	Reprobado	
Aislamiento Preventivo Obligatorio (APO)	En Aislamiento	Recuento	153	19	172
		% dentro de Materia	52.04%	65.52%	53.25%
	Sin Aislamiento	Recuento	141	10	151
		% dentro de Materia	47.96%	34.48%	46.75%
Total	Recuento	294	29	323	
	% dentro de Materia	100.00%	100.00%	100.00%	

Fuente: Elaboración propia

Al aplicar un análisis RM a los hombres de la carrera de agropecuaria se obtuvo un valor de probabilidad de 1.674 para un intervalo entre 1.215 y 2.307, con ello se mantiene relación entre los valores obtenidos entre las mujeres. Además, los estudiantes de la carrera de TI inesperadamente presentan una probabilidad de 3.488 para un intervalo de 2.213 y 5.497, con ello se ratifica al APO como un factor de riesgo que influye de forma negativa en el estado de aprobación de la materia y se puede apreciar en las siguientes tablas.

**Tabla 4**  
*Análisis RM APO \* Asignatura hombres de la carrera de agropecuaria*

			Materia		Total
			Aprobado	Reprobado	
Aislamiento Preventivo Obligatorio (APO)	En Aislamiento	Recuento	144	173	317
		% dentro de Materia	45.86%	58.64%	52.05%
	Sin Aislamiento	Recuento	170	122	292
		% dentro de Materia	54.14%	41.36%	47.95%
Total	Recuento	314	295	609	
	% dentro de Materia	100.00%	100.00%	100.00%	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5***Análisis RM APO \* Asignatura hombres de la carrera de TI*

			Materia		Total
			Aprobado	Reprobado	
Aislamiento Preventivo Obligatorio (APO)	En Aislamiento	Recuento	124	87	211
		% dentro de Materia	41.61%	71.31%	50.24%
	Sin Aislamiento	Recuento	174	35	209
		% dentro de Materia	58.39%	28.69%	49.76%
Total		Recuento	298	122	420
		% dentro de Materia	100.00%	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

### CONCLUSIONES

El uso de las TIC ha creado espacios virtuales de educación que facilitan la interacción alumno – profesor, sin embargo, la aplicación de la política de aislamiento preventivo obligatorio, creada para reducir el contagio por COVID-19, generó un cambio abrupto en la modalidad de enseñanza. Trasladar la educación presencial hacia la teleeducación debido al APO ha influido de forma negativa en el estado de ánimo de los estudiantes, así lo corrobora la investigación de Gamboa Suárez, Hernández Suárez, & Prada Núñez (2021) quienes mencionan que en tres de cada cuatro casos de personas bajo estas circunstancias presentan depresión, lo cual evidencia el influjo directo en el rendimiento académico al ocasionar un mayor número de estudiantes que reprobaban una o más asignaturas. La operacionalización de variables es un proceso que se presenta solamente en el enfoque cuantitativo debido a que las variables deben ser susceptibles a ser observadas y medidas. Este proceso se realiza de forma ordenada, de lo general a lo específico; funciona como una descomposición de las variables en sus partes, que son las dimensiones y la descomposición de las dimensiones en sus partes, que son los indicadores.

El cambio que un alumno experimenta al ingresar a una institución de educación superior (IES) de acuerdo con Medina Torres (2017), genera estrés en el estudiante debido a las actividades académicas y la seguridad de un futuro profesional. Si a esto se le suma que deben encontrarse en aislamiento y las cátedras recibirlas a través de un computador, hace evidente una alteración en su desempeño estudiantil. En ese sentido, se constató que el APO ha afectado principalmente el rendimiento académico de las mujeres, lo que hace necesario que las IES promuevan estrategias motivacionales y académicas para prevenir que medidas sanitarias en contra del contagio por COVID-19 afecten al rendimiento académico del estudiantado.

Es importante mencionar que los resultados obtenidos aportan a la creciente evidencia de los efectos que ha tenido el aislamiento en estudiantes universitarios, sin embargo, futuras líneas de investigación deberían ampliar el estudio al compararlo con otras instituciones de características similares y considerar aspectos sociales que puedan vincularse con el APO.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bennet, J. E., Dolin, R., & Blaser, M. J.** (2015). *Enfermedades Infecciosas principios y práctica* (8va ed.). Barcelona, España: ELSEVIER.
- Buitrón, R., & Enrique, C.** (2020). *Sistemas integrados y hogar digital*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo, S.A.
- Ceballos M., N. A., & Sevilla V., S.** (Mayo de 2020). El Efecto del Aislamiento Social por el Covid-19 en la Conciencia Emocional y en la Comprensión Lectora. Estudio sobre la Incidencia en Alumnos con Trastornos de Aprendizaje y Menor Acceso a las Nuevas Tecnologías. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*. Obtenido de <https://revistas.uam.es/riejs/article/view/12127>
- Espinoza, J. L.** (2017). Relación entre los hábitos de estudio y el rendimiento académico de los alumnos de Escuelas Profesionales Acreditadas . *Revista científica institucional TZHOCOEN*, 29-40.
- García- Chato, G. I.** (2014). Ambiente de aprendizaje: su significado en educación preescolar. *Revista de Educación y Desarrollo*, 63-72. Obtenido de [http://www.cucs.udg.mx/revistas/edu\\_desarrollo/anteriores/29/029\\_Garcia.pdf](http://www.cucs.udg.mx/revistas/edu_desarrollo/anteriores/29/029_Garcia.pdf)
- González M., R.** (28 de octubre de 2020). El reto de enseñar y aprender interpretación signada en tiempos de coronavirus. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, 17-32. Obtenido de <http://revistaestilosdeaprendizaje.com/article/view/2237/3231>
- Jerez C., D. S.** (2017). *Las habilidades sociales y el rendimiento académico de los estudiantes del noveno año de educación básica de la unidad de educativa Tomás Sevilla*. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25939/1/Jerez%20Camino%20Daniel%20Sebasti%c3%a1n%201803987765.pdf>
- Lopez S., A. A.** (2001). *Teleeducacion comienzos y futuro*.
- Medina T., M. G., Hernández L., E., & Villalón G., M. T.** (2017). Evaluación del estrés en estudiantes de nuevo ingreso en la educación superior. *Revista ANFEI*. Recuperado el 07 de 09 de 2020, de <https://anfei.mx/revista/index.php/revista/issue/view/11>
- Organizacion Mundial de la Salud.** (2019). *Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (COVID-19)*. Recuperado el 12 de 07 de 2020, de OMS: <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/>
- Pérez L., E., Vásquez A., A., & Cambero R., S.** (enero de 2021). Educación a distancia en tiempos de COVID-19: Análisis desde la perspectiva de los estudiantes universitarios. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 331-350. doi:<https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27855>



- Prada Núñez, R., Gamboa Suárez, A. A., & Hernández Suárez, C. A. (2021).** Efectos depresivos del aislamiento preventivo obligatorio asociados a la pandemia del Covid-19 en docentes y estudiantes de una universidad pública en Colombia. *Psicogente*.
- Rodríguez ., J., Pierdant R., A. I., & Rodríguez J., E. C. (2016).** *Estadística para administración* (Segunda ed.). Mexico, Mexico: Grupo Editorial Patria.
- Treviños, L. L. (2016).** *Estrategias de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes universitarios de Huancayo (Tesis de postgrado)*. Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro de Perú.
- ULEAM. (28 de febrero de 2020).** *Normativa Legal*. Obtenido de Normativas vigentes: <https://www.uleam.edu.ec/wp-content/uploads/2020/04/ULEAM-004-REGLAMENTO-REGIMEN-ACADEMICO-INTERNO.pdf>
- UNESCO. (12 de 07 de 2020).** *educationresponse*. Recuperado el 13 de 07 de 2020, de [unesco.org: https://en.unesco.org/covid19/educationresponse](https://en.unesco.org/covid19/educationresponse)
- Vasconcelos, J. (2015).** *Tecnologías de la Información* (Primera ed.). Mexico, Mexico: Grupo editorial Patria.

# Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de concreto usados en la construcción de viviendas en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Analysis of the compressive strength of concrete blocks used in the  
construction of homes in the city of Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

—

Lorenzo Franco Escamiroso Montalvo  
franco@unach.mx

Nguyen Molina Narváez  
nguyen.molina@unach.mx

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS, MÉXICO



Para citar este artículo:

Escamirosa Montalvo, L. F. ., & Molina Narváez, N. . (2022). Análisis de la resistencia a la compresión de bloques de concreto usados en la construcción de viviendas en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 11(29). <https://doi.org/10.31644/IMASD.29.2022.a03>

## RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados de los ensayos de laboratorio aplicados a 30 piezas de bloques de concreto: 15 con 2 huecos y 15 macizos, fabricados en forma mecánica y hechos a mano, en 3 sitios de fabricación de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Los ensayos de laboratorio tienen como propósito determinar las características geométricas (dimensiones) y la resistencia a la compresión de las piezas; asimismo, comparar los resultados obtenidos con las normas vigentes. Los resultados demuestran que la resistencia a la compresión media no cumple con lo establecido en la norma; por una parte, la resistencia a la compresión media obtenida en las piezas huecas varían entre 67.90 kg/cm<sup>2</sup> (fabricación mecánica) y 13.44 kg/cm<sup>2</sup> (hechas a mano), y se encuentra por debajo de 90 kg/cm<sup>2</sup>, que corresponde al valor establecido en la norma; por otra parte, la resistencia media obtenidas en las piezas de bloques macizos varía entre 68.22 kg/cm<sup>2</sup> (fabricación mecánica) y 12.67 kg/cm<sup>2</sup> (hechas a mano), que, comparada con el valor de 150 kg/cm<sup>2</sup> de la norma, se observa que los resultados están en extremo por debajo de la recomendación establecida. Los resultados anteriores advierten la necesidad de controlar la calidad de la resistencia a la compresión de los bloques de concreto, fabricados por las empresas proveedoras, para garantizar que cumplan con las normas de las estructuras de mampostería para vivienda u otro tipo de edificación, y con ello, contribuir en la reducción de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de las familias de bajos ingresos económicos del estado de Chiapas, que prefieren el uso de este material por su bajo costo.

### Palabras Clave:

*Bloques de concreto; resistencia a la compresión; normas de construcción; vivienda.*

— Abstract—

In this work, the results of the laboratory tests applied to 30 pieces of concrete blocks are presented: 15 with 2 holes and 15 solid ones, manufactured mechanically and made by hand, in 3 manufacturing sites in the city of Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. The purpose of the laboratory tests is to determine the geometric characteristics (dimensions) and the resistance to compression of the pieces; likewise, compare the results obtained with current standards. The results show that the average compressive strength does not comply with what is established in the standard; On one hand, the average compressive strength obtained in hollow parts varies between 67.90 kg/cm<sup>2</sup> (mechanical manufacture) and 13.44 kg/cm<sup>2</sup> (handmade), and is below 90kg/cm<sup>2</sup>, which corresponds to the value established in the standard; On the other hand, the average resistance obtained in the pieces of solid blocks varies between 68.22 kg/cm<sup>2</sup> (mechanical manufacture) and 12.67 kg/cm<sup>2</sup> (handmade), which, compared to the value of 150 kg/cm<sup>2</sup> of the standard, it is observed that the results are extremely below the established recommendation. The previous results warn of the need to control the quality of the compressive strength of the concrete blocks, manufactured by the supplier companies, to guarantee that they comply with the standards of masonry structures for homes or other types of buildings, and with this, contribute to reducing the seismic vulnerability of the homes of low- income families in the state of Chiapas, who prefer the use of this material because of its low cost.

**Keywords:**

*Concrete blocks; resistance to compression; building standards; housing.*

En el estado de Chiapas, como en otras entidades de México, la autoconstrucción de viviendas en los sectores de población de bajos ingresos económicos, tanto en zonas urbanas como rurales, comúnmente se realiza a partir del sistema convencional de muros de mampostería, a base de piezas de bloques huecos de concreto con dos o tres celdas. Este sistema constructivo es preferido por los habitantes de este sector social, debido a la extensa aplicación de estructuras de mampostería que existe en la región y a la facilidad que tiene la elaboración de las piezas con materiales seguros, duraderos y económicos; sin embargo, a consecuencia de que las familias de bajos ingresos tienen pocas posibilidades de recibir asesoría técnica para la construcción de sus viviendas, recurren a la autoconstrucción con técnicas adquiridas por usos y costumbres de generación en generación o, en el mejor de los casos, contratan la mano de obra de albañiles poco calificados. En estas circunstancias, la resistencia a la compresión del concreto usado en la elaboración de los bloques, hechos en el sitio de la obra o comprados a bajo costo a proveedores, no cumplen con los requerimientos establecidos en las Normas Mexicanas de la Industria de la Construcción de bloques, tabiques o ladrillos NMX-C-036-ONNCCE (2004), NMX-C-404-ONNCCE (2012), Normas Técnicas Complementarias (2017), por lo que las piezas utilizadas son inadecuados para la construcción de muros de las viviendas, esencialmente, debido a la mala proporción de grava y arena (material pétreo) con relación a la cantidad de cemento; es decir, se construyen viviendas con estructuras informales de mampostería de bloques de concreto, lo cual advierte que las viviendas presenten cierto nivel de vulnerabilidad.

La resistencia a la compresión de las piezas de bloques de concreto, hueco y macizo, usadas en las edificaciones como elementos estructurales de mampostería, tienen que cumplir las recomendaciones establecidas en las normas señaladas, para garantizar la seguridad de la estructura. Lo anterior requiere que los materiales utilizados en la fabricación de las piezas tengan la calidad necesaria, así como la proporción de éstos con el cemento sea la adecuada.

El presente estudio tiene como propósito determinar las características geométricas y la resistencia a la compresión de las piezas de bloques de concreto hueco y macizo, que se comercializan en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; elaboradas de forma mecánica o hechas a mano. Para ello, se analizaron y ensayaron en el Laboratorio de Materiales de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), 30 piezas de bloques de concreto; 15 huecas y 15 macizas, obtenidas en 3 sitios o empresas de fabricación. Los resultados obtenidos se compararon con lo establecido en la norma mexicana aplicable a los bloques de concreto huecos y macizos, para uso estructural en las edificaciones de fabricación nacional (NMX-C-404-ONNCCE, 2012). Derivado de lo anterior, se observó

que la resistencia a la compresión de las piezas de bloques, obtenidas en los 3 sitios de fabricación, no cumple con la norma.

## MÉTODO

Se seleccionaron 3 establecimientos en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, que se dedican a la fabricación y comercialización de piezas de bloques de concreto (especímenes), huecos y macizos. El nombre oficial de los tres proveedores fue cambiado por Empresa A, B y C, con la finalidad de mantener su confidencialidad en el estudio realizado. Las empresas A y B, elaboran las piezas en forma mecánica, y la C son hechas a mano. En cada empresa se obtuvieron 10 muestras de bloques en forma aleatoria; 5 piezas huecas (con 2 celdas) y 5 macizas, que suman un total de 30 especímenes de bloques de concreto (15 huecas y 15 macizas). También es importante mencionar que se solicitó a las empresas información relacionada con el cemento, las características y dosificación de los materiales utilizados en la fabricación de los bloques; sin embargo, las tres empresas seleccionadas se reservaron hacer comentarios al respecto.

Las piezas se ingresaron al Laboratorio de Materiales de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas y se realizaron los análisis correspondientes con base en la norma mexicana NMX-C-404-ONNCC-2012. A continuación se describe el procedimiento:

1. En un primer momento, se etiquetaron y examinaron las dimensiones geométricas de cada una de las piezas de bloques de concreto: largo (L), ancho (A), alto (h). En el caso de los bloques huecos, también se examinaron los espesores de las paredes exteriores: (a), (c), (d) y (e), así como la pared interior (b) (ver figuras 1 y 2).

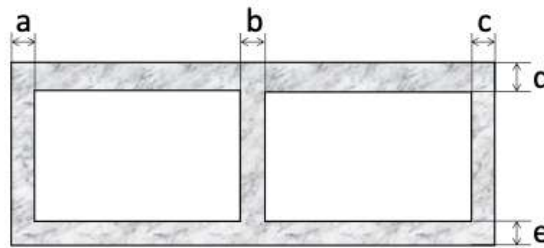


Figura 1. Sección longitudinal de la pieza. Fuente: Elaboración propia

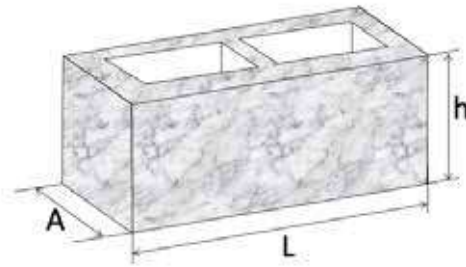


Figura 2. Forma prismática de la pieza. Fuente: Elaboración propia

2. En seguida, con las dimensiones obtenidas se realizaron los cálculos para obtener, en cada pieza, los datos correspondientes al área total, área neta, porcentaje equivalente (en el caso de piezas huecas) y volumen; asimismo, se pesó cada espécimen en una báscula de plataforma.
3. En un segundo momento, se procedió a realizar el ensaye o prueba a la compresión de cada pieza de bloque, con base en la norma mexicana NMX-C-036-ONNCCE-2004, que establece, entre otros aspectos, realizar el cabeceo en ambas caras de las piezas (superior e inferior), con el objetivo de crear una superficie uniforme, antes de colocar la pieza en la máquina para efectuar la prueba. El ensaye a la compresión, se llevó a cabo con el equipo “Prensa eléctrica digital con marco de compresión de 120,000 kgf, marca ELVEC”. En cada ensaye se aplicó la carga con velocidad uniforme y continua sin producir impacto ni pérdida, hasta alcanzar “la falla” por la carga máxima aplicada, misma que se dividió entre el área neta, y con ello, se determinó la resistencia a la compresión de cada pieza de bloque analizado (ver imagen 1).



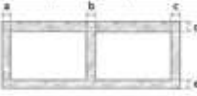

Imagen 1. Prueba a la compresión de bloque de concreto. Fuente: Elaboración propia

## RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

Las mediciones realizadas, los cálculos y los resultados obtenidos en las pruebas de resistencia a la compresión efectuadas en cada uno de las 5 piezas de bloques de concreto, hueco o macizo, fabricados en cada empresa ya sea de forma mecánica o hechos a mano, se registraron en tablas. Para el caso de la Empresa A, la tabla 1 muestra los resultados obtenidos de los análisis realizados de forma individual, en las piezas: a-1, a-2, a-3, a-4 y a-5, de bloques de concreto hueco, fabricados de manera mecánica.

**Tabla 1**

*Resultados de los análisis de bloques huecos de concreto de la Empresa A*

Tipo de Material: Bloque hueco de concreto		Fabricación: Mecánica					Empresas: A	
Prueba a la compresión								
Muestra número		a-1	a-2	a-3	a-4	a-5	Promedio	Especificaciones NMX-C-404-ONNCC-2012
Dimensiones	Largo (L) en cm	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	39 cm ± 2 mm
	Ancho (A) en cm	12.00	12.00	11.90	12.00	12.00	11.98	12 cm ± 2 mm
	Alto (h) en cm	20.00	20.00	19.90	20.30	20.00	20.04	19 cm ± 3 mm
	(a) en cm	2.50	2.80	2.60	2.80	2.50	2.64	Mayor a 2 cm
	(b) en cm	2.70	2.70	2.80	2.80	3.00	2.80	Mayor a 2 cm
	(c) en cm	2.70	2.70	2.70	2.60	3.00	2.74	Mayor a 2 cm
	(d) en cm	3.00	2.80	2.80	2.60	2.80	2.80	Mayor a 2 cm
	(e) en cm	2.70	2.90	2.80	2.80	2.60	2.76	Mayor a 2 cm
Área bruta en cm <sup>2</sup>		480.00	480.00	476.00	480.00	480.00	479.20	
Área neta en cm <sup>2</sup>		277.77	279.66	275.03	270.12	272.10	274.94	
Área neta (%)		57.87	58.26	57.78	56.28	56.69	57.37	75% > Aneta > 50%
Volumen en m <sup>3</sup>		0.0055554	0.0055932	0.0054731	0.0054834	0.005442	0.01	
Peso en kg		13.5	13.9	13.4	13.6	13.5	13.58	
Peso volumétrico (kg/m <sup>3</sup> )		2430.068	2485.1606	2448.3396	2480.1967	2480.7056	2464.89	
Carga en kg		19,980	18,350	17,290	18,570	19,140	18,666.00	
Resistencia a la Compresión en kg/cm <sup>2</sup>		71.93	65.62	62.87	68.75	70.34	67.90	70 kg/cm <sup>2</sup> (Mínima individual) 90 kg/cm <sup>2</sup> (Media)
Dimensiones: L = Largo    A = Ancho    h = Alto Área total = (L) x (A) Área neta: [((L)x(A)) - (((L)-(a+b+c)) x ((A)-(d+e)))]								

Fuente: Elaboración propia

En el apartado señalado como “Dimensiones”, se registraron los siguientes datos: a) Las características geométricas de las piezas: largo, ancho, alto y espesor de las paredes, b) Los resultados de los cálculos efectuados: área bruta, área neta, porcentaje equivalente, volumen, peso volumétrico; y, finalmente, c) El valor de la carga aplicada en cada prueba y el resultado obtenido de la resistencia a la compresión.



A manera de ejemplo, el bloque de concreto a-3 tiene las siguientes dimensiones: Largo de 40 cm, ancho de 11.90 cm y alto de 19.90 cm; espesor de paredes externas: a, c, d y e, miden 2.60 cm, 2.70 cm, 2.80 cm y 2.80 cm, respectivamente, y el espesor de la pared interna, 2.80 cm. Con estas cifras, el área ruta del bloque hueco de concreto resultó de 476.00 cm<sup>2</sup> y su área neta de 275.03 cm<sup>2</sup>; por consiguiente, el porcentaje del área neta representa 57.78%. Por otra parte, al aplicar la prueba a la compresión, la pieza analizada soportó una carga de 17,290 kg, misma que al dividirse entre su área neta, se determinó que la resistencia a la compresión es 62.87 kg/cm<sup>2</sup> (ver tabla 1).

En forma adicional, con los resultados obtenidos en el análisis de cada uno de las 5 piezas, se calculó el valor de la media representativa de las dimensiones y la resistencia media a la compresión de los bloques huecos fabricados en forma mecánica por la Empresa A, que resultó 67.90 kg/cm<sup>2</sup>, como se muestra en el gráfico 1 (ver tabla 2 y gráfico 1).

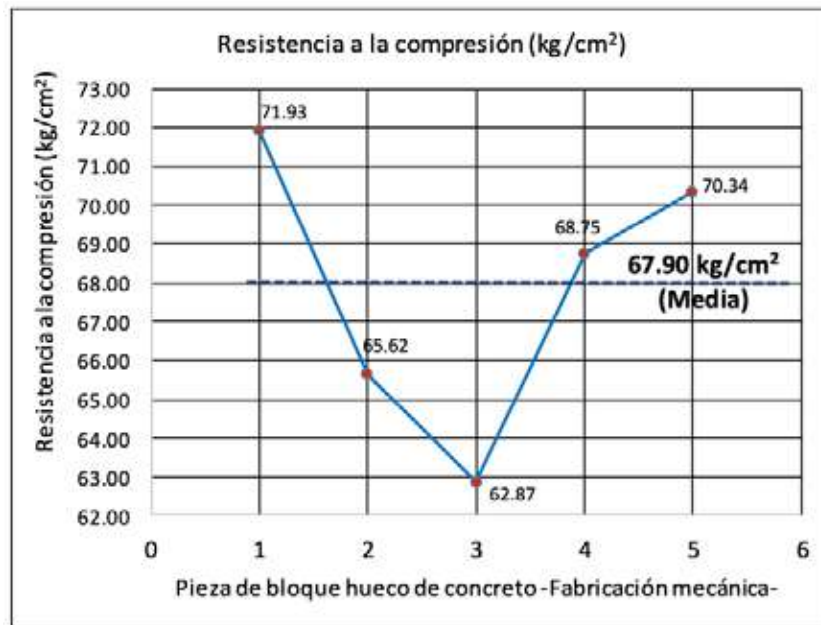


Gráfico 1. Resistencia media a la compresión de bloques huecos de concreto de la Empresa A.  
Fuente: Elaboración propia

A partir de los análisis realizados a cada uno de los especímenes de bloques huecos de concreto de las Empresas B, fabricados en forma mecánica y C, hechos a mano, se obtuvieron los valores medios de las dimensiones (ver tabla 1) y la resistencia media a la compresión de las piezas correspondiente a cada Empresa (ver gráfico 2).

**Tabla 2**

*Valor medio de las dimensiones de los bloques huecos por Empresa*

Dimensiones (pieza)	Valor medio de las dimensiones (cm)			Especificaciones NMX-C-404-ONNCCE-2012
	Empresa A (F-mecánica)	Empresa B (F-mecánica)	Empresa C (F-hecho a mano)	
Largo (L)	40.00	40.02	39.88	39 cm ± 2 mm
Ancho (A)	11.90	12.02	11.94	12 cm ± 2 mm
Altura (h)	19.90	19.20	19.74	19 cm ± 3 mm
Espesor de pared (a)	2.60	4.50	3.10	Mayor a 2 cm
Espesor de pared (b)	2.80	5.40	2.98	Mayor a 2 cm
Espesor de pared (c)	2.70	4.50	3.16	Mayor a 2 cm
Espesor de pared (d)	2.80	2.98	3.00	Mayor a 2 cm
Espesor de pared (e)	2.80	3.00	3.04	Mayor a 2 cm
Área neta	57.37%	67.83%	62.04%	75% > Área neta > 50%

Fuente: Elaboración propia

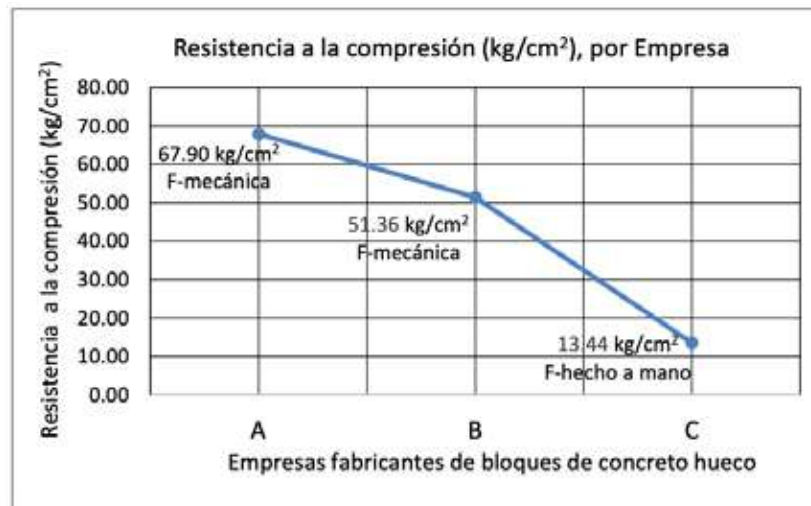


Gráfico 2. Resistencia media individual a la compresión de bloques huecos por Empresa. Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3**

*Resultados de los análisis de bloques macizos de concreto de la Empresa A*

Tipo de Material		Bloque macizo de concreto					Fabricación: Mecánica	Empresas: A
Prueba a la compresión								
Muestra número	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	Promedio	Especificaciones NMX-C-404-ONNCCE-2012	
Dimensiones	Largo (L) en cm	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	39 cm ± 2mm
	Ancho (A) en cm	12.00	12.00	12.10	12.00	12.20	12.06	12 cm ± 2 mm
	Alto (h) en cm	19.50	20.00	19.50	20.00	19.80	19.76	19 cm ± 3 mm
Area en cm <sup>2</sup>	480.00	480.00	484.00	480.00	488.00	482.40		
Volumen en m <sup>3</sup>	0.00936	0.0096	0.009438	0.0096	0.0096624	0.01		
Peso volumétrico (kg/m <sup>3</sup> )	2094.0171	2145.8333	2076.7112	2093.75	2080.2285	2098.11		
Peso en kg	19.60	20.60	19.60	20.10	20.10	20.00		
Carga en kg	30,680	34,760	30,710	35,040	33,330	32904.00		
Resistencia a la Compresión en kg/cm <sup>2</sup>	63.92	72.42	63.45	73.00	68.30	68.22	120 kg/cm <sup>2</sup> (Mínima individual) 150 kg/cm <sup>2</sup> (Media)	

Fuente: Elaboración propia

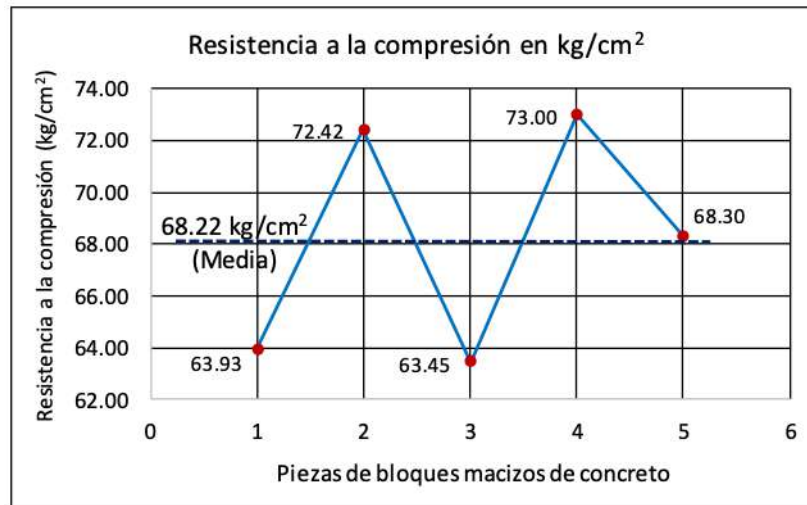


Gráfico 3. Resistencia media a la compresión de bloques macizos de concreto de la Empresa A.

Fuente: Elaboración propia

Respecto a los análisis realizados a cada uno de los especímenes de bloques macizos de concreto de las Empresas B, fabricados en forma mecánica y C, hechos a mano, se obtuvieron los valores medios de las dimensiones que se muestran en la tabla 4 y, en el gráfico 4, se presentan los resultados de la resistencia media a la compresión correspondiente a cada Empresa.

**Tabla 4**  
 Valor medio de las dimensiones de los bloques macizos por Empresa

Datos (pieza)	Valor medio de las dimensiones (cm)			Especificaciones NMX-C-404-ONNCCE-2012
	Empresa A (F-mecánica)	Empresa B (F-mecánica)	Empresa C (F-hecho a mano)	
Largo (L)	40.00	39.76	39.96	39 cm ± 2 mm
Ancho (A)	12.06	11.66	11.98	12 cm ± 2 mm
Altura (h)	19.76	19.98	19.34	19 cm ± 3 mm

Fuente: Elaboración propia

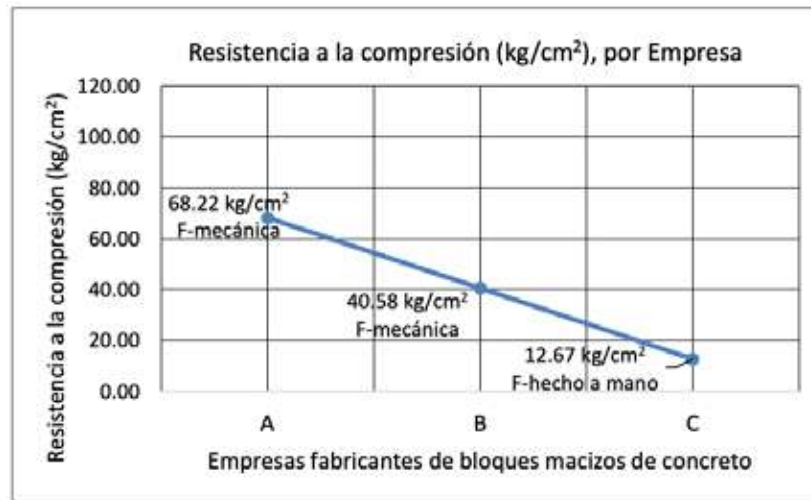


Gráfico 4. Resistencia media individual a la compresión de bloques macizos por Empresa.  
 Fuente: Elaboración propia

### DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Las características geométricas de las piezas de bloque hueco de concreto fabricadas por las Empresas A, B y C (dimensiones), así como el área neta de las mismas ( $75\% > \text{Área neta} > 50\%$ ), cumplen con los valores establecidos en la norma mexicana NMX-C-404-ONNCCE-2012, para mampostería. En el caso de los bloques macizos de concreto, solamente los fabricados por las Empresas A y C cumplen con todas las dimensiones señaladas, ya que las piezas fabricadas por la Empresa B, en promedio registraron 11.66 cm de ancho, que se encuentra por debajo del valor indicado en la norma (12 cm ± 2 mm) (ver tablas 2 y 4).

En relación a la resistencia mínima individual a la compresión para piezas de bloques huecos de concreto, la norma establece 70 kg/cm<sup>2</sup> (NMX-C-404-ONNCCE, 2012). Al respecto, solo 2 de las piezas fabricadas por la Empresa A: a-1 y a-5, obtuvieron valores de 71.93 kg/cm<sup>2</sup> y 70.34 kg/cm<sup>2</sup>

respectivamente, por encima de lo indicado en la norma; sin embargo, en el caso de la resistencia media, como se observa en el gráfico 2, ninguna de las Empresas fabricantes de las piezas cumplen con los valores establecidos en la norma de  $90 \text{ kg/cm}^2$  (ver tabla 1). Cabe mencionar que la Empresa C, cuyas piezas de bloque hueco de concreto están hechas a mano, la resistencia media a la compresión obtenida fue de  $13.44 \text{ kg/cm}^2$ , extremadamente por debajo de  $90 \text{ kg/cm}^2$  establecido en la norma.

Por otra parte, los resultados obtenidos de los análisis de las resistencias a la compresión de las piezas de bloque macizo de concreto, fabricadas por las Empresas A, B y C no cumplen con la norma, toda vez que la resistencia mínima individual y la resistencia media, se encuentran excesivamente por debajo de los valores establecidos ( $120 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia mínima individual y  $150 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia media a la compresión; NMX-C-404-ONNCCE, 2012). El gráfico 4, muestra que la resistencia media a la compresión de la Empresa A, de  $68.22 \text{ kg/cm}^2$ , está 2.2 veces su valor por debajo del indicado en la norma; la Empresa B, con  $40.58 \text{ kg/cm}^2$ , registra 3.7 veces por debajo; y la Empresa C que produce bloques de concreto macizo hechos a mano, con  $12.67 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia media, se encuentra casi a 12 veces su valor por debajo de la norma.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas, demuestran que tanto la resistencia mínima individual como la resistencia media a la compresión de las piezas de bloque de concreto, hueco o macizo, fabricados en las Empresas A, B y C, no cumplen con las especificaciones establecidas en las normas mexicanas referidas a estructuras de mampostería (NTC, 2017 y NMX-C-404-ONNCCE, 2012). Específicamente, las piezas de bloque hueco de concreto, fabricadas mecánicamente en Empresa A, solamente 2 de las 5 piezas ensayadas, registraron una resistencia superior a  $70 \text{ kg/cm}^2$ , que corresponde a la resistencia mínima individual establecida por la norma; sin embargo, la resistencia media a la compresión obtenida de  $67.90 \text{ kg/cm}^2$ , se encuentra por abajo del valor indicado en la norma, de  $90 \text{ kg/cm}^2$ ; asimismo, los resultados de los ensayos de las piezas de bloque de concreto macizo, indican que ninguna de las piezas obtuvo la resistencia mínima individual a la compresión de  $120 \text{ kg/cm}^2$ , ya que el valor más alto registrado fue de  $73 \text{ kg/cm}^2$  y, por consiguiente, la resistencia media a la compresión establecida en la norma ( $150 \text{ kg/cm}^2$ ), está por encima del valor promedio alcanzado ( $68.22 \text{ kg/cm}^2$ ).

Por su parte, las piezas elaboradas por la Empresa C, hechas a mano, los bloques huecos de concreto registraron una resistencia media a la compresión de  $13.44 \text{ kg/cm}^2$  y los bloques macizos de  $12.67 \text{ kg/cm}^2$ , que en comparación

con lo establecido en la norma (90 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia media a la compresión para bloques de concreto hueco y 150 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia media a la compresión para bloques de concreto macizo; NMX-C-404-ONNCCE, 2012), los resultados obtenidos demuestran que, en extremo, están por debajo de los valores establecidos en la norma.

La falta de información solicitada a las empresas fabricantes de bloques de concreto, referente a la naturaleza y características de los áridos, así como la dosificación de los materiales utilizados, imposibilitó, por un lado, la realización de ensayos granulométricos, el análisis de las propiedades físicas de los áridos naturales, entre otros, con el objetivo de identificar la causalidad de la baja resistencia a la compresión de las piezas de bloques y; por otro lado, la realización de diversos ensayos para determinar la óptima proporción del cemento, de acuerdo con los materiales empleados y con ello, obtener la resistencia a la compresión adecuada y hacer recomendación que garanticen el cumplimiento de las normas técnicas para la construcción de estructuras de mampostería en viviendas u otro tipo de edificación (NTC, 2017 y NMX-C-404-ONNCCE, 2012).

En conclusión, el estudio presentado advierte la necesidad urgente de controlar la calidad técnica de la resistencia a la compresión de los bloques de concreto que fabrican las empresas proveedoras de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Sin duda, la mejora en la calidad estructural de las piezas de bloques de concreto contribuirá en la reducción de la vulnerabilidad de las viviendas de las familias de bajos ingresos del estado de Chiapas, que se localizan en una zona de alta actividad de movimientos telúricos, de acuerdo con la regionalización sísmica del país (MOC-CFE, 2008).

## REFERENCIAS

- Comisión Federal de Electricidad [CFE]** (2008). *Manual de diseño de obras civiles de Comisión Federal de Electricidad. Diseño por sismo* (pp. 4-53). México: Instituto de Investigaciones Eléctricas. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/52197523/CFE-Sismo-08#scribd>
- NMX-C-036-ONNCCE** (2004, julio 27). Norma Mexicana de la Industria de la Construcción de bloques, tabiques o ladrillos, tabicones y adoquines, Resistencia a la compresión y Método de prueba (pp. 1-6). *Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación S.C.*, México.
- NMX-C-404-ONNCCE** (2012, diciembre 13). Norma Mexicana de la Industria de la Construcción para Mampostería de bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural, Especificaciones y Métodos de ensayo (pp. 1-16). *Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación S. C.*, México.
- NTC** (2017, diciembre 15). Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería (pp. 614-688). *Gaceta Oficial de la Ciudad de México*. México: Gobierno de la Ciudad de México.

# Uso del vidrio molido como sustituto del agregado fino en mezclas de mortero de albañilería

Crushed glass as a substitute of the fine aggregate in mixes of masonry mortars

—

Francisco Geovani Izquierdo Domínguez<sup>1</sup> • francisco\_izquierdo@outlook.com

René Sebastián Mora Ortiz<sup>2</sup> • rene.mora@ujat.mx

Teresita de Jesús Mora Ortiz<sup>3</sup> • teresita.mora@uagtabasco.edu.mx

Emmanuel Munguía Balvanera<sup>1</sup> • emmanuel.munguia@ujat.mx

1 UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO, DIVISIÓN ACADÉMICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, VILLAHERMOSA, TABASCO, MÉXICO

2 UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO, MÉXICO

3 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUADALAJARA, CAMPUS TABASCO, MÉXICO





Para citar este artículo:

Izquierdo Domínguez, F. G. ., Mora Ortiz, R. S. ., Mora Ortiz, T. de J. ., & Munguía Balvanera, E. . (2022). Uso del vidrio molido como sustituto del agregado fino en mezclas de mortero de albañilería. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 11(29). <https://doi.org/10.31644/IMASD.29.2022.a04>

## RESUMEN

La disposición inadecuada de los Residuos de la Construcción y Demolición (RCD), en especial del vidrio, acarrea muchos problemas económicos y ambientales. Por esta razón el objetivo de esta investigación es evaluar los efectos del uso del vidrio triturado como sustituto parcial de la arena natural en la elaboración de mortero de albañilería, específicamente su comportamiento respecto a la resistencia a la compresión. Para lograr lo anterior, se diseñó una mezcla de mortero convencional (cemento, arena y agua) con una proporción de cemento-arena 1:4 que funcionó como mezcla de control. Basándose en el diseño de la mezcla base se realizaron sustituciones parciales en peso seco de la arena natural por vidrio triturado en las proporciones de 10%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100%. Una vez elaborados los morteros, se sometieron a un proceso de curado por inmersión en agua y posteriormente se ensayaron a las edades de curado de 7, 14 y 28 días. Los resultados experimentales demostraron que, con respecto al mortero convencional, sustituir a la arena por vidrio triturado hasta en un 20% aumenta la resistencia a la compresión de los morteros. Por lo anterior, reutilizar el vidrio triturado como sustituto parcial de la arena es una opción viable y además contribuye a la protección de los bancos de agregados naturales y a la reducción de la acumulación excesiva de vidrio en vertederos municipales.

### Palabras clave:

*Mortero; sustentabilidad; RCD; vidrio triturado.*

— *Abstract* —

The inappropriate disposal of Waste from Construction and Demolition (WCD), particularly glass, leads to many economic and environmental problems. Therefore, the main goal of this research was to evaluate the effects of reusing crushed glass as a partial substitute for natural sand on the compressive strength of masonry mortars. To achieve the above, a conventional mortar mixture (cement, sand, and water) was designed in a 1:4 ratio of cement-sand which works as a control mixture. Based on the design of the base mixture, partial substitutions in dry weight of the natural sand were made for crushed glass in the proportions 10%, 20%, 40%, 60%, 80%, and 100%. Once the mortars were made, they were subjected to a curing process by immersion in water and subsequently tested at curing ages of 7, 14, and 28 days. The experimental results showed that, compared to conventional mortar, replacing sand with crushed glass by 10% increases the compressive strength of mortars, while if the natural aggregate is replaced by 20%, the resistance is like the control mortar. Consequently, reusing crushed glass as a partial substitute for sand is a viable option and contributes to the protection of material banks of natural aggregates and the reduction of excessive accumulation of glass in municipal landfills.

**Keywords:**

*Mortar; sustainability; WCD; crushed glass.*

Los Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) tal y como su nombre lo indica, provienen de las actividades de construir, demoler, rehabilitar y restaurar estructuras. El desarrollo económico en diversos países ha generado un gran impulso en la industria de la construcción, lo que se refleja en nuevas estructuras y en la remodelación de las antiguas. Sin embargo, este progreso genera grandes cantidades de RCD. En nuestro país se generan al día más de 30,000 toneladas de RCD, de los cuales, el porcentaje reciclado es prácticamente nulo (Ceñal Ruiz: 2015). Estimaciones de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción revelan que los RCD están constituidos en 39% por material de excavación, 25% residuos de concreto y morteros, 24% escombros de tabiques, mamposterías y adoquines; y 12% de materiales como metales, vidrio y madera (CMIC, 2013). El vertido sin separación ni tratamiento del RCD (frecuentemente en sitios clandestinos), genera un impacto ambiental relevante. A consecuencia del manejo inadecuado de los RCD, éstos se acumulan sin control en vertederos clandestinos o son utilizados como relleno de predios causando problemas ambientales, de salud pública y una mala imagen urbana.

La ingeniería civil moderna tiene dos objetivos principales: elaborar materiales de calidad y reducir costos de producción, ambos aspectos cuidando el medio ambiente. Por esta razón, en los últimos años, diversos investigadores han estudiado la reutilización del RCD, específicamente los escombros triturados de concreto y/o mortero, como sustitutos parciales de la grava o arena en la fabricación de nuevas mezclas de concreto y mortero (Jiménez, *et al.*, 2013; Ledesma, *et al.*, 2014; Mora-Ortiz, *et al.*, 2020). A estos nuevos agregados, que tienen su origen en la trituración del RCD, se les conoce como agregados reciclados (AR).

Un material que forma parte del RCD y que no ha sido tan aprovechado como los escombros de concreto y mortero es el vidrio. Lo anterior ha favorecido su acumulación excesiva en los vertederos de las ciudades de México y el mundo. Reutilizar el vidrio como sustituto parcial de la arena en la fabricación de morteros permitiría obtener beneficios económicos y ambientales, dependiendo de los usos finales y de la escala de producción (Shi y Zheng, 2007). El vidrio es un material que debido a sus características físicas no ha sido estudiado tan exhaustivamente como otros elementos del RCD (Marco, *et al.*, 2012), razón por la cual las investigaciones sobre este material son escasas. Queda claro que con respecto al aprovechamiento del vidrio que forma parte del RCD hay bastante trabajo por hacer. No obstante, en la última década, diversos investigadores han realizado valiosas aportaciones en el aprovechamiento de este material, por ejemplo, Mardani-Aghabaglou, *et al.*, (2015) analizaron el desempeño del vidrio triturado en la elaboración de concreto concluyendo que, si bien el reemplazo de la arena por vidrio en mezclas de concreto disminuía la resistencia, aspectos tales como la dura-

bilidad aumentaban. Por su parte, Mirzahosseini y Riding (2014) y Nassar y Soroushian (2012a, 2012b) demostraron que utilizar vidrio en mezclas de concreto en sustitución parcial del cemento mejora la estabilidad química de las mezclas reduciendo la oxidación del acero de refuerzo. Kou y Xing (2012) utilizaron polvo de vidrio en mezclas de concreto ultraligero concluyendo que la adición de vidrio mejoraba las propiedades mecánicas del concreto. Soliman y Tagnit-Hamou (2016), Hendi, *et al.*, (2019) y Małek, *et al.*, (2021) expusieron que la utilización del vidrio en sustitución de la arena reduce la absorción de agua de las mezclas de concreto, por lo que la mayoría de sus propiedades mecánicas mejoran. Spiesz, *et al.*, (2016) concluyó que además de mejorar algunas propiedades del concreto, el vidrio molido puede utilizarse en la elaboración de concretos translúcidos y ecológicamente amigables.

En cuanto a la utilización del vidrio en morteros de albañilería las referencias son escasas. Marco, *et al.*, (2012) realizaron pruebas de resistencia a especímenes de morteros, añadiendo polvo de vidrio y otros compuestos químicos, los resultados demostraron que el polvo de vidrio como conglomerante fundamental interviene favorablemente en el desarrollo de la resistencia a la compresión. En este sentido, con resultados tan prometedores, es indispensable seguir en esta línea de investigación. El objetivo de este artículo es determinar la cantidad óptima de vidrio triturado que puede añadirse a las mezclas de morteros sin que éstos vean reducidas sus resistencias a compresión de manera significativa. Es decir, se pretende conocer el porcentaje óptimo de sustitución de la arena natural (AN) por vidrio molido que permite obtener resistencias a la compresión similares a las que se obtienen en el mortero convencional (arena + cemento + agua).

Esta investigación es la primera parte de un proyecto universitario que pretende incentivar el reciclado del vidrio mediante su aprovechamiento en la elaboración de mezclas de mortero de albañilería, con esto se lograría aumentar el ciclo de vida de este material, reducir su acumulación en vertederos clandestinos, disminuir la contaminación, proteger los bancos de arena natural y producir morteros de albañilería más baratos.

## METODOLOGÍA

### *Caracterización de materiales*

El primer paso fue caracterizar los materiales a utilizar. En la figura 1 se presentan las distribuciones granulométricas de la arena natural (AN) y del vidrio molido utilizadas en esta investigación siguiendo el procedimiento de la norma NMX-C-329-ONNCCE (2016). Se observa que las distribuciones granulométricas se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma

NMX-C-111-ONNCCE (2014) para agregados finos. La arena natural es de río, tomada del banco Samaria en el municipio de Cunduacán, Tabasco, México. Otras pruebas de laboratorio realizadas sobre la AN fueron las señaladas en las normas NMX-C-416-ONNCCE (2003) y NMX-C-111-ONNCCE (2014), peso específico relativo de sólidos, peso volumétrico, módulo de finura y porcentaje de absorción de agua. Los resultados se muestran en la tabla 1.

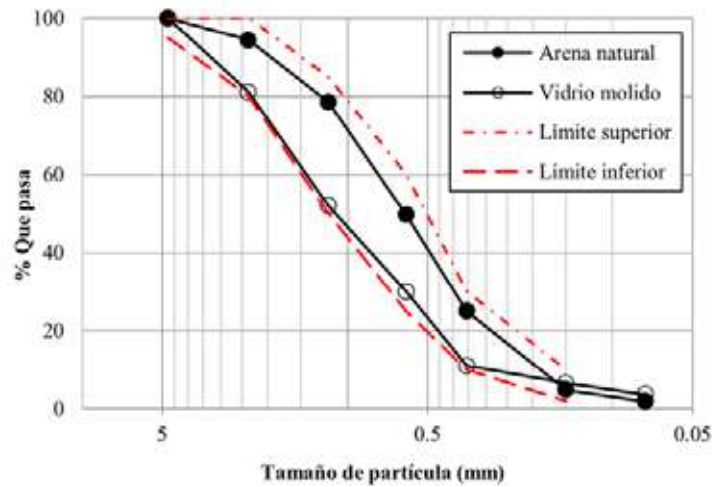


Figura 1. Curva granulométrica de la arena y el vidrio molido. Fuente: Elaboración propia

**Tabla 1**  
*Características básicas de la arena natural*

Módulo de Finura	Peso volumétrico de la arena suelta (kg/m <sup>3</sup> )	Peso volumétrico de la arena compactada (kg/m <sup>3</sup> )	Absorción de agua (%)	Peso específico relativo de sólidos (Ss)
2.97	1512.26	1657.24	1.11	2.60

Fuente: Elaboración propia

El vidrio que se utilizó en la investigación fue recuperado de contenedores para vidrio en una zona de demolición en el municipio de Comalcalco, Tabasco, México. El vidrio tenía un espesor de 5 mm y formaba parte de elementos de cancelería (ventanas). Para que este vidrio pudiese ser utilizado como sustituto de la arena natural en las mezclas de mortero fue necesario darle el tamaño de una partícula de arena (figura 2), por lo que se trituró con la ayuda de un mazo de goma. La densidad de las partículas de vidrio fue 2.44 g/cm<sup>3</sup> y su absorción de agua fue de 0.12%.



Figura 2. Vidrio triturado usado en las mezclas de mortero. Fuente: Elaboración propia

El cemento que se utilizó fue Portland Tipo II Compuesto marca Cruz Azul, de clase resistente 30 R, resistente a los sulfatos (Cruz Azul Tipo II CPC 30 R RS), con peso volumétrico de 1510 kg/m<sup>3</sup> y densidad relativa 3.15. Este cemento cumple con las normas NMX-C-414-ONNCCE (2017) y ASTM-C-595/C-595M-19 (2019).

El agua utilizada para todas las mezclas de mortero fue agua destilada. Las mezclas utilizadas en esta investigación se elaboraron en un laboratorio con temperatura controlada (25° C ±2).

## PROCEDIMIENTO

Para cumplir con el objetivo de esta investigación fue necesario elaborar una mezcla que serviría como parámetro de control, por lo cual, se realizó una mezcla de mortero convencional (cemento + arena + agua) en una proporción 1:4 (cemento-arena). El diseño de la mezcla se realizó siguiendo el método propuesto por Saad (1979). Esta dosificación se utilizó en todas las mezclas siguiendo el mismo procedimiento y en las mismas condiciones. En la tabla 2 (primer renglón), se muestran las cantidades de cemento, arena y agua para hacer nueve cubos de mortero de 5 cm por lado.

**Tabla 2**  
*Dosificación para las diferentes mezclas de mortero utilizadas*

Mortero	Proporción arena/vidrio (%)	Cemento (kg)	Arena (kg)	Vidrio (kg)	Agua (kg)
Mc	100/0	0.463	2.035	0.000	0.309
Mv* <sub>10</sub>	90/10	0.463	1.832	0.204	0.309
Mv* <sub>20</sub>	80/20	0.463	1.628	0.407	0.309
Mv* <sub>40</sub>	60/40	0.463	1.221	0.814	0.309
Mv* <sub>60</sub>	40/60	0.463	0.814	1.221	0.309
Mv* <sub>80</sub>	20/80	0.463	0.407	1.628	0.309
Mv* <sub>100</sub>	0/100	0.463	0.000	2.035	0.309

Mc = mortero convencional; Mv = mortero con vidrio

Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración de la mezcla de control, se vertió en primer lugar la arena en el contenedor de una mezcladora estándar de mortero y se mezcló a una velocidad de 140 rpm durante 30 segundos, después se agregó el cemento y se mezcló por 30 segundos más, por último, se agregó gradualmente el agua y se dejó mezclar durante, aproximadamente, un minuto (figura 3).



Figura 3. Mezclado del mortero convencional. Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenida la mezcla, se procedió a llenar cada uno de los 9 moldes metálicos (previamente engrasados) en tres capas, y en cada capa se aplicó 25 golpes de manera uniforme para retirar la mayor cantidad de aire atrapado. Se dejó reposar los moldes con mortero durante 24 horas. Una vez fraguados todos los cubos del mortero de control, éstos se desmontaron de los moldes

y se les colocó una numeración para su identificación. En seguida, cada mortero se sumergió en la pila de curado (con agua limpia), con el propósito de hidratar el mortero y, posteriormente, se sacaron de la pila de tres en tres a los 7, 14 y 28 días de curado, para ser ensayados a compresión simple en una prensa eléctrica digital marca DAVI.

Partiendo de la dosificación del mortero de control (tabla 2), se fabricaron los morteros con sustitución parcial de la AN por vidrio molido. Para lograr lo anterior, se realizó una sustitución gradual en peso seco de la arena por el vidrio triturado en las proporciones 10%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100%. La tabla 2 presenta las cantidades utilizadas en todas las mezclas de mortero. El proceso de fabricación y ensayo de estos morteros fue exactamente el mismo que el mortero de control. En total se ensayaron 63 especímenes de mortero. La figura 4 muestra un espécimen de mortero elaborado con 80% de vidrio y 20% de arena, su edad de curado es de 28 días.



Figura 4. Mortero con 80% de sustitución de arena por vidrio triturado ( $Mv_{80}^*$ ). Fuente: Elaboración propia

## RESULTADOS

La figura 5 exhibe los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión simple de todos los morteros analizados, así como su desviación estándar. La figura 5a muestra las resistencias de todos los morteros a los 7 días de curado, mientras que las figura 5b y 5c, muestran las resistencias a los 14 y 28 días de curado, respectivamente.



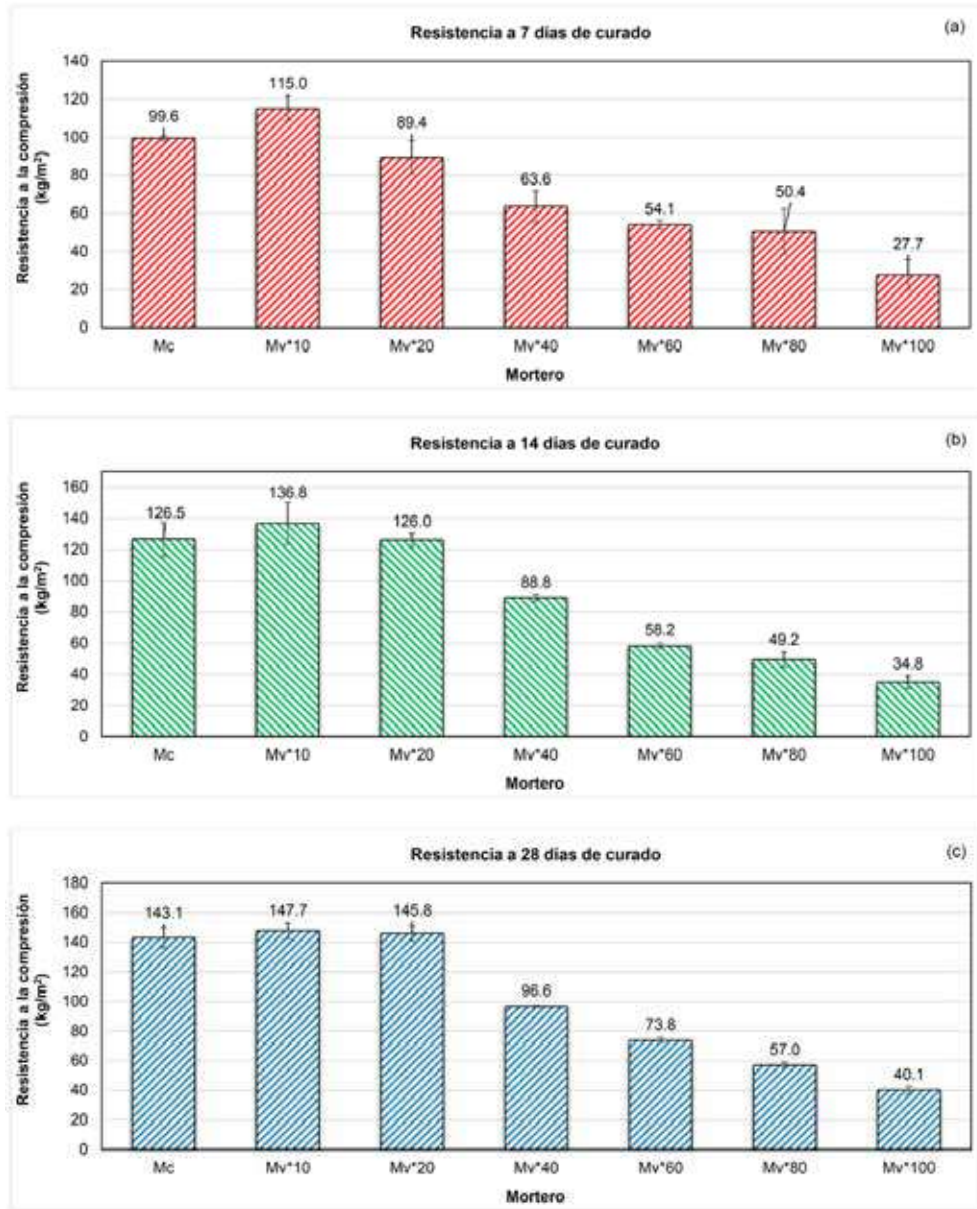


Figura 5. Resistencia a la compresión de los morteros a 7, 14 y 28 días de curado. Fuente: Elaboración propia

Se observa que todos los morteros incrementan su resistencia conforme aumentan los días de curado, de manera que a los 28 días registran la su resistencia más alta, para el caso del mortero convencional (Mc) ésta fue de 143.1 kg/cm<sup>2</sup>. Es interesante observar que el mortero con 10 % de sustitución de arena por vidrio molido (Mv\*<sub>10</sub>), desarrolla una resistencia mayor que el mortero de control a todas las edades de curado, tal que, para los 7, 14 y 28 días, se registraron aumentos en la resistencia del 15.46%, 8.14% y 3.21%, respectivamente. La razón por la que los morteros Mv\*<sub>10</sub> desarrollaron

mayor resistencia final (28 días de curado) en comparación con el mortero convencional radica en el porcentaje de finos que contenía el vidrio molido. Este vidrio fino (menor a 0.075 mm) llenó las pequeñas oquedades que se forman entre los granos de arena, por lo que al reducir la porosidad de los morteros la resistencia aumentó. Investigadores como Vegas, *et al.*, (2009) y Jiménez, *et al.*, (2013) llegaron a las mismas conclusiones al utilizar como sustituto de la arena escombros de concreto finamente molido.

En lo que respecta al mortero con 20% de sustitución de arena por vidrio molido ( $Mv^*_{20}$ ) se observa que a los 7 días su resistencia es 10.24% menor que el mortero  $Mc$ , a los 14 días su resistencia es prácticamente la misma y para los 28 días de curado es 1.89% mayor. Al igual que en el caso de los morteros  $Mv^*_{10}$ , la razón del incremento de la resistencia final se debe al contenido de vidrio fino. Sin embargo, la resistencia a los 28 días de los morteros  $Mv^*_{20}$ , es menor que la resistencia que se consigue a la misma edad con los morteros  $Mv^*_{10}$ . Lo anterior se debe a dos razones: 1) el vidrio posee una superficie lisa que dificulta la adherencia de la pasta de cemento con esta partícula, por lo que sustituir 20% de arena natural por vidrio representa una mayor cantidad de partículas con deficiencias en su adhesión y, 2) la densidad individual de las partículas de vidrio ( $2.44 \text{ g/cm}^3$ ) es menor con respecto a las de la arena natural ( $2.60 \text{ g/cm}^3$ ). Por lo anterior, aumentar la cantidad de vidrio (después del 20%) en las mezclas de mortero genera morteros más livianos y a la larga menos resistentes. Prueba de lo anterior es que a partir del 40% de sustitución de la arena natural por vidrio, se observa una disminución gradual e importante de la resistencia a la compresión, de manera que el mortero con la menor resistencia es el elaborado con 100% de sustitución de arena por vidrio ( $Mv^*_{100}$ ). Es decir, para altos porcentajes de sustitución, el efecto benéfico de la adición del vidrio fino molido (visto en los morteros  $Mv^*_{10}$ ) es anulado por la deficiencia en la adherencia entre la pasta de cemento y el vidrio.

## CONCLUSIONES

En esta investigación se analizó el efecto de reemplazar parcialmente la arena natural por vidrio molido, en relación con la resistencia a la compresión de morteros de albañilería. Los resultados experimentales demostraron que, en general, aumentar la cantidad de vidrio en las mezclas de mortero repercute negativamente en la resistencia de los morteros. Esto se debe esencialmente a la baja densidad de las partículas de vidrio con respecto a la densidad de las partículas de arena, así como a la menor adhesión de la pasta de cemento con la superficie lisa del vidrio. Sin embargo, para los porcentajes de sustitución de la arena por vidrio de 10% y 20%, no se afectó la resistencia, si no que se mejoró ligeramente, esto último con respecto a la

resistencia exhibida por el mortero de control. Lo anterior, permite concluir que reutilizar el vidrio como sustituto parcial de la arena en mezclas de mortero es una opción viable, siempre y cuando el porcentaje de sustitución no sea mayor a 20% en peso seco. Con lo anterior, se logrará incrementar el ciclo de vida de este material, se contribuirá a la conservación del medio ambiente al evitar su acumulación excesiva en vertederos y se protegerán los bancos naturales de arena.



## REFERENCIAS

- ASTM-C-595/C-595M-19.** (2019). Standard Specification for Blended Hydraulic Cements. *ASTM International*.
- Ceñal R., B.** (2015). *Problemática de los residuos de la construcción y demolición* [Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/10070/Final.pdf?sequence=1>
- CMIC** (2013). *Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición*. Cámara Mexicana de La Industria de La Construcción. <https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM RCD Completo.pdf>
- Hendi, A., Mostofinejad, D., Sedaghatdoost, A., Zohrabi, M., Naeimi, N., & Tavakolinia, A.** (2019). Mix design of the green self-consolidating concrete: Incorporating the waste glass powder. *Construction and Building Materials*, 199, 369–384. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.12.020>
- Jiménez, J. R., Ayuso, J., López, M., Fernández, J. M., & Brito, J. De.** (2013). Use of fine recycled aggregates from ceramic waste in masonry mortar manufacturing. *Construction and Building Materials*, 40, 679–690. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.11.036>
- Kou, S. C., & Xing, F.** (2012). The Effect of Recycled Glass Powder and Reject Fly Ash on the Mechanical Properties of Fibre-Reinforced Ultrahigh Performance Concrete. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2012, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2012/263243>
- Ledesma, E. F., Jiménez, J. R., Fernández, J. M., Galvín, A. P., Agrela, F., & Barbudo, A.** (2014). Properties of masonry mortars manufactured with fine recycled concrete aggregates. *Computers and Chemical Engineering*, 71, 289–298. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.08.080>
- Małek, M., Łasica, W., Kadela, M., Kluczyński, J., & Dudek, D.** (2021). Physical and Mechanical Properties of Polypropylene Fibre-Reinforced Cement–Glass Composite. *Materials*, 14(3), 637. <https://doi.org/10.3390/ma14030637>
- Marco, J., García, E., Más, M. I., Alcaraz, V., & Luizaga, A.** (2012). Estudio de la resistencia a compresión de morteros fabricados con conglomerante compuesto de polvo de vidrio. *Informes de La Construcción*, 64(528), 529–536. <https://doi.org/10.3989/ic.11.100>
- Mardani- Aghabaglou, A., Tuyan, M., & Ramyar, K.** (2015). Mechanical and durability performance of concrete incorporating fine recycled concrete and glass aggregates. *Materials and Structures*, 48(8), 2629–2640. <https://doi.org/10.1617/s11527-014-0342-3>
- Mirzahosseini, M., & Riding, K. A.** (2014). Effect of curing temperature and glass type on the pozzolanic reactivity of glass powder. *Cement and Concrete Research*, 58, 103–111. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2014.01.015>

- Mora -Ortiz, R. S., Munguía-Balvanera, E., Díaz, S. A., Magaña-Hernández, F., Del Angel-Meraz, E., & Bolaina-Juárez, Á. (2020).** Mechanical behavior of masonry mortars made with recycled mortar aggregate. *Materials*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/ma13102373>
- Nassar, R.-U.-D., & Soroushian, P. (2012a).** Strength and durability of recycled aggregate concrete containing milled glass as partial replacement for cement. *Construction and Building Materials*, 29, 368–377. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.10.061>
- Nassar, R.-U.-D., & Soroushian, P. (2012b).** Green and durable mortar produced with milled waste glass. *Magazine of Concrete Research*, 64(7), 605–615. <https://doi.org/10.1680/macr.11.00082>
- NMX-C-111-ONNCCE. (2014).** Industria de la Construcción - Agregados para Concreto Hidráulico - Especificaciones y Métodos de Ensayo. *Organismo Nacional de Normalización y Certificación de La Construcción y Edificación, S.C. (ONNCCE)*.
- NMX-C-329-ONNCCE. (2016).** Industria de la Construcción - Cementantes Hidráulicos - Determinación de la Granulometría de la Arena de Sílice Utilizada en la Preparación de los Morteros de Cementantes Hidráulicos. *Organismo Nacional de Normalización y Certificación de La Construcción y Edificación, S.C. (ONNCCE)*.
- NMX-C-414-ONNCCE. (2017).** Industria de la Construcción - Cementantes Hidráulicos - Especificaciones y Métodos de Ensayo. *Organismo Nacional de Normalización y Certificación de La Construcción y Edificación, S.C. (ONNCCE)*.
- NMX-C-416-ONNCCE. (2003).** Industria de la construcción - muestreo de estructuras térreas y métodos de prueba. *Organismo Nacional de Normalización y Certificación de La Construcción y Edificación, S.C. (ONNCCE)*.
- Saad, A. M. (1979).** *Tratado de construcción* (C. E. Continental (ed.)).
- Shi, C., & Zheng, K. (2007).** A review on the use of waste glasses in the production of cement and concrete. *Resources, Conservation and Recycling*, 52(2), 234–247. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2007.01.013>
- Soliman, N. A., & Tagnit-Hamou, A. (2016).** Development of ultra-high-performance concrete using glass powder – Towards ecofriendly concrete. *Construction and Building Materials*, 125, 600–612. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.08.073>
- Spiesz, P., Rouvas, S., & Brouwers, H. J. H. (2016).** Utilization of waste glass in translucent and photocatalytic concrete. *Construction and Building Materials*, 128, 436–448. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.10.063>
- Vegas, I., Azkarate, I., Juarrero, A., & Frías, M. (2009).** Diseño y prestaciones de morteros de albañilería elaborados con áridos reciclados procedentes de escombros de hormigón. *Materiales de Construcción*, 59(295), 5–18. <https://doi.org/10.3989/mc.2009.44207>

# Reflexiones éticas relacionadas con el uso e investigación de la nanotecnología

Ethical reflections related to the use and research of nanotechnology

—

Santos Adriana Martel Estrada  
mizul@yahoo.com

DEPARTAMENTO DE DISEÑO, INSTITUTO DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTE.  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA, MÉXICO.



Para citar este artículo:

Martel Estrada, S. A. . (2022). Reflexiones éticas relacionadas con el uso e investigación de la nanotecnología. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 11(29). <https://doi.org/10.31644/IMASD.29.2022.a05>

## RESUMEN

Actualmente, la nanotecnología es un área emergente del conocimiento de carácter interdisciplinario. Abarca diversas aplicaciones que incluyen la biomédica, alimentos, energía, armamentista e industrial. A pesar del potencial de sus aplicaciones, en este momento surge la necesidad de considerar éticamente los beneficios y riesgos que representa el uso y desarrollo de la nanotecnología para los ecosistemas natural, económico y social. En este documento se analizan cuestiones éticas del uso de la nanotecnología, incluyendo aspectos normativos y análisis de riesgo desde el punto de vista de sus dimensiones bioéticas. Es relevante una reflexión relacionada con las implicaciones éticas y bioéticas de las diferentes aplicaciones nanotecnológicas, sin dejar de lado sus posibles beneficios y amenazas. En general, esta reflexión conduce a la necesidad de que los investigadores influyan para que el marco normativo nacional e internacional no limite el desarrollo del avance científico, pero que sí asegure que dicho progreso no atente contra la seguridad de los seres humanos y del planeta en general.

### Palabras clave:

*Bioética; Nanotecnología; nanomateriales.*

— *Abstract*—

Currently, nanotechnology is an emerging interdisciplinary knowledge area. This discipline encompasses biomedical, food, energy, arms, and industrial uses of it. Despite its applications' potential, there is a need to ethically consider the benefits and risks that nanotechnology uses and development represent for natural, economic, and social ecosystems. This document analyzes ethical issues of the use of nanotechnology. An analysis of the risk and regulatory aspects can be carried out considering its bioethical dimensions. For these reasons, a reflection related to the ethical and bioethical implications of the different nanotechnological applications becomes relevant without neglecting their possible benefits and threats. In general, these reflections must drive researchers to influence the national and international regulatory framework for not limiting scientific progress. It also ensures that said progress does not threaten human beings' safety and the planet in general.

**Keywords:**

*Bioethics; Nanotechnology; nanomaterials.*



Desde el punto de vista de la tradición científica, se pueden señalar eventos memorables que han formado parte de la estructura social que reúne a los científicos en las mismas metas. En 1959 Richard Feynman otorgó a la comunidad científica un discurso denominado *Plenty of Room at the Bottom* (Feynman, 1959). Este documento se convirtió en un pronóstico educado de las posibilidades científicas en el estudio de la nanoescala y de alguna manera resumía con gran elocuencia el camino por el que se desenvolverían los científicos en las siguientes décadas. No obstante, a pesar de lo valioso del discurso, omitió mencionar las implicaciones éticas de dicha tecnología.

Actualmente, la nanotecnología abarca uso de materiales y dispositivos en la industria médica, electrónica y diversas cuestiones industriales (Brune, 2010). Es descrita como un área emergente e interdisciplinaria de investigación con importantes aplicaciones comerciales que involucra a las nanociencias, que serán una tecnología dominante de investigación en las economías del nuevo mundo (Stapleton, 2014). Tiene un carácter interdisciplinario abarcando áreas del conocimiento como física, química, biomédica y ciencia de los materiales (Berne & Schummer, 2005). Se ha considerado que tendrá importantes contribuciones para la solución de los retos actuales de protección ambiental, salud y limitaciones de recursos y energía (Ferrari, 2014). Como disciplina abarca también el estudio y generación de nanodispositivos para diagnóstico, seguridad y aplicaciones militares. Ha sido descrita como una tecnología emergente que opera con objetos (átomos y moléculas) enfocados en una escala de aproximadamente 100 nanómetros y más pequeños (Khan, 2014; Stapleton, 2014).

La nanotecnología en estos momentos es más que una historia de ciencia ficción. Muchos investigadores la consideran la última caja de juguetes de la naturaleza, que incluye átomos y moléculas, y en la cual las posibilidades de crear cosas nuevas son ilimitadas (Amato & Carroll, 1999). De esta manera, estas dimensiones imposibles de ver con el ojo del ser humano, se convierten en objeto de esperanza y sueño para quienes requieren de un avance tecnológico para una enfermedad incurable, pero también son un motivo de preocupación para la comunidad científica, ante la imposibilidad de tener una certeza de las repercusiones de todo el uso de esta tecnología a corto y largo plazo.

Aunque muchas de las preocupaciones éticas con respecto a la nanotecnología están basadas en ideas erróneas de una manera muy similar a lo argumentado por Jonas (Van de Poel, 2008), para el imaginario público no existe una diferencia entre lo que es científicamente posible y lo que abraza a la fantasía.

Desafortunadamente, las implicaciones de la tecnología comúnmente han sido dejadas de lado por el discurso ético y científico. Los investigadores, provistos de una libertad de investigación y con el afán de descubrir y aprender de la naturaleza, emprenden una carrera por sumergirse en el mundo nanométrico, con la finalidad de entender cómo se relacionan partículas y moléculas para crear y configurar la realidad. En este contexto, a pesar de las argumentaciones de Potter con respecto los riesgos de una ciencia sin límites (Rogotneva, Melik-Haikazyan, & Goncharenko, 2015), para los teóricos habitualmente la tecnología se ha considerado moralmente neutral, y solo su uso o finalidad han sido materia de una evaluación moral (Larrere, 2010). No obstante, las implicaciones bioéticas de la investigación en nanotecnología, se deben convertir en objeto de reflexión de comités científicos en sus diferentes niveles. En este sentido, es importante cuestionar y asegurar que la investigación en nanotecnología se desarrolle no solo por una necesidad innata de adquirir conocimiento, sino que incluya una visualización de sus posibles aplicaciones y por ende, los riesgos de las mismas (Brune, 2010). Es decir, es necesario considerar éticamente los beneficios y riesgos que representa el uso y desarrollo de la nanotecnología para la vida social, económica, cultural y aún más complejo, para la vida misma.

Para este fin, se han desarrollado diferentes propuestas para el análisis bioético de conflictos con el uso de nanotecnología. Principalmente, los dilemas han sido abordados con un enfoque en la administración del riesgo (Bawa & Johnson, 2007). Sin embargo, dada la facilidad de acceso a medios digitales, resulta prudente considerar el método propuesto por Brune en donde, a partir de una búsqueda de información, se evalúan los aspectos éticos no incluidos en legislaciones o normas, de tal manera que se pueda identificar si existen diferencias entre lo que se reporta y lo que realmente se realiza (Van de Poel, 2008).

Por estos motivos, es relevante una reflexión relacionada con las implicaciones éticas y bioéticas de las diferentes aplicaciones nanotecnológicas, sin dejar de lado, sus posibles beneficios y amenazas a partir de un análisis exhaustivo de la literatura.

## LA BIOÉTICA RELACIONADA CON LA NANOTECNOLOGÍA

De acuerdo con Pascussi la bioética puede ser definida como "el estudio y el análisis metódico del comportamiento del ser humano en las áreas del saber científico relacionado con la vida y con la salud desde los valores, principios y postulados éticos y morales"(Castro, 2016). Esta disciplina puede ser analizada a partir del principialismo bioético propuesto inicialmente por Beauchamp y Childress (Escobar López, 2012; Siurana Aparisi, 2010), y

que considera los principios de autonomía, beneficencia, no maleficencia y el de justicia. A partir de éstos resulta justamente relevante una reflexión de las implicaciones bioéticas relacionadas con el uso e investigación de la nanotecnología.

La dimensión bioética no ha estado alejada de los espacios científicos del todo. No obstante, ha sido colocada en el ámbito de la investigación médica debido principalmente a las terribles experiencias documentadas en el Informe Belmont (Siurana Aparisi, 2010), con una participación limitada en otras áreas científicas. Recientemente, las principales preocupaciones en el uso de la nanotecnología se centran en la posibilidad de que sea utilizada por los gobiernos para atentar contra la privacidad, así como la seguridad de la vida humana y animal.

Por otro lado, en el discurso bioético prevalece la preocupación del concepto de responsabilidad ética de Jonas, con relación al uso e investigación con nanotecnología (Ferrari, 2014). Al respecto, no hay claridad si esta obligación debe recaer en la política pública o en la ética de científicos y fabricantes. A lo anterior se agrega la ignorancia de los encargados de legislar en la materia, no solo en los países en desarrollo, sino aún en los más desarrollados, quienes toman decisiones sin tener pleno conocimiento de las mismas.

Por otro lado, se ha presentado la alternativa de centrar la atención en principios para decisiones éticas relacionados con los desarrollos en biotecnología y nanotecnología, entre los que se considera tomar como referencia los efectos de tecnologías similares, así como modelos de estimación de consecuencias o riesgos (Berube, 2011).

Desafortunadamente, en casos previos, como los efectos de los asbestos sobre la salud, o la situación de los organismos genéticamente modificados en Europa, han significado un rechazo público a la tecnología (Barakat & Jiao, 2010). Larrere (2010) ya había visualizado que gran parte del discurso se centra en los conceptos de seguridad y justicia. No obstante, sin restar importancia a la necesidad de que la nanotecnología pruebe su seguridad, y no se afecte la posibilidad de que las personas tengan acceso a ella, hace falta que la reflexión vaya más allá de estos aspectos morales.

Es importante entender que la nanociencia se encuentra todavía en una fase muy temprana de su desarrollo y es imposible predecir todas las posibles cuestiones éticas que se deberán abordar en los diferentes niveles de los comités de bioética relacionados (van de Poel, 2008). Las discusiones y ejemplos pueden demostrar la necesidad de incluir un enfoque social y el replanteamiento de los compromisos éticos en el desarrollo de la nanotecnología (Stapleton, 2014). Por esta razón, hay una necesidad de encontrar y proponer métodos para discernir aspectos éticos implicados en el desarrollo

nanotecnológico. Sin embargo, la reflexión ética en esta área no requiere nuevos principios, sino que demanda la aplicación de principios éticos a nuevos dominios.

Sin lugar a dudas, los preceptos enunciados en Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos de la UNESCO (2005), referente a los 15 principios de la bioética, indican que prevalece la obligatoriedad de ser un aspecto fundamental en la evaluación de las implicaciones de avance de la nanotecnología. En este sentido, debe destacarse que, independientemente de la novedad que presenten este tipo de investigaciones, el respeto a la dignidad humana y los derechos humanos, los beneficios y efectos nocivos, el respeto a la autonomía y la responsabilidad individual, el consentimiento informado, respeto a la vulnerabilidad humana, la privacidad y confidencialidad, igualdad, justicia y equidad, no discriminación, respecto a la diversidad cultural, solidaridad, responsabilidad social y salud, aprovechamiento compartido de los beneficios, protección de las generaciones futuras y protección del medio ambiente, siguen siendo una prioridad.

#### LA NANOTECNOLOGÍA COMO ASPIRACIÓN PARA LOGRAR JUSTICIA SOCIAL

La justicia es un concepto requerido para mantener el orden social y evitar la desintegración de las comunidades, atendiendo sus necesidades primordiales, como el derecho a los cuidados de la salud (León Correa, 2009; Siurana Aparisi, 2010). La Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos, en sus artículos 4 y 15, enuncia la necesidad de que los beneficios de la investigación científica sean compartidos con la sociedad de todos los países, enfatizando en que las aplicaciones también se den en los países en desarrollo (UNESCO, 2005). Para la UNESCO (2012), “la justicia social está basada en la igualdad de derechos para todos los pueblos y el acceso a los beneficios del progreso social y económico para todos, sin discriminación.” En este sentido, resulta entonces imprescindible abordar cuál ha sido el papel de la nanotecnología en promover estos anhelados beneficios entre las naciones.

Desde el punto de vista de investigación, hay esfuerzos dispares entre los países. Así por ejemplo en 2005, se habían reportado en Estados Unidos 4605 investigadores por millón de habitantes y 244 patentes, mientras que en México esas cifras eran de 268 investigadores y 1 patente, o en India 119 investigadores y 1 patente (Kay & Shapira, 2009). Desde el punto de vista regional, es importante mencionar que se considera que en América Latina, son Brasil, México y Argentina los países que más han impulsado el desarrollo de las nanotecnologías en este continente, con contribuciones en infraestructura y artículos científicos (Foladori, 2013).

A nivel global, los recursos y la creatividad de los investigadores están encauzados a desarrollar nuevas aplicaciones de dispositivos y materiales nanométricos. En la Tabla 1 se resumen algunas de las aplicaciones destacadas en sectores industriales. Diferentes productos de consumo emplean interfaces en la nanoescala, como materiales repelentes de agua, retardantes de fuego y protección UV. La sociedad y los individuos han sido beneficiados de muchas maneras con ellas. De esta forma, la protección intelectual desarrollada en los diferentes países abarcan desde aplicaciones para tratamiento de enfermedades hasta dispositivos de apoyo en desastres naturales (O'Mathúna, 2007). En este sentido, Richard Smalley, un científico ganador del Premio Nobel, consideraba que la nanotecnología jugaría un rol importante en crear energía suficiente para mitigar la demanda de la población (Roco & Bainbridge, 2007). Es decir, permitiría un acceso democrático a los beneficios de la tecnología (Berne, 2004).

No obstante, en países como Brasil, la nanotecnología ha sido promovida por élites científicas como medio de progreso, eficiencia y competitividad, pero las comunidades pobres no aprecian sus beneficios, y los críticos argumentan que solo ha contribuido a incrementar las desigualdades económicas y sociales en el país (Kay & Shapira, 2009).

**Tabla 1**  
*Aplicaciones de la nanotecnología en diferentes sectores industriales*

Sector	Tecnología	Ejemplo	Fuente
Médico	Diagnóstico y sistemas de liberación controlada de fármacos y biosensores	Diagnóstico y sistemas de administración de fármacos y estrategias basadas en nanopartículas poliméricas, inorgánicas, basadas en lípidos, hidrogeles o terapia basada en células madre y génica, etc.)	(Chaichi, Sheikh, Mukhopadhyay, & Gartia, 2021; Dong et al., 2021; Huang, Qiu, Zhang, & Tan, 2021; Maddu, 2021; Wang, Rahimi, & Filgueira, 2021; Zhao et al., 2021)
Agrícola	Diagnóstico y liberación controlada de pesticidas y micronutrientes	Diagnóstico y tratamiento de enfermedades, liberación de pesticidas, de micronutrientes y fertilizantes, etc.	(Acharya & Pal, 2020; Salama, Abd El-Aziz, Rizk, & Abd Elwahed, 2021)
Alimentos	Aditivos y nutracéuticos/sensores de detección de sustancias tóxicas o patógenos/empaque	Nano-aditivos, sistemas de administración de nutracéuticos, detección de sustancias y patógenos peligrosos, empaque inteligente y biodegradable, etc.	(Alfei, Marengo, & Zuccari, 2020; He, Deng, & Hwang, 2019; Krishna et al., 2018; Rodríguez-Ramos, Santana-Mayor, Socas-Rodríguez, & Rodríguez-Delgado, 2021; Sahani & Sharma, 2021)
Petrolero	Nanorobots y nanosensores/estructuras de almacenamiento de productos	Nanosensores, nanorobots y nanoinformadores, en varios campos de exploración y caracterización de yacimientos, incluida la detección de hidrocarburos, el monitoreo del frente de inundación y la detección y monitoreo de gases del subsuelo. Estructuras de almacenamiento de combustible con nanopartículas de sílice en cemento para un adecuado aislamiento.	(Kumar & Foroosh, 2021; Maagi, Lupyana, & Jun, 2020)
Ambiental	Tratamiento de aguas y desarrollo de biocombustibles	Membranas realizadas con diferentes materiales con características nanométricas para el tratamiento de aguas. Uso de materiales nanométricos para mejorar el proceso, generando mayores cantidades de biocombustibles.	(Devi & Chaturvedi, 2021; Kumar Das, Prava Das, & Dash, 2021; Shukla, Anusha, Ramaiya, Lee, & Sadeq, 2021; Singha & Kumar Mishra, 2020; Vasantha, Sharvari, Alfiya, & Praveen, 2021)
Militar	Armas, combustibles, sensores de condiciones ambientales.	Capas para fortalecer la dureza o suavidad de superficie. Nanopartículas como aditivo de combustibles. Nanopartículas en armas. Sensores para evaluar la calidad del aire en situaciones que involucren fuerzas de defensa y equipos de emergencia.	(Coyle & Diamond, 2010; Glenn, 2006; Umbrello & Baum, 2018)
Textiles	Capas y nanopartículas de refuerzo	Nanopartículas en textiles para diseño de interiores, telas repelentes al agua, no inflamables, y bloqueadoras de luz ultravioleta visible utilizadas en muebles y ropa de uso diario, deportiva y especializada.	(Melchor-Alemán, Mesta-Torres, & Martel-Estrada, 2016)

Fuente: Elaboración propia

Desde la perspectiva de su relevancia social, es vital continuar con la discusión de las razones sobre por qué el marco jurídico de la nanotecnología no ha alcanzado un acuerdo en la regulación de su uso (Stapleton, 2014). Algunos aspectos éticos han incluido las oportunidades en medio ambiente y salud y el riesgo potencial de las nanopartículas, así como en la privacidad y control de amenazas surgidas por el uso de nanodispositivos, las posibilidades de

tratamiento de enfermedades humanas, las consecuencias éticas en aspectos de equidad, justicia global, distribución de beneficios y riesgos, incluyendo aspectos éticos con respecto a pacientes y propiedad de derechos (Van de Poel, 2008). Dentro de los esfuerzos previos, destaca la declaración firmada por más de cien organismos, denominada Principios para la Supervisión de las Nanotecnologías y Nanomateriales, en donde se profundiza en la necesidad de aplicar la duda razonable en productos o procesos que puedan suponer un riesgo para la salud (Foladori, 2013). Aunque es importante este esfuerzo, desafortunadamente se enfoca en los riesgos e impactos de la nanotecnología, pero no establece ninguna declaración pertinente con respecto a la distribución de los beneficios de aplicación de la misma. Es decir, no se pueden negar los beneficios que pueden traer a la humanidad las diferentes aplicaciones nanotecnológicas, por lo que no se debe satanizar su uso, pero también es importante abordar ciertas cuestiones que pueden afectar derechos fundamentales o bien poner en riesgo la vida en general (Bennett-Woods, 2008). En este sentido, hay aspectos que han sido ya detectados y publicados por diferentes entidades de investigación. Por ejemplo, en 2004 la revista *Nature* publicó la necesidad de que cualquier nanomaterial producido debía proveer estudios de toxicidad en cualquier y en todos los nuevos nanomateriales (Stapleton, 2014).

Actualmente, este tipo de investigaciones se encuentran sujetas a dicha regulación en las principales agencias internacionales, como la FDA en Estados Unidos, o el Nanosafety Cluster (Nanosafety\_Cluster, 2021) y las legislaciones REACH and CLP en Europa (European\_Commission, 2021).

Por otro lado, puede resultar sorprendente desde el punto de vista del principio de justicia que la investigación sin precedentes en lo nano, puede llegar a niveles de manipulación de átomos en un microscopio de efecto túnel, pero sigan sin solución enfermedades antiguas en los países pobres. La justicia global requiere que la investigación en nanotecnología impacte al ingreso y salud, no solo de los países ricos, sino también del denominado Tercer Mundo, en donde todavía 2.3 millones de personas mueren por enfermedades prevenibles con vacunación (Hunt, 2008). Sin duda, la idea de que las enfermedades de los países en desarrollo eran su problema, ha sido totalmente hecha trizas entre otras cosas por enfermedades devastadoras como el síndrome de inmunodeficiencia adquirida, el síndrome agudo respiratorio y el ejemplo más reciente y doloroso, el SARS-2-COV-19. No obstante, a pesar de que la evidencia muestra que la vulnerabilidad de una nación a virus emergentes hace peligrar al mundo entero, todavía no hay acciones congruentes que muestren que los esfuerzos serán globales. Recientemente, la nanotecnología ha tenido un papel preponderante en el desarrollo de al menos tres vacunas contra la COVID-19 para uso en humanos, Pfizer/

BioNTech, Moderna y Novavax. No obstante, técnicamente la termoestabilidad de este tipo de vacunas y el requerimiento de ultra-congeladores ha sido un impedimento para su rápida distribución en países de bajo ingreso per cápita. Por otro lado, la equidad tampoco ha sido favorecida por las pre-órdenes de dosis realizadas por las naciones desarrolladas (Salamanca-Buentello & Daar, 2021)

A pesar de lo anterior, es indudable que los avances biotecnológicos serán clave en el entendimiento de la vida y el uso de su conocimiento para beneficiar al ser humano (O'Mathúna, 2007). Las aplicaciones de materiales o dispositivos nivel nano tienen un uso potencial en diferentes áreas científicas. Al respecto, se considera que sistemas de liberación de fármacos a nivel nanométrico permitirán tratamientos más eficientes. Por ejemplo, en el campo de la medicina, muchos proyectos de investigación se están enfocando en tratamientos contra el cáncer con el uso de nanopartículas ya sea para el tratamiento, el diagnóstico o teragnósticamente (Adach, *et al.*, 2016; Chung, Kim, & Hong, 2020; Dinparvar, *et al.*, 2020; Gorbet & Ranjan, 2020; Grall, *et al.*, 2015; Indoria, Singh, & Hsieh, 2020; Miller, Samec, & Alexander-Bryant, 2021; Mohamed, Alqahtani, Ahmad, Krishnaraju, & Kalpana, 2021; Shim, *et al.*, 2020). De esta manera, se utilizan diferentes enfoques que incluyen nanopartículas para potenciar el efecto de medicamentos en células cancerosas (Grall, *et al.*, 2015; Miller, *et al.*, 2021; Shim, *et al.*, 2020), de terapia dirigida (Cerqueira, Lasham, Shelling, & Al-Kassas, 2017; Chung, *et al.*, 2020; Ghorbani, Kokhaei, Ghorbani, & Eslami, 2020; Mohamed, *et al.*, 2021; Nejabat, *et al.*, 2020; Pang., *et al.*, 2021; Shim, *et al.*, 2020; Xu, *et al.*, 2020; Zhang, 2015), inmunoterapia (Wu, *et al.*, 2020; Zhou, Li, Lee, & Xie, 2020) o de partículas que permiten un adecuado diagnóstico (Adach, *et al.*, 2016; Ghorbani, *et al.*, 2020; Pavitra, *et al.*, 2019). No obstante, los principios bioéticos para permitir el desarrollo de investigaciones con seres vivos deben seguir siendo los mismos, enfocándose en el consentimiento informado, la minimización de riesgos y la protección de poblaciones vulnerables (Conti, Satterfield, & Harthorn, 2011; Cunha & Garrafa, 2016; Laudisio, *et al.*, 2020; ten Have, 2015; van de Poel, 2008). Igualmente, la idea de justicia debe ser muy relevante cuando se analiza cómo estos beneficios tecnológicos son distribuidos, dándole principalmente la posibilidad de accederlos a las poblaciones de los países ricos y dejando de lado a los países pobres. En este sentido, los contrastes son alarmantes, ya que en 2003 se reportaba que, mientras la gente en los países desarrollados tenían una esperanza de vida de 80 años, en algunos países africanos era de 30 años (O'Mathúna, 2007).



## EL RIESGO DE LA NANOTECNOLOGÍA VISTO DESDE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS

La ciencia de la nanoescala tiene asociada incertidumbre debido a la posible evolución y potencial de novedosas propiedades de nanomateriales, que desde el punto de vista de las políticas públicas deben incluir nuevos modos de participación en la toma de decisiones, junto con enfoques para la administración del riesgo (Groves, 2009). Este enfoque debe visualizar el concepto de autonomía, los usos militares de estos materiales y los peligros a la salud (Barakat & Jiao, 2010). Desafortunadamente, gran parte de las decisiones de los gobiernos son desarrolladas bajo un esquema de ignorancia de los peligros y bondades de este tipo de tecnología.

A pesar de que los nanomateriales están siendo ampliamente utilizados en productos para la vida diaria, poco se conoce acerca de la opinión pública respecto al tema (Joubert, *et al.*, 2020). Si bien los aspectos culturales y demográficos son determinantes en la percepción del beneficio de la nanotecnología, esta idea no implica que se conozcan los riesgos, por lo que es necesario un esfuerzo para asegurar políticas públicas que consideren aspectos bioéticos relacionados con el desarrollo de la misma (Kamarulzaman, Lee, Siow, & Mokhtar, 2020).

Desde el año 2000, en Estados Unidos se ha elaborado un marco regulatorio que contempla los riesgos de la nanotecnología, tanto en la industria como en las universidades (Jung & Lee, 2014; Justo-Hanani & Dayan, 2015), debido a que la consideran estratégica para la competitividad industrial (Michelson, 2008; Motoyama, Appelbaum, & Parker, 2011). Desde el punto de vista de la regulación y estandarización de productos nanotecnológicos, es importante señalar que ya está contemplada por organizaciones como la ISO, la IEC y el CEN (Soltani & Pouypouy, 2019). A pesar de no ser mecanismos oficiales, sino de competitividad, regulaciones como el ISO, han llenado el vacío oficial regulatorio en naciones latinoamericanas como México (Delgado-Ramos, 2014).

En Reino Unido, se han realizado aportaciones relevantes en la materia. El instrumento denominado Reporte voluntario de materiales ingenieriles a nanoescala, tiene como meta estimular el interés tanto de importadores como de quienes los fabrican, para entregar datos relacionados con su toxicidad y ecotoxicidad (Wetmore & Posner, 2009). Esfuerzos similares de acciones no obligatorias han sido desarrollados a través de la Agencia de Protección Ambiental en Estados Unidos, con la finalidad de entender las implicaciones en la seguridad y salud ambiental (Arnaldi, 2014).

Por otro lado, en lo que respecta a la investigación en nanotecnología, es importante mencionar que los gastos de gobiernos como Estados Unidos, Israel y China, se han enfocado fuertemente en el desarrollo de industria

militar. Tan solo en Estados Unidos, entre 2000 y 2004, se invirtieron del 26 % al 31 % de los fondos federales en nanotecnología para este sector (Stapleton, 2014). Bajo el amparo de que las cuestiones relacionadas con el desarrollo armamentista son cuestiones de seguridad nacional, difícilmente los gobiernos dan a conocer los posibles impactos del uso de esta tecnología en las poblaciones en donde pudiera ser utilizada. De esta manera, en las políticas públicas hay un enfoque preponderante en los beneficios del uso de esta tecnología para aumentar el poderío militar de una nación, pero no se informa acerca del posible riesgo para la población civil.

Por otro lado, en muchas áreas de generación de conocimiento, la ética impacta el diseño de los experimentos científicos. Desafortunadamente, hay poca investigación de las implicaciones en salud y seguridad del uso de nanotecnologías en el área de trabajo, a pesar de que los trabajadores y científicos están expuestos a inhalación, absorción dérmica e ingestión de estas sustancias (Saleh, 2020; Schulte & Salamanca-Buentello, 2007). En este sentido, ya se había previsto que las dimensiones de la reflexión ética en nanotecnologías, no solo puedan centrarse en el ámbito de la bioética, sino en una ética que permita que estudiantes, ingenieros e investigadores la aborden en cualquier aspecto de su actividad (Barakat & Jiao, 2010). Aunque el uso de nanomateriales en el campo de trabajo e investigación se realiza con la aceptación de manera voluntaria del riesgo, la autonomía se encuentra comprometida, dado que tanto las investigaciones, como puestos laborales están en juego (Kühnel, *et al.*, 2019; Schulte & Salamanca-Buentello, 2007).

En este marco, cualquier investigación con humanos o animales participantes debe ser revisada y regulada (O'Mathúna, 2007). Sin embargo, ésta no es una realidad a todos los niveles. En China se han desarrollado dos proyectos con el interés de regular el uso de nanopartículas en investigación como el de Efectos Toxicológicos de materiales de carbono de 2004-2008 y el Impacto de las partículas superfinas en el medio ambiente y salud de 2006-2010 (Dalton-Brown, 2012). De igual manera, el Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional, con una visión en las nanotecnologías y la protección de la salud humana y medio ambiente (Foladori, 2013). Por ejemplo, si bien es cierto que cuando se pretenden realizar investigaciones in vivo, de manera automática se solicita el cumplimiento de los permisos bioéticos correspondientes y el cumplimiento del marco regulatorio tanto en empresas como en universidades, en países como México no hay ninguna autoridad que regule al interior de los laboratorios académicos, el uso de dichas partículas con potencial de daño, al penetrar en la piel por contacto o por vías respiratorias, no solo a los investigadores, sino a sus estudiantes. Por ejemplo, a pesar de que algunos estudios han mostrado que los nanotubos de carbono son partículas tóxicas

(Ahmadi, *et al.*, 2017; Kunal Bhattacharya, Andón, El-Sayed, & Fadeel, 2013; K. Bhattacharya, *et al.*, 2016; Ema, Gamo, & Honda, 2016; Harik, 2017; Zhu, *et al.*, 2017) y que los fullerenos muestran el riesgo de causar daño oxidativo en el cerebro (Lenk & Biller-Andorno, 2007), daños mitocondriales (Yang, *et al.*, 2016), daños en ADN en fibroblastos humanos de pulmón (Ershova, *et al.*, 2016), etc., son constantes las investigaciones con este tipo de partículas al interior de las universidades sin ser reguladas o con estrictas medidas de seguridad.

Otro aspecto que debe considerarse es que las nanotecnologías en escala industrial consumen miles de toneladas de metros cúbicos de recursos, por lo que debe regularse el consumo desde el punto de vista de la sustentabilidad, así como en la abundancia de basura no reutilizable que pueden generar (Have, 2007). Uno de los peligros es la disposición final de los productos cuando culmine su tiempo de vida, generando un alto impacto ambiental. Por ejemplo, en Ghana se han realizado tiraderos de basura digital con un alto impacto a la salud y el medio ambiente (Stapleton, 2014).

Finalmente, hay que destacar que uno de los más grandes efectos de la nanotecnología toma lugar en los campos de la biología, la biotecnología y la nanomedicina (Bawa & Johnson, 2009), con respecto a las cuestiones básicas de derechos humanos, en donde también hay riesgos inherentes a evaluar. Una de sus aplicaciones se encuentra en la ingeniería tisular y medicina regenerativa (Danie Kingsley, Ranjan, Dasgupta, & Saha, 2013; du Toit, Kumar, Choonara, & Pillay, 2018; Hasan, *et al.*, 2016; Shajkumar, 2015). En esta área es pertinente cuestionarse acerca de qué funciones y mecanismos naturales del cuerpo humano son cualidades genuinamente humanas, particularmente cuando se da la transferencia de órganos no humanos a pacientes. Esto implica que las innovaciones en medicina nanotecnológica pueden intervenir en nuestra idea de identidad humana, ya que se pueden utilizar dispositivos que cambien radicalmente nuestra definición de ser humano, por medio de la implantación o transfusión de pequeñas partículas (Lenk & Biller-Andorno, 2007). Incluso pueden ir más allá con nanodispositivos de diagnóstico que tienen el potencial en un futuro cercano de ser capaces de identificar anormalidades a nivel celular, que pudieran implicar la predisposición de una persona a padecer una enfermedad (Bawa & Johnson, 2009), y por ende los riesgos de discriminación que esto significa.

## REFLEXIONES FINALES

La necesidad de una evaluación bioética de las tecnologías emergentes, requiere considerar distintos enfoques. Uno de los que se podría utilizar sería el basado en lo que Hans Jonas ha llamado la heurística del miedo. De

acuerdo con Jonas, en la Edad de la Tecnología, el abanico de consecuencias de las acciones humanas son más amplias que los tradicionales enfoques éticos propuestos (van de Poel, 2008). Por otro lado, Habermas se enfoca en la responsabilidad colectiva como imperativo para el análisis de tecnologías emergentes (Zullo, 2014). En este sentido, se destaca la idea de Habermas de no poder decidir por otros y por ende minimizar el riesgo posible, pero maximizando la libertad de investigación y experimentación. Esto contrasta con otras posturas de investigadores que aunque ponen de relevancia el principio de precaución considerando el deber moral de asignar riesgos al uso de la nanotecnología vs la libertad personal de utilizar recursos económicos para el desarrollo de dispositivos o nanomateriales para tratamientos avanzados de enfermedades (Boisseau & Loubaton, 2011).

Sin embargo, los enfoques parecieran estar más situados en el marco de potenciales riesgos, que en la certeza de que existan. Uno de los enfoques previamente propuestos para discernir sobre aspectos éticos fue propuesto por Brune, resaltando la búsqueda de literatura sobre ética y nanotecnología, para posteriormente evaluar el material y revisar si existen aspectos éticos no incluidos en los marcos normativos. Al final, se propone identificar las posibles diferencias entre lo reportado y los esquemas de investigación actuales (Van de Poel, 2008).

Como se puede ver en esta propuesta, no hay un enfoque en el análisis local de pequeñas investigaciones al interior de los laboratorios de las empresas y universidades, sino de las publicaciones y los riesgos reportados por las mismas (Brune, 2010). No obstante, sigue siendo relevante la asignación de riesgos a corto y largo plazo del uso e investigación de nanopartículas.

Es por este motivo que, a falta de criterios desarrollados propiamente para el análisis ético de esta tecnología, se debe reconocer que los principios de la bioética deben ser utilizados para la reflexión y discusión de los nuevos dilemas surgidos a partir de este tipo de investigaciones. Dadas las bondades y peligros implicados en el uso de nanotecnología, los investigadores tienen el deber moral de influir para que el marco normativo nacional e internacional no limite el desarrollo del avance científico. Sin embargo, también deben asegurarse que dicho progreso no atente contra la seguridad de los seres humanos y del planeta en general.

## REFERENCIAS

- Acharya, A., & Pal, P. K.** (2020). Agriculture nanotechnology: Translating research outcome to field applications by influencing environmental sustainability. *NanoImpact*, 19, 100232. doi: <https://doi.org/10.1016/j.impact.2020.100232>
- Adach, K., Fijalkowski, M., Gajek, G., Skolimowski, J., Kontek, R., & Blaszczyk, A.** (2016). Studies on the cytotoxicity of diamond nanoparticles against human cancer cells and lymphocytes. *Chem Biol Interact*, 254, 156-166. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2016.06.004>
- Ahmadi, H., Ramezani, M., Yazdian-Robati, R., Behnam, B., Razavi Azarkhiavi, K., Hashem Nia, A., Abnous, K.** (2017). Acute toxicity of functionalized single wall carbon nanotubes: A biochemical, histopathologic and proteomics approach. *Chemico-Biological Interactions*, 275 (Supplement C), 196-209. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2017.08.004>
- Alfei, S., Marengo, B., & Zuccari, G.** (2020). Nanotechnology application in food packaging: A plethora of opportunities versus pending risks assessment and public concerns. *Food Research International*, 137, 109664. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109664>
- Amato, I. & Carroll, L.** (1999). *Nanotechnology: shaping the world atom by atom*. National Science and Technology Council, Committee on Technology.
- Arnaldi, S.** (2014). Introduction: Nanotechnologies and the quest for responsibility. In S. Arnaldi, Ferrari, A., Magaudda, P., Marin, F. (Ed.), *Responsability in nanotechnology development*. New York: Springer Science.
- Barakat, N., & Jiao, H.** (2010). Proposed Strategies for Teaching Ethics of Nanotechnology. *NanoEthics*, 4(3), 221-228. doi: <https://doi.org/10.1007/s11569-010-0100-0>
- Bawa, R., & Johnson, S.** (2007). The Ethical Dimensions of Nanomedicine. *Medical Clinics of North America*, 91(5), 881-887. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2007.05.007>
- Bawa, R., & Johnson, S.** (2009). Emerging issues in nanomedicine and ethics. In *Nanotechnology & Society* (pp. 207-223): Springer.
- Bennett-Woods, D.** (2008). *Nanotechnology. Ethics and society*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Berne, R. W.** (2004). Towards the conscientious development of ethical nanotechnology. *Science and Engineering Ethics*, 10(4), 627-638.
- Berne, R. W., & Schummer, J.** (2005). Teaching societal and ethical implications of nanotechnology to engineering students through science fiction. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 25(6), 459-468.
- Berube, D.** (2011). Decision ethics and emergent technologies: The case of nanotechnology. *European Journal of Law and Technology*, 2(3).

- Bhattacharya, K., Andón, F. T., El-Sayed, R., & Fadeel, B. (2013).** Mechanisms of carbon nanotube-induced toxicity: Focus on pulmonary inflammation. *Adv Drug Deliv Rev*, 65(15), 2087-2097. doi:<https://doi.org/10.1016/j.addr.2013.05.012>
- Bhattacharya, K., Mukherjee, S. P., Gallud, A., Burkert, S. C., Bistarelli, S., Bellucci, S., Fadeel, B. (2016).** Biological interactions of carbon-based nanomaterials: From coronation to degradation. *Nanomedicine*, 12(2), 333-351. doi:[10.1016/j.nano.2015.11.011](https://doi.org/10.1016/j.nano.2015.11.011)
- Boisseau, P., & Loubaton, B. (2011).** Nanomedicine, nanotechnology in medicine. *Comptes Rendus Physique*, 12(7), 620-636. doi:[10.1016/j.crhy.2011.06.001](https://doi.org/10.1016/j.crhy.2011.06.001)
- Brune, H., Ernst, H., Grunwald, A., Grünwald, W., Hofman, H., Krug, H., Janich, P., Mayor, M., Rathgeber, W., Schmid, G., Simon, U., Vogel, V., Wuyrwa, D. (2010).** *Nanotechnology. Assessment and Perspectives*. Germany: Springer.
- Castro, J. (2016).** Ética y bioética: límites y alcances. *Revista de bioética latinoamericana*, 17, 75-96.
- Cerqueira, B. B. S., Lasham, A., Shelling, A. N., & Al-Kassas, R. (2017).** Development of biodegradable PLGA nanoparticles surface engineered with hyaluronic acid for targeted delivery of paclitaxel to triple negative breast cancer cells. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*, 76, 593-600. doi:<https://doi.org/10.1016/j.msec.2017.03.121>
- Chaichi, A., Sheikh, E., Mukhopadhyay, S., & Gartia, M. R. (2021).** Trends in Nanotechnology Development in Medical Applications. In *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*: Elsevier.
- Chung, H.-J., Kim, H.-J., & Hong, S.-T. (2020).** Tumor-specific delivery of a paclitaxel-loading HSA-haemin nanoparticle for cancer treatment. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 23, 102089. doi:<https://doi.org/10.1016/j.nano.2019.102089>
- Conti, J., Satterfield, T., & Harthorn, B. H. (2011).** Vulnerability and social justice as factors in emergent U.S. nanotechnology risk perceptions. *Risk Anal*, 31(11), 1734-1748. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2011.01608.x>
- Coyle, S., & Diamond, D. (2010).** Smart nanotextiles: materials and their application.
- Cunha, T., & Garrafa, V. (2016).** Vulnerability. *Camb Q Healthc Ethics*, 25(2), 197-208. doi: <https://doi.org/10.1017/S096318011500050X>
- Dalton -Brown, S. (2012).** Global Ethics and Nanotechnology: A Comparison of the Nanoethics Environments of the EU and China. *NanoEthics*, 6(2), 137-150. doi: <https://doi.org/10.1007/s11569-012-0146-2>
- Danie Kingsley, J., Ranjan, S., Dasgupta, N., & Saha, P. (2013).** Nanotechnology for tissue engineering: Need, techniques and appli-

- cations. *Journal of Pharmacy Research*, 7(2), 200-204. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jopr.2013.02.021>
- Delgado -Ramos**, G. C. (2014). Nanotechnology in Mexico: Global trends and national implications for policy and regulatory issues. *Technology in Society*, 37, 4-15. doi: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2013.09.005>
- Devi**, K. P., & Chaturvedi, H. (2021). Chapter 9 - An overview of nanotechnology in water treatment applications and combating climate change. In B. Thokchom, P. Qiu, P. Singh, & P. K. Iyer (Eds.), *Water Conservation in the Era of Global Climate Change* (pp. 191-212): Elsevier.
- Dinparvar**, S., Bagirova, M., Allahverdiyev, A. M., Abamor, E. S., Safarov, T., Aydogdu, M., & Aktas, D. (2020). A nanotechnology-based new approach in the treatment of breast cancer: Biosynthesized silver nanoparticles using *Cuminum cyminum* L. seed extract. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 208, 111902. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2020.111902>
- Dong**, Y., Wu, X., Chen, X., Zhou, P., Xu, F., & Liang, W. (2021). Nanotechnology shaping stem cell therapy: Recent advances, application, challenges, and future outlook. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 137, 111236. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.111236>
- du Toit**, L. C., Kumar, P., Choonara, Y. E., & Pillay, V. (2018). 10 - Use of nanostructured materials in hard tissue engineering A2 - Narayan, Roger. In *Nanobiomaterials* (pp. 257-295): Woodhead Publishing.
- Ema**, M., Gamo, M., & Honda, K. (2016). A review of toxicity studies of single-walled carbon nanotubes in laboratory animals. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 74(Supplement C), 42-63. doi: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2015.11.015>
- Ershova**, E. S., Sergeeva, V. A., Chausheva, A. I., Zheglo, D. G., Nikitina, V. A., Smirnova, T. D., . . . Kostyuk, S. V. (2016). Toxic and DNA damaging effects of a functionalized fullerene in human embryonic lung fibroblasts. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 805, 46-57. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2016.05.004>
- Escobar López**, M. T. (2012). Bioética mas allá del Principialismo. *Rev. latinoam. bioét*, 6-9.
- European Commission**. (2021). Internal market, industry, entrepreneurship and SME. Retrieved from [https://ec.europa.eu/growth/sectors/chemicals/reach/nanomaterials\\_en](https://ec.europa.eu/growth/sectors/chemicals/reach/nanomaterials_en)
- Ferrari**, A. (2014). Responsibility and visions in the new and emerging technologies. In S. Arnaldi, Ferrari, A., Magaudo, P., Marin. F. (Ed.), *Responsability in nanotechnology development*. New York: Springer Science
- Feynman**, R. (1959). Plenty of Room at the Bottom. Retrieved from [https://web.pa.msu.edu/people/yang/RFeynman\\_plentySpace.pdf](https://web.pa.msu.edu/people/yang/RFeynman_plentySpace.pdf)

- Foladori, G.,** Bejarano, F., Invernizzi, N. (2013). Nanotecnología: gestión y reglamentación de riesgos para la salud y medio ambiente en América Latina y el Caribe. *Trab. Educ. Saúde*, 11(1), 145-167.
- Ghorbani, F.,** Kokhaei, P., Ghorbani, M., & Eslami, M. (2020). Application of different nanoparticles in the diagnosis of colorectal cancer. *Gene Reports*, 21, 100896. doi: <https://doi.org/10.1016/j.genrep.2020.100896>
- Glenn, J. C.** (2006). Nanotechnology: Future military environmental health considerations. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(2), 128-137. doi: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.06.010>
- Gorbet, M.-J.,** & Ranjan, A. (2020). Cancer immunotherapy with immunoadjuvants, nanoparticles, and checkpoint inhibitors: Recent progress and challenges in treatment and tracking response to immunotherapy. *Pharmacology & Therapeutics*, 207, 107456. doi:<https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2019.107456>
- Grall, R.,** Girard, H., Saad, L., Petit, T., Gesset, C., Combis-Schlumberger, M., . . . Chevillard, S. (2015). Impairing the radioresistance of cancer cells by hydrogenated nanodiamonds. *Biomaterials*, 61, 290-298. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2015.05.034>
- Groves, C.** (2009). Nanotechnology, Contingency and Finitude. *NanoEthics*, 3(1), 1-16. doi: <https://doi.org/10.1007/s11569-009-0057-z>
- Harik, V. M.** (2017). Geometry of carbon nanotubes and mechanisms of phagocytosis and toxic effects. *Toxicology Letters*, 273(Supplement C), 69-85. doi: <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2017.03.016>
- Hasan, A.,** Saliba, J., Pezeshgi Modarres, H., Bakhaty, A., Nasajpour, A., Mofrad, M. R. K., & Sanati-Nezhad, A. (2016). Micro and nanotechnologies in heart valve tissue engineering. *Biomaterials*, 103(Supplement C), 278-292. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2016.07.001>
- Have, H.** (2007). *Nanotechnology, ethics and politics*. Paris France: UNESCO Publishing.
- He, X.,** Deng, H., & Hwang, H.-m. (2019). The current application of nanotechnology in food and agriculture. *Journal of Food and Drug Analysis*, 27(1), 1-21. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2018.12.002>
- Huang, Z.,** Qiu, L., Zhang, T., & Tan, W. (2021). Integrating DNA Nanotechnology with Aptamers for Biological and Biomedical Applications. *Matter*, 4(2), 461-489. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matt.2020.11.002>
- Hunt, G.** (2008). The global ethics of nanotechnology. In G. Hunt, Mehta, M. (Ed.), *Nanotechnology. Risk, ethics and law*. Taylor & Francis Group.
- Indoria, S.,** Singh, V., & Hsieh, M.-F. (2020). Recent advances in theranostic polymeric nanoparticles for cancer treatment: A review. *International Journal of Pharmaceutics*, 582, 119314. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2020.119314>



- Joubert, I. A., Geppert, M., Ess, S., Nestelbacher, R., Gadermaier, G., Duschl, A., . . . Himly, M.** (2020). Public perception and knowledge on nanotechnology: A study based on a citizen science approach. *NanoImpact*, 17, 100201. doi: <https://doi.org/10.1016/j.impact.2019.100201>
- Jung, H. J., & Lee, J. J.** (2014). The impacts of science and technology policy interventions on university research: Evidence from the U.S. National Nanotechnology Initiative. *Research Policy*, 43(1), 74-91. doi: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.07.001>
- Justo -Hanani, R., & Dayan, T.** (2015). European risk governance of nanotechnology: Explaining the emerging regulatory policy. *Research Policy*, 44(8), 1527-1536. doi: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.05.001>
- Kamarulzaman, N. A., Lee, K. E., Siow, K. S., & Mokhtar, M.** (2020). Public benefit and risk perceptions of nanotechnology development: Psychological and sociological aspects. *Technology in Society*, 62, 101329. doi: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101329>
- Kay, L., & Shapira, P.** (2009). Developing nanotechnology in Latin America. *J Nanopart Res*, 11(2), 259-278. doi: <https://doi.org/10.1007/s11051-008-9503-z>
- Khan, A. S.** (2014). *Ethics and nanotechnology*. Paper presented at the 2014 IEEE International Symposium on Ethics in Science, Technology and Engineering.
- Krishna, V. D., Wu, K., Su, D., Cheeran, M. C. J., Wang, J.-P., & Perez, A.** (2018). Nanotechnology: Review of concepts and potential application of sensing platforms in food safety. *Food Microbiology*, 75, 47-54. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.01.025>
- Kühnel, D., Nickel, C., Hellack, B., van der Zalm, E., Kussatz, C., Herrchen, M., . . . Hund-Rinke, K.** (2019). Closing gaps for environmental risk screening of engineered nanomaterials. *NanoImpact*, 15, 100173. doi: <https://doi.org/10.1016/j.impact.2019.100173>
- Kumar Das, P., Prava Das, B., & Dash, P.** (2021). Chapter 16 - Application of nanotechnology in the production of bioenergy from algal biomass: opportunities and challenges. In R. P. Kumar & B. Bharathiraja (Eds.), *Nanomaterials* (pp. 355-377): Academic Press.
- Kumar, S., & Foroozesh, J.** (2021). Chapter 5 - Application of nanotechnology in hydrocarbon reservoir exploration and characterization. In W. Ahmed, M. Booth, & E. Nourafkan (Eds.), *Emerging Nanotechnologies for Renewable Energy* (pp. 115-134): Elsevier.
- Larrere, C.** (2010). Ethics and nanotechnology: The issue of perfectionism. *HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry*, 16(1), 19-30.
- Laudisio, A., Giannotti, C., Chiarella, I., Spitaleri, D., Ballestrero, A., Odetti, P., . . . Monacelli, F.** (2020). Social vulnerability is associated with increased mortality in older patients with cancer. *Journal of Geriatric Oncology*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jgo.2020.09.018>

- Lenk, C., & Biller-Andorno, N.** (2007). Nanomedicine-emerging or re-emerging ethical issues? A discussion of four ethical themes. *Med Health Care Philos*, 10(2), 173-184. doi: <https://doi.org/10.1007/s11019-006-9014-6>
- León Correa, F. J.** (2009). Principios para una bioética social. *Bioethikos*, 3(1), 18-25.
- Maagi, M. T., Lupyana, S. D., & Jun, G.** (2020). Nanotechnology in the petroleum industry: Focus on the use of nanosilica in oil-well cementing applications - A review. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 193, 107397. doi: <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2020.107397>
- Maddu, N.** (2021). 9 - Nanoparticle mediated diagnosis of clinical biomarkers of different diseases: a medical application of nanotechnology. In S. C. B. Gopinath & F. Gang (Eds.), *Nanoparticles in Analytical and Medical Devices* (pp. 155-173): Elsevier.
- Melchor -Alemán, M.-A., Mesta-Torres, L., & Martel-Estrada, S. A.** (2016). Aplicaciones de nanopartículas en textiles para el diseño de interiores. *Espacio I+D: Innovación más Desarrollo*, 5(10). doi: <https://doi.org/10.31644/IMASD.10.2016.a07>
- Michelson, E. S.** (2008). Globalization at the nano frontier: The future of nanotechnology policy in the United States, China, and India. *Technology in Society*, 30(3), 405-410. doi: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2008.04.018>
- Miller, E. M., Samec, T. M., & Alexander-Bryant, A. A.** (2021). Nanoparticle delivery systems to combat drug resistance in ovarian cancer. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 31, 102309. doi: <https://doi.org/10.1016/j.nano.2020.102309>
- Mohamed, J. M., Alqahtani, A., Ahmad, F., Krishnaraju, V., & Kalpana, K.** (2021). Pectin co-functionalized dual layered solid lipid nanoparticle made by soluble curcumin for the targeted potential treatment of colorectal cancer. *Carbohydrate Polymers*, 252, 117180. doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.117180>
- Motoyama, Y., Appelbaum, R., & Parker, R.** (2011). The National Nanotechnology Initiative: Federal support for science and technology, or hidden industrial policy? *Technology in Society*, 33(1), 109-118. doi: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2011.03.010>
- Nanosafety\_Cluster.** (2021). Nanosafety Cluster. Retrieved from <https://www.nanosafetycluster.eu/>
- Nejabat, M., Eisvand, F., Soltani, F., Alibolandi, M., Mohammad Taghdisi, S., Abnous, K., . . . Ramezani, M.** (2020). Combination therapy using Smac peptide and doxorubicin-encapsulated MUC 1-targeted polymeric nanoparticles to sensitize cancer cells to chemotherapy: An in vitro and in vivo study. *International Journal of Pharmaceutics*, 587, 119650. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2020.119650>

- O'Mathúna, D.** (2007). Bioethics and biotechnology. *Cytotechnology*, 53, 113-119.
- Pang, Y., Su, L., Fu, Y., Jia, F., Zhang, C., Cao, X., . . . Qin, A.** (2021). Inhibition of furin by bone targeting superparamagnetic iron oxide nanoparticles alleviated breast cancer bone metastasis. *Bioactive Materials*, 6(3), 712-720. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2020.09.006>
- Pavitra, E., Dariya, B., Srivani, G., Kang, S.-M., Alam, A., Sudhir, P.-R., . . . Huh, Y. S.** (2019). Engineered nanoparticles for imaging and drug delivery in colorectal cancer. *Seminars in Cancer Biology*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.semcancer.2019.06.017>
- Roco, M. C., & Bainbridge, W. S.** (2007). Nanotechnology. *Societal Implications- Individual Perspectives*. Dordrecht: Springer.
- Rodríguez -Ramos, R., Santana-Mayor, Á., Socas-Rodríguez, B., & Rodríguez-Delgado, M. Á.** (2021). Chapter 19 - Novel applications of nanotechnology in food safety assessment. In W. J. Lau, K. Faungnawakij, K. Piyachomkwan, & U. R. Ruktanonchai (Eds.), *Handbook of Nanotechnology Applications* (pp. 461-505): Elsevier.
- Rogotneva, E. N., Melik-Haikazyan, I., & Goncharenko, M.** (2015). Bioethics: Negotiation of Fundamental Differences in Russian and US Curricula. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 215, 26-31. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.569>
- Sahani, S., & Sharma, Y. C.** (2021). Advancements in applications of nanotechnology in global food industry. *Food Chemistry*, 342, 128318. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128318>
- Salama, D. M., Abd El-Aziz, M. E., Rizk, F. A., & Abd Elwahed, M. S. A.** (2021). Applications of nanotechnology on vegetable crops. *Chemosphere*, 266, 129026. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129026>
- Salamanca -Buentello, F., & Daar, A. S.** (2021). Nanotechnology, equity and global health. *Nature Nanotechnology*, 16(4), 358-361. doi: <https://doi.org/10.1038/s41565-021-00899-z>
- Saleh, T. A.** (2020). Trends in the sample preparation and analysis of nanomaterials as environmental contaminants. *Trends in Environmental Analytical Chemistry*, 28, e00101. doi: <https://doi.org/10.1016/j.teac.2020.e00101>
- Schulte, P. A., & Salamanca-Buentello, F.** (2007). Ethical and scientific issues of nanotechnology in the workplace. *Environ Health Perspect*, 115(1), 5-12. doi: <https://doi.org/10.1289/ehp.9456>
- Shajkumar, A.** (2015). Chapter 17 - Future of Nanotechnology in Tissue Engineering A2 - Thomas, Sabu. In Y. Grohens & N. Ninan (Eds.), *Nanotechnology Applications for Tissue Engineering* (pp. 289-306). Oxford: William Andrew Publishing.
- Shim, M. K., Moon, Y., Yang, S., Kim, J., Cho, H., Lim, S., . . . Kim, K.** (2020). Cancer-specific drug-drug nanoparticles of pro-apoptotic and cathepsin B-cleavable peptide-conjugated doxorubicin for drug-

- resistant cancer therapy. *Biomaterials*, 261, 120347. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2020.120347>
- Shukla**, S. K., Anusha, J., Ramaiya, H., Lee, J., & Sadeq, H. A. (2021). Chapter 7 - Application of nanotechnology in membrane-based wastewater treatment: a critical review. In M. P. Shah & S. Rodriguez-Couto (Eds.), *Membrane-Based Hybrid Processes for Wastewater Treatment* (pp. 119-145): Elsevier.
- Singha**, I., & Kumar Mishrab, P. (2020). Nano-membrane Filtration a Novel Application of Nanotechnology for Waste Water Treatment. *Materials Today: Proceedings*, 29, 327-332. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.07.284>
- Siurana Aparisi**, J. C. (2010). Los principios de la bioética y el surgimiento de una bioética intercultural. *Veritas*, 121-157. [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-92732010000100006&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-92732010000100006&nrm=iso)
- Soltani**, A. M., & Pouypouy, H. (2019). Chapter 19 - Standardization and Regulations of Nanotechnology and Recent Government Policies Across the World on Nanomaterials. In M. Ghorbanpour & S. H. Wani (Eds.), *Advances in Phytonanotechnology* (pp. 419-446): Academic Press.
- Stapleton**, A., Cintora, A., De Anda, C., Fitzgibbon, M. (2014). How can Science Produce Unequal Relationships: The Nanotechnology Metaphor. *Proceedings of the 19th World Congress. The International Federation of Automatic Control*, 11431-11436.
- ten Have**, H. (2015). Respect for Human Vulnerability: The Emergence of a New Principle in Bioethics. *J Bioeth Inq*, 12(3), 395-408. doi: <https://doi.org/10.1007/s11673-015-9641-9>
- Umbrello**, S., & Baum, S. D. (2018). Evaluating future nanotechnology: The net societal impacts of atomically precise manufacturing. *Futures*, 100, 63-73. doi: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2018.04.007>
- UNESCO**. (2005). Declaración universal sobre Bioética y Derechos Humanos. Retrieved from [http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL\\_ID=31058&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=31058&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)
- UNESCO**. (2012). El día de la justicia social. Retrieved from [http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view/news/world\\_day\\_of\\_social\\_justice/](http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view/news/world_day_of_social_justice/)
- van de Poel**, I. (2008). How Should We Do Nanoethics? A Network Approach for Discerning Ethical Issues in Nanotechnology. *NanoEthics*, 2(1), 25-38. doi: <https://doi.org/10.1007/s11569-008-0026-y>
- Vasantha**, V. L., Sharvari, S., Alfia, N. S., & Praveen, N. (2021). Chapter 22 - Application of nanotechnology toward improved production of sustainable bioenergy. In R. P. Kumar & B. Bharathiraja (Eds.), *Nanomaterials* (pp. 445-479): Academic Press.

- Wang, D. K., Rahimi, M., & Filgueira, C. S. (2021).** Nanotechnology applications for cardiovascular disease treatment: Current and future perspectives. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, *34*, 102387. doi: <https://doi.org/10.1016/j.nano.2021.102387>
- Wetmore, J. M., & Posner, J. D. (2009).** Should corporations contribute to nano-regulation? *Nano Today*, *4*(3), 217-219. doi: <https://doi.org/10.1016/j.nantod.2009.03.002>
- Wu, D., Shou, X., Zhang, Y., Li, Z., Wu, G., Wu, D., . . . Wang, S. (2020).** Cell membrane-encapsulated magnetic nanoparticles for enhancing natural killer cell-mediated Cancer immunotherapy. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 102333. doi: <https://doi.org/10.1016/j.nano.2020.102333>
- Xu, X., Li, L., Li, X., Tao, D., Zhang, P., & Gong, J. (2020).** Aptamer-protamine-siRNA nanoparticles in targeted therapy of ErbB3 positive breast cancer cells. *International Journal of Pharmaceutics*, *590*, 119963. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2020.119963>
- Yang, L.-Y., Gao, J.-L., Gao, T., Dong, P., Ma, L., Jiang, F.-L., & Liu, Y. (2016).** Toxicity of polyhydroxylated fullerene to mitochondria. *J Hazard Mater*, *301*(Supplement C), 119-126. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2015.08.046>
- Zhang, T., Cui, H., Fang, C. Y., Cheng, K., Yang, X., Chang, H. C., & Forrest, M. L. (2015).** Targeted nanodiamonds as phenotype-specific photoacoustic contrast agents for breast cancer. *Nanomedicine*, *10*(4), 573-587. doi: <https://doi.org/10.2217/nnm.14.141>
- Zhao, Y., Pu, M., Wang, Y., Yu, L., Song, X., & He, Z. (2021).** Application of nanotechnology in acute kidney injury: From diagnosis to therapeutic implications. *Journal of Controlled Release*, *336*, 233-251. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2021.06.026>
- Zhou, S., Li, D., Lee, C., & Xie, J. (2020).** Nanoparticle Phototherapy in the Era of Cancer Immunotherapy. *Trends in Chemistry*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trechm.2020.09.008>
- Zhu, S., Luo, F., Tu, X., Chen, W.-C., Zhu, B., & Wang, G.-X. (2017).** Developmental toxicity of oxidized multi-walled carbon nanotubes on *Artemia salina* cysts and larvae: Uptake, accumulation, excretion and toxic responses. *Environmental Pollution*, *229*(Supplement C), 679-687. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.07.020>
- Zullo, S. (2014).** Features of intergenerational moral responsibility in the age of the emerging technologies. In S. Arnaldi, Ferrari, A., Magaudo, P., Marin. F. (Ed.), *Responsability in nanotechnology development*. New York: Springer Science.

# La peregrinación de la virgen Corazón de María como práctica de territorialidad en el ejido Francisco Sarabia, Comitán de Domínguez, Chiapas

The pilgrimage of the Virgin Corazón de María as a territorial practice in the ejido Francisco Sarabia, Comitán de Domínguez, Chiapas

—

Antonio de Jesús Nájera Castellanos  
anajera@unich.edu.mx

UNIDAD ACADÉMICA MULTIDISCIPLINARIA- LAS MARGARITAS, UNIVERSIDAD  
INTERCULTURAL DE CHIAPAS, LAS MARGARITAS, CHIAPAS, MÉXICO



Para citar este artículo:

Nájera Castellanos, A. de J. . (2022). La peregrinación de la virgen Corazón de María como práctica de territorialidad en el ejido Francisco Sarabia, Comitán de Domínguez, Chiapas. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 11(29). <https://doi.org/10.31644/IMASD.29.2022.a06>

## RESUMEN

El presente artículo aborda las prácticas simbólicas que mantienen poblaciones rurales en la región XV, Meseta Comiteca Tojolabal, del estado de Chiapas a partir del estudio etnográfico entre pobladores del ejido Francisco Sarabia en torno a la peregrinación que realizan en honor a la virgen Corazón de María, misma que culmina en la zona arqueológica de Tenam Puente. Este estudio juega un papel importante en la configuración actual de la apropiación de los territorios indígenas y campesinos en pleno siglo XXI, puesto que es de las pocas experiencias en Chiapas en donde poblaciones rurales hacen uso de estos espacios institucionalizados (zonas arqueológicas) para la realización de rituales con sentido agrícola. La ruta metodológica que guió el trabajo de investigación que aquí se presenta, tiene sus bases en la investigación cualitativa, particularmente desde la etnografía, al elaborar un registro descriptivo-interpretativo de la peregrinación que realizan los pobladores del ejido.

### Palabras clave:

*Ritualidad; territorio; pueblos indígenas; Arqueología, Etnografía.*

— *Abstract*—

This article addresses the symbolic burden that rural populations maintain in the XV Meseta Comiteca Tojolabal region of the state of Chiapas based on the ethnographic study among residents of the Francisco Sarabia ejido around the pilgrimage they carry out in honor of the Virgin Corazón de María, same that culminates in the archaeological zone of Tenam Puente. This study plays an important role in the current configuration of the appropriation of indigenous and peasant territories in the XXI century, since it is one of the few experiences in Chiapas where rural populations make use of these institutionalized spaces (archaeological zones) for the realization of rituals with an agricultural sense. The methodological route that guided the research work that is presented here is based on qualitative research, particularly from ethnography, when developing a descriptive-interpretive record of the pilgrimage carried out by the residents of the ejido.

**Keywords:**

*Rituality; territory, indigenous peoples; Archeology; Ethnography.*



## LOS ALTOS ORIENTALES DE CHIAPAS Y EL LEGADO HISTÓRICO DE TENAM PUENTE ENTRE LOS PUEBLOS DE LA MESETA COMITECA TOJOLABAL

En el ámbito arqueológico, la región de estudio está conformada “por diferentes sitios que comparten rasgos culturales y temporales comunes, entre ellos Hun Chabin y Tenam Puente, en el municipio de Comitán; Pueblo Viejo en Tzimol, Chinkultik, Tenam Rosario, Sachana y Lagartero -junto a los Lagos de Colón- en La Trinitaria y Cerro Nahlem en Las Margaritas” (Navarrete, 2001:31, en Ruíz, 2007: 42). Una región con una diversidad de espacios o conjuntos habitacionales arqueológicos con particularidades importantes que han dejado un legado histórico a las poblaciones de la Meseta Comiteca Tojolabal hasta nuestros días.

De esta manera, Tenam Puente ha sido catalogado como “un centro cívico militar, se localiza a 13 km al suroeste de la ciudad de Comitán, sobre una serie de colinas que se elevan moderadamente a una altitud que oscila entre los 1600 y 1700 msnm y que sirve de límite sur al valle de Comitán, esta cadena funciona además como barrera natural que divide a la tierra caliente (Depresión Central) de la tierra fría (los Altos Orientales)” (Laló y Alor, 1998:827), además, este sitio permitió a las civilizaciones que las habitaban “participar en las rutas comerciales establecidas en dichas áreas” (Laló, 2001:553). La toponimia de la zona arqueológica se compone particularmente de Tenam una voz náhuatl, Tenamitl que bien podría traducirse como “fortificación” o “cerca o muro de ciudad” (Thouvenot, 2014) y la denominación Puente que proviene del nombre de la antigua finca El Puente.

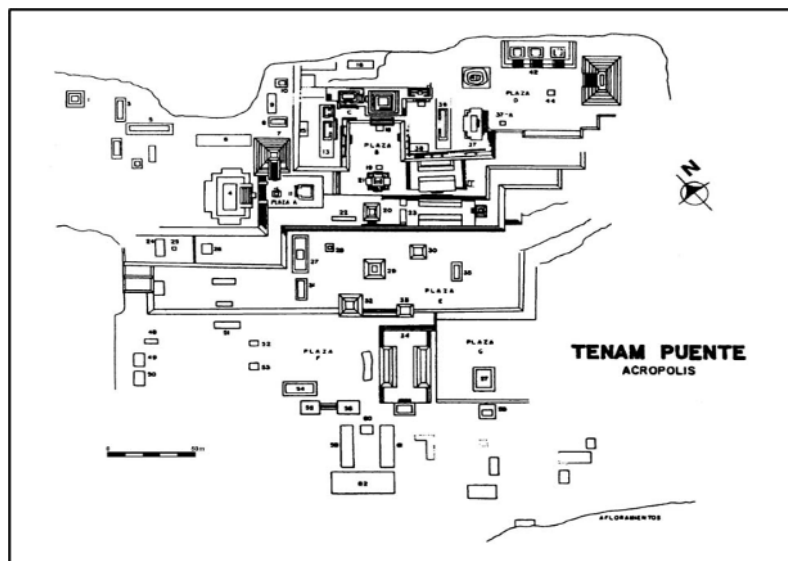


Imagen 1. Croquis de la Acrópolis de Tenam Puente. Fuente: Retomado de Laló, 2001:559

Tenam Puente adquirió gran relevancia como centro rector en los valles comitecos, dicha importancia sienta sus bases en los múltiples hallazgos arqueológicos que se han logrado identificar, puesto que, como afirman Laló y Alor:

“la zona nuclear del sitio se compone de poco más de 80 estructuras, la mayor parte de estos edificios y los más importantes se localizan en lo que hemos denominado como Acrópolis...tres juegos de pelota fueron construidos en este gran conjunto arquitectónico, dos de ellos contiguo y dentro de la Acrópolis, uno más ubicado en una plaza abierta frente a la gran plataforma del primer nivel...aunque las primeras ocupaciones humanas en el sitio aún no están claramente definidas, es posible remontar sus primeros ocupantes al periodo del Clásico Temprano. Así lo parece demostrar el entierro cuyas ofrendas cerámicas coinciden en cuanto a forma, al estilo teotihuacano del Centro de México, remitiéndose alrededor del 500 DC...la mayor parte de los edificios hasta ahora intervenidos (10 en total), muestran una evidente ocupación del Clásico Tardío y Postclásico Temprano... es durante el Clásico Tardío cuando ocurre la mayor ocupación dentro de la región e incluso en la vecina Depresión Central, en el caso de Tenam coincide también con un gran desarrollo arquitectónico y monumentos esculpidos” (1998:828).

Es decir, la incidencia territorial que tuvo Tenam sobre los valles de Comitán de Domínguez demuestran el grado de participación de este asentamiento en la vida política, social, cultural y religiosa en esta región.

Una de las prácticas culturales más importantes que se continuó entre los habitantes de este lugar que ahora se conoce como el ejido Francisco Sarabia, fue la elaboración de alfarería, una práctica que hasta hace un par de décadas se incluía como parte de los ingresos familiares de aquellos que continuaron desarrollando las técnicas antiguas. En localidades tojolabales del municipio de Las Margaritas, se rememoran la importancia de las vasijas de barro que provenían del ejido Francisco Sarabia, que se caracterizan como utensilios de buena calidad y resistencia. Sin embargo, en la actualidad son pocas las personas que mantienen esta práctica, cuyos productos son vendidos en el mercado municipal de Comitán de Domínguez o bien los conocedores del tipo de alfarería elaborada en el ejido Francisco Sarabia buscan precisamente a los hacedores para encargarse de las piezas que necesitan, como ollas para cocer frijoles, ollas de mayor tamaño para la elaboración de atole, comales y diversidad de vasijas de múltiples dimensiones.

## DE LA HACIENDA EL PUENTE AL EJIDO FRANCISCO SARABIA

Los pobladores del actual ejido Francisco Sarabia consideran que los primeros habitantes eran parte de grupos de tojolabales que poblaron dicho espacio, por ello los orígenes del actual ejido se remontan a la Hacienda El Puente que de acuerdo con Pulido era “propiedad de alemanes que por motivos ignorados abandonaron la ciudad, dejándosela a su apoderado y administrador Enoch Ortiz, quien la hizo producir y la disfrutó hasta que por motivos agrarios la vendió al gobierno, convirtiéndola éste en la colonia Francisco Sarabia” (2000: 220). Por otra parte, Laló plantea que “aunque los trámites para la dotación de la tierra habían iniciado en el año de 1937, no fue sino hasta el 14 de agosto de 1945 cuando finalmente se publicó el decreto expropiatorio a favor del nuevo ejido” (2005: 28) y además, apuntamos un dato que resulta interesante para el desarrollo del análisis en el texto, al mencionar que “de acuerdo con la tradición oral fue en ese año [1945] y un 22 de agosto, cuando el propietario regaló la virgen a los pobladores al constituirse en ejido” (Laló, 2005:30).



Imagen 2. Localidad de Francisco Sarabia. Fuente: Google Maps, 2020

Si bien las primeras generaciones de pobladores del actual ejido se consideran de filiación tojolabal, conviene traer a la discusión que las generaciones de abuelos trabajaron como peones acasillados para los finqueros de la región y, en consecuencia, la práctica de la visita a lugares sagrados como cuevas, ojos de agua, cerros y demás espacios considerados sacros, fueron negados por los patrones. Puesto que “el papel jugado por las fincas fue determinante en la conformación socio-económica del actual territorio chiapaneco... la finca no era sólo lo contenido en su marco territorial, no era nada más un espacio

productivo sino también ideológico, trascendió sus límites geográficos al conformar en varias zonas ese mundo cultural que hoy en Chiapas se conoce como “ladino”, y al ayudar incluso en otras, a veces, a recrear buena parte de las tradiciones de raigambre indígena colonial, cuando los integrantes de las comunidades se refugiaron –por grado o por fuerza– dentro de sus fronteras” (Ruz, 1988 en Gómez y Ruz, 1992:17)

Aunque los orígenes de los tojolabales aún son inciertos, los múltiples estudios tanto en el ámbito etnológico (Ruz, 1990), como lingüístico (Lenkersdorf, 1986), ponen de relieve la importancia que tiene en este grupo etnolingüístico las peregrinaciones a lugares considerados como sagrados, si bien Ruz plantea que con el fin del periodo finquero (es decir con el reparto agrario y la constitución de los ejidos), las visitas a lugares sagrados o peregrinaciones se realizaron con mayor énfasis entre la población tojolabal debido a la naciente “libertad” en la que se encontraron los pobladores, sin embargo, de esta manera la dimensión sagrada entre los tojolabales se concretiza particularmente desde la ritualidad a partir de espacios naturales y sagrados que de alguna manera buscan mantener en equilibrio las fuerzas que integran la vida cotidiana de los sujetos (Nájera, 2006).

Es decir, estos pueblos siguiendo la tradición ritual mesoamericana han logrado la permanencia de vincular los espacios como territorios sagrados, donde todo está en relación, se trata de coexistencias. El territorio y particularmente los espacios sagrados “siempre son relaciones, son vínculos y, en consecuencia, la consigna vital está en la búsqueda del equilibrio, del nuevo equilibrio como renovación de las intensidades y los sentidos en los lazos vitales” (Limón, 2012: 43).

#### TERRITORIO COMO ESPACIO SIMBÓLICO A PARTIR DE LA PEREGRINACIÓN DE LA VIRGEN CORAZÓN DE MARÍA

El juego de la pertenencia, los rasgos y prácticas de identificación entre los sujetos se convierten en ejes que permiten abordar la territorialidad y comprenderla como “la acción de significar un lugar y con ello, proteger, ratificar, defender, marcar, generar costumbres, prácticas y usos por un sujeto individual o colectivo” (Avendaño, 2010: 15). Los espacios desde donde se construye la identidad de los habitantes del ejido Francisco Sarabia, nos conduce a abordar la concepción de territorio como el “espacio natural culturalmente apropiado por la sociedad humana: el territorio sería el espacio apropiado y valorizado –simbólica y/o instrumentalmente– por los grupos humanos” (Giménez, 2000: 90), y además, resulta necesario agregar que el territorio es “también objeto de operaciones simbólicas y una especie de pantalla sobre la que los actores sociales (individuales o colectivos) proyectan sus concepciones del mundo” (Berruecos, 2012: 54). El

espacio territorial que han asumido como propio los lugareños se vincula precisamente a la herencia del espacio, producto de la lucha de abuelos y abuelas de los actuales ejidatarios.

La identidad de los habitantes del ejido Francisco Sarabia con su propio territorio implica un fuerte sentimiento de apego y pertenencia a su espacio sociocultural, que implica vínculos con el contexto material, como es la tierra, el agua y el monte (recursos naturales), pero también aspectos simbólicos que tienen que ver con la forma en la que se apropian de la tierra, la naturaleza, las relaciones familiares y comunitarias por ello Porto Goncalvez sostiene que “el hombre es un animal simbólico y, en ese sentido, sus relaciones entre sí y con la naturaleza son mediadas por los significados que crea y dirigen sus prácticas” (2008:65) lo que particularmente se observa en la resignificación de la peregrinación.

La madre tierra o la *nantik lu'um k'inál*, continúa siendo un elemento sumamente importante en la vida de cada una de las familias, se trata de la dadora de vida, del fruto que los alimenta y los mantiene, el maíz. Sin embargo, la incorporación de elementos de culto religioso católico como es el caso de la virgen Corazón de María, ha permitido generar procesos de cohesión social y, en consecuencia, reapropiación de espacios territoriales que han sido considerados sagrados y de importancia colectiva.

La peregrinación en honor a la Virgen Corazón de María, por acuerdo de los pobladores, se realiza un domingo antes del 22 de agosto, pues esta última fecha coincide con la fecha en que el dueño de la finca obsequiara la virgen a los recién consolidados ejidatarios (Laló, 2005). El trabajo de campo se realizó a lo largo del 18 de agosto de 2019, sin embargo, los preparativos se iniciaron desde un día antes para que, desde muy temprano, se alistara la imagen de la virgen haciendo un jacal móvil, adornándolo con flores silvestres en la que destaca el jutuz<sup>1</sup> o flor de mayo (*plumeria rubra*) y flores cultivadas como rosas, girasoles y crisantemos. De alguna manera, la ritualidad de esta práctica se inscribe en lo que plantea Ruz al mencionar que “el universo tojolab'al reivindica como primordialmente suyos los espacios geográficos que recuperó de las antiguas fincas... [de esta manera] el abandono de los centros tradicionales de asentamiento no significó, en modo alguno, la renuncia a los patrones culturales forjados con la herencia americana y la europea” (Gómez y Ruz, 1992:18-19).

---

1 Nombre local que se le asigna a la *plumeria rubra* L.



Imagen 3. Contingente partiendo de la iglesia ejidal. Fuente: Archivo Personal, 2019

La peregrinación la componen particularmente católicos del ejido, participando hombres, mujeres, jóvenes, niños y niñas, quienes hacen el recorrido a partir de una organización característica, especial, sobretodo porque manifiestan la forma simbólica para las peticiones vinculadas a la agricultura. De esta manera, los primeros sujetos que aparecen en el contingente son los “coheteros” quienes se encargan de quemar cohetes cuyo sentido figurado simboliza el trueno, el rayo, la preparación de la lluvia; seguido se encuentra la cuadrilla de tamboreros quienes van tocando los tambores y la flauta de carrizo ofreciendo las melodías a lo largo del caminar del contingente, los sonidos generados por los tambores se considera la lluvia que cae sobre los cultivos; el tercer bloque importante lo compone la imagen de la virgen Corazón de María, las banderas que representan los hogares en donde se espera caiga la lluvia y las mujeres, niños y niñas en la parte central del contingente como espacio de fertilidad.

Alrededor de las nueve de la mañana el contingente se prepara para alistar su salida hacia el recorrido que hará la peregrinación hasta Tenam Puente. La caminata inicia en el templo religioso católico del ejido, cargando la imagen de la virgen en una estructura de madera adornada con flores y acompañada por música tradicional de tambor y flauta de carrizo, incluyendo las banderas de romería, es decir, aquellas banderas que dentro de la vida ritual tojolabal se consideran “banderas mayores” y “banderas menores”.

El contingente camina hasta la zona arqueológica sobre la carretera asfaltada que conecta el ejido con Tenam Puente. Las cuadrillas de coheteros y tamboreros son quienes encabezan la peregrinación, seguidos por los abanderados, rezadores y la imagen de la virgen. Cuando han arribado a la zona arqueológica el contingente bordea las estructuras por el lado sur, hasta llegar al Edificio 14 ubicado en una de las áreas más altas de la Acrópolis.



Imagen 4. Contingente arribando a la zona arqueológica. Fuente: Archivo Personal, 2019

En la plaza D, el contingente hace una parada para acomodar el nicho en el que transportan a la virgen y prepararse para acercarse a la plaza B de la Acrópolis. Una vez que han cruzado la plaza D, el contingente se acerca al Edificio 14, que es el punto principal a donde han de llegar los peregrinos y la virgen Corazón de María. Frente al Edificio 14 se encuentra un árbol de *shinil* (*Quercus polymorpha Benth*) al que le dan tres vueltas en sentido contrario a las manecillas del reloj para enseguida dejar descansar el nicho que contiene la virgen frente al edificio antes mencionado, se reza un rosario por todos los participantes a la par que tamboreros y coheteros esperan el fin del rezo.



Imagen 5. Principales realizando la bendición de las ofrendas para los puntos. Fuente: Archivo Personal, 2019

Una vez terminado el rosario, los principales suben a la plataforma del Edificio 14 con las banderas “mayores” en donde se encuentra una cruz de madera misma que se encuentra adornada con flores como el laurel (*Litsea*

*glaucescens Kunh*). Junto a la cruz se asienta el nicho que contiene a la Virgen; al pie del edificio, los principales y la comitiva que integran el comité encargado de la peregrinación, encienden velas y veladoras sobre juncia (*Pinus oaxacana Mirov*) que ha sido esparcida previamente, aunado a ello se hace un rezo especial vinculado principalmente a la solicitud de tener una temporada agrícola benéfica para el ejido (lluvias y cosechas abundantes). Un dato especial durante este rezo es la bendición del *tzenam* (especie de bromelia de uso ceremonial, medicinal y de protección simbólica) y velas que han de ser ofrendadas, con una carga simbólica importante, en los puntos que consideran los principales como de suma importancia, hasta hace unos años se identificaban 26 puntos y actualmente se enciende un par de velas y un par de *tzenam* a únicamente nueve puntos principales distribuidos alrededor del Edificio 14.

Sin embargo, el proceso ritual no se culmina con la llegada de la virgen al Edificio 14, sino que la música juega también un papel importante, pues las cuadrillas de tamboreros y carriceros continúan tocando al pie del árbol de *shinil* y, además, a un costado de éste, se instala una marimba que toca múltiples sones para alegrar la visita y acompañar a todos los asistentes que han llevado alimentos y bebidas para compartir y recrearse en un espacio de fiesta y *compartencia*, como lo plantea Jaime Martínez Luna (2010).



Imagen 6. Espacio de convivencia entre los participantes. Fuente: Archivo personal, 2019

La convivencia familiar y comunitaria juega un papel importante en la celebración del recorrido ritual que realizan los pobladores, pues se ponen de manifiesto procesos con los que se asumen los espacios institucionalizados (zona arqueológica) como elementos simbólicos, identitarios y epistémicos, que permiten comprender que el tejido social se construye a partir del



reconocimiento de los espacios que se consideran colectivos y con una intencionalidad sagrada, dando con ello un sentido al quehacer cotidiano.

## CONCLUSIONES

El binomio sociedad-ambiente pone de manifiesto la importancia de la interpretación simbólica que los sujetos hacen en torno al espacio y al tiempo en el que cotidianamente construyen su vida. Si bien, la ritualidad de los pueblos indígenas representa de alguna manera la continuidad de prácticas ancestrales vinculadas al reconocimiento y reafirmación de la dualidad espacio-tiempo, puesto que el territorio ancestral es interpretado entonces “como el eje de la reproducción material, social y cultural del grupo” (Lerma, 2017: 2). Por ello, resignificar el territorio como proceso de territorialización lo convierte en una experiencia hierofanizante<sup>2</sup> que permite apropiarse simbólicamente de los territorios que han sido parte de la identidad colectiva. Aun cuando lo encontrado por Laló al mencionar que “en los registros fotográficos de los años 30 del edificio 14, en dichas tomas no se observa la existencia de alguna cruz de madera. Tampoco los reportes de los diferentes investigadores que estuvieron en el sitio mencionan algo referente a la festividad. Los informes de los inspectores de monumentos prehispánicos en los años 30 mencionan “la existencia de algunas cuevas con cruces” (2005: 30), pero ninguno habla sobre procesión alguna en el sitio, es decir, si bien la visita a la zona arqueológica parecería que se inicia a partir de la segunda mitad de la década de los 40s, de alguna manera la peregrinación en honor a la virgen Corazón de María se convierte en una oportunidad de apropiación y sacralización del espacio en la zona arqueológica desde los propios sujetos, lo que los conduce a construir nuevas territorialidades simbólicas y materiales.

De esta manera, la territorialidad simbólica adquiere sentido entre los habitantes de Francisco Sarabia, pues esta territorialidad se articula como “las representaciones culturales elaboradas por los pueblos acerca de su espacio. Destaca la distinción entre lugares sagrados y profanos que permite regular la reproducción de prácticas heterogéneas según la significación y utilidad que les es otorgada” (Lerma, 2017: 3), puesto que la cruz y el edificio 14 cobran sentido en función de la relación dialéctica que se establece entre el espacio y los sujetos a través de la renovación cíclica concretada en los rituales anuales, uno de ellos, la peregrinación de la virgen.

---

2 La hierofanía la podemos entender como “la forma en que se manifiesta lo sagrado a partir de algún elemento que sin ese atributo sería común” (Lerma, 2017: 2).

El territorio constituye un espacio con una carga simbólica importante, pero más aún se convierten en etnoterritorios que reactivan la memoria y se convierten en instrumentos para reclamar los derechos territoriales dentro de los estados nacionales en los que se encuentran (Barabas, 2004), es decir, para el caso de los habitantes de Francisco Sarabia, a través de la peregrinación en honor a la virgen Corazón de María se construye una re-territorialización del espacio físico, en este caso la cruz, el edificio 14 y en sí la zona arqueológica se convierte en lo que Barabas (2003) ha denominado como *ética del don* referenciada por un “conjunto de concepciones, valores y estipulaciones que regulan las relaciones de reciprocidad equilibrada entre personas, familias, vecinos, autoridades y comunidades en todos los campos de la vida social: el trabajo, el ciclo de vida, la fiesta, lo político y lo sagrado” (Barabas, 2004: 146). Es decir, el cumplimiento del don implica obtener bienestar y equilibrio en la vida de los sujetos participantes y de la comunidad en su conjunto, por ello, las ofrendas y las peticiones establecen una alianza entre las deidades y los sujetos con relación al territorio y con especial atención en la solicitud de una producción agrícola buena como sustento de vida.

La territorialización que los peregrinos del ejido hacen con relación a la zona arqueológica de Tenam Puente y en especial al edificio 14, pone de manifiesto su importancia a nivel espacial y social que tiene el espacio y, además, visibiliza el entramado de relaciones que se establecen antes, durante y después de la peregrinación, ya que esta práctica se comprende como el lado vivido del territorio con una carga histórica importante. Por ello, hablar de la territorialidad hace referencia a la vida cotidiana de los habitantes del territorio, a sus múltiples relaciones en el trabajo y fuera del trabajo, sus relaciones familiares, sus relaciones con grupos sociales o religiosos, sus relaciones con las autoridades en sí y con sus *habitus* particulares (Restrepo, 2005).

## REFERENCIAS

- Avendaño F., I.** (2010). Un recorrido teórico a la territorialidad desde uno de sus ejes: el sentimiento de pertenencia y las identidades territoriales. En *Revista Inter-c-a-ambio*, año 7, núm. 8.
- Barabas, A. M.** (2003). La ética del don en Oaxaca. Los sistemas indígenas de reciprocidad. En S. Millán y J. Valle (coords.). *La comunidad sin límites*. Conaculta-INAH. México.
- Barabas, A. M.** (2004). La construcción de etnoterritorios en las culturas indígenas de Oaxaca. *Revista Desacatos*, núm. 14. México
- Berruecos V., L. A.** (2012). Una aproximación interdisciplinaria a los conceptos de espacio y territorio. En María Eugenia Reyes Ramos y Álvaro F. López Lara (coods.). *Explorando territorios. Una visión desde las Ciencias Sociales*. Universidad Autónoma Metropolitana. México
- Giménez, G.** (2000). *Territorio, cultura e identidades. La región sociocultural*. En Jesús Martín Barbero et al (eds.). *Cultura y región*. CES, Universidad Nacional, Ministerio de Cultura. Colombia.
- Gómez H., A. y Ruz, M. H.** (1992). *Memoria Baldía. Tojolabales y las Fincas. Testimonios*. Universidad Nacional Autónoma de México/ Universidad Autónoma de Chiapas. México
- Laló J., G.** (2001). *Los juegos de Pelota en Tenam Puente, Chiapas*. En XIV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala. Editado por J.P Laporte, A.C. Suasnávar y B. Arroyo. Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala.
- Laló J., G.** (2005). *La fiesta de mi pueblo. La virgen Corazón de María en Tenam Puente, Chiapas*. *Diario de Campo*. Boletín Interno de los Investigadores del Área de Antropología, No. 74, marzo. Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Laló J., G. y Alor J., O.** (1998). *Notas del Clásico Tardío y Posclásico Temprano en Tenam Puente, Chiapas, México*. En XI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala. Editado por J.P. Laporte y H. Escobedo. Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala.
- Lerma R., E.** (2017). Etnografía de una territorialidad sagrada. La apropiación del espacio por exrefugiados guatemaltecos en La Trinitaria, Chiapas. En *Revista Pueblos y Fronteras Digital*, núm. 12 (24). México
- Limón A., F.** (2012). Espiritualidad maya-chuj. Divinidad y respeto como criterio básico de relaciones. En *Revista Bajo el Volcán*, año 11, no. 18.
- Martínez L., J.** (2010). *Eso que llaman comunalidad*. Colección Diálogos. Pueblos Originarios de Oaxaca. México
- Nájera C., A. de J.** (2016). La dimensión sagrada entre los tojolabales. En *Revista Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, vol. 5, núm. 11. México.

- Pulido S., M. T.** (2000). *Haciendas de Chiapas*. Gobierno del Estado de Chiapas/CONECULTA. México
- Restrepo, G.** (2005). *Aproximación cultural al concepto del territorio*. Biblioteca virtual del Banco de la República, Departamento de Geografía. Maestría en Geografía. Universidad Nacional de Colombia, Ciudad Universitaria-Santafé de Bogotá, Colombia.
- Ruíz A., M. E.** (2007). Las piedras de moler de los Altos Orientales de Chiapas, México. En *Anales de Antropología* Vol. 41-I. Universidad Nacional Autónoma de México/ Instituto de Investigaciones Antropológicas. México
- Thouvenot, M.** (2014). *Diccionario náhuatl-español basado en los diccionarios de Alonso de Molina con el náhuatl normalizado y el español modernizado*. Universidad Nacional Autónoma de México.

# Inteligencia Artificial aplicada a Vehículos Autónomos: Un Análisis Bibliométrico

Artificial Intelligence applied to Autonomous Vehicles: A Bibliometric  
Analysis

—

Edwin Fontalvo Montoya  
medwin@uninorte.edu.co  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3367-8339>

UNIVERSIDAD DEL NORTE, BARRANQUILLA, COLOMBIA



Para citar este artículo:

Fontalvo Montoya, E. . (2022). Inteligencia Artificial aplicada a Vehículos Autónomos: Un Análisis Bibliométrico. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 11(29). <https://doi.org/10.31644/IMASD.29.2022.a07>

## RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo analizar el campo de estudio de la Inteligencia Artificial (IA) en lo que se refiere a los Vehículos Autónomos (VA). Por medio de un estudio bibliométrico se construyó un panorama de esa área de investigación. A partir de la producción científica disponible en la base de datos Web of Science (WoS), se buscó entender los principales temas que están siendo abordados acerca Vehículos Autónomos y el uso de IA en ellos. La comprensión sobre qué dirección está tomando la Inteligencia Artificial en Vehículos Autónomos es relevante para señalar caminos para nuevas investigaciones, infraestructura, leyes y políticas públicas, principalmente en Latinoamérica, donde el tema es poco explorado.

### Palabras clave:

*Inteligencia Artificial; IA; Vehículos autónomos; Bibliometría.*

— *Abstract*—

This article aims to analyze the field of study of Artificial Intelligence (AI) in regard to autonomous vehicles (VA). Through a bibliometric study, an overview of this research area was constructed. From the scientific production available on the Web of Science (WoS) database, we sought to recognize the critical issues that are being addressed about autonomous vehicles and the use of AI in them. Assuming which direction Artificial Intelligence in autonomous vehicles is taking is relevant to point out paths for recent research, infrastructure, laws, and official policies, mainly in Latin America, where the subject is little explored.

**Keywords:**

*Artificial Intelligence; AI; Autonomous Vehicles; Bibliometric.*

Los inicios de la Inteligencia Artificial se remontan a siglos. Desde el renacimiento se crearon autómatas con funciones limitadas. A mediados del siglo XX, con la construcción de las primeras computadoras electrónicas, se empezó a discutir la posibilidad de construir máquinas pensantes. En 1950, Alan Turin, creó su prueba para saber si una máquina es inteligente o no, pero solo se centraba en un diálogo humano-máquina.

John McCarthy acuñó el término Inteligencia Artificial (IA) en 1956, para referirse a la parte de la ingeniería y las ciencias encargadas de construir máquinas inteligentes, específicamente en el área del software. Más adelante, en 1980, John Searle refutó la prueba de Turin, con la que denominó “la habitación china”. En ella, Searle afirma que engañar a un humano no demuestra que un software o máquina piense por sí sola y mostró que pueden hacer actividades sin comprender exactamente lo que hacen.

El significado de IA ha tenido diferentes conceptos y percepciones, lo que ha llevado a diferentes investigaciones sobre lo que realmente es una máquina inteligente. Gartner (Gartner, 2020), empresa consultora en tecnologías de la información, define la IA como aplicar análisis y técnicas basadas en lógica, incluyendo el aprendizaje autónomo al interpretar eventos, toma de decisiones y realizar tareas. De esta forma la IA se puede entender como la ciencia que busca diseñar y programar máquinas para realizar tareas que imiten la inteligencia humana.

Entre algunas de sus aplicaciones modernas están los juegos, especialmente el ajedrez, damas y el go (juego de estrategias chino). Casos sobresalientes fueron la computadora Deep Blue que ganó en 1997 al campeón de ajedrez Gari Kaspárov y la supercomputadora Watson, que ganó tres juegos de Jeopardy, superando campeones humanos. También se ha aplicado a la creación de robots como los utilizados por la NASA para la exploración del espacio (Spirit y Opportunity).

Uno de los casos prácticos de la utilización de la IA, es la conducción de vehículos por sí mismos, es decir vehículos autónomos (VA). Según Gartner (Gartner, 2020), los VA son aquellos que pueden conducir desde un punto origen a un destino, en modo “piloto automático”, utilizando diversas tecnologías y sensores. En 1980, la agencia de proyectos de investigación y defensa de Estados Unidos (DARPA), lanzó su primer vehículo autónomo con fines militares. Actualmente empresas importantes como Apple, Google, Amazon y Uber, entre otras, desarrollan diferentes tecnologías para sus VA a nivel mundial. Estos están equipados con todo tipo de sensores, GPS, LIDAR, visión computarizada y, por supuesto, orquestado por IA (Meseguer Gonzalez & Badia, 2017).

Esta tecnología de IA unida con los VA ya lleva alrededor de 40 años, pero no ha llegado a ser robusta y segura. En 2018 falleció en Tempe, Arizona (Estados Unidos), el primer peatón por un VA suscrito a Uber. A



raíz de este accidente, la sociedad y la industria se han cuestionado sobre la seguridad y riesgos que aún tienen este tipo de vehículos. Se debe garantizar la fiabilidad y protección ante ciberataques, sin dejar de lado las cuestiones éticas, morales y legales en caso de accidentes.

A continuación se explica la metodología usada en este artículo, para revisar las investigaciones publicadas en Web of Science (WoS) de Clarivate Analytics, sobre la utilización de IA en VA y describir el estado del arte con las tendencias de investigación futuras.

### ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

En la presente revisión bibliométrica, se revisaron las publicaciones realizadas en la Base de Datos Web of Science (WoS), usando su Core Collection y excluyendo las fuentes emergentes (Emerging Sources Citation Index – ESCI) por carecer de índices de impacto. Luego se detalla la cantidad de artículos encontrados y se inicia la revisión de lectura de resúmenes para identificar artículos relevantes para este análisis.

*Planeación:* El objetivo de este análisis es identificar cómo han evolucionado las investigaciones en revistas científicas sobre IA y VA indexadas en WoS.

*Revisión:* Se identificaron palabras clave, ecuación de búsqueda usando operadores booleanos, se tomó como periodo de búsqueda desde 2000 hasta 2020, el idioma y los tipos de documentos. A continuación, se muestran los criterios de inclusión y exclusión.

- 1) *Palabras clave:* artificial intelligence; inteligencia artificial; autonomous vehicles; self-driving cars; autonomous mobility; vehículos autónomos; driverless mobility.
- 2) Se revisaron exclusivamente artículos indexados en revistas académicas. Se excluyeron del análisis libros, tesis, ensayos, foros y otro tipo de obras.
- 3) Para que sea replicable esta revisión, se desarrolló la siguiente ecuación de búsqueda:

TOPIC: (( "artificial intelligence" OR ai OR "inteligencia artificial" ) AND ( "autonomous vehicles" OR "self-driv\* cars" OR "autonomous mobility" OR "vehiculos autonomos" OR "driverless mobility" )) Refined by: LANGUAGES: ( ENGLISH OR SPANISH ) AND DOCUMENT TYPES: ( ARTICLE ) AND RESEARCH AREAS: ( ENGINEERING OR COMPUTER SCIENCE ) Timespan: All years. Indexes: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, BKCI-S, BKCI-SSH.

### Criterios de inclusión:

- Todos los países: Para examinar cómo diferentes regiones aportan en la producción científica del tema tratado.
- Idioma: Artículos académicos escritos en inglés y español.
- Tipo de documentos: Se incluyeron artículos.

### Criterios de Exclusión:

- Idioma: Artículos escritos en idiomas diferentes al inglés y el español.
- Se excluyeron artículos no académicos o no incluidos en la colección principal de WoS, revisiones, libros, capítulos de libros, patentes y documentos de conferencias (Proceedings).
- Se enmarcó la búsqueda en las áreas de ingeniería y ciencias de la computación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un análisis bibliométrico sistemático y exhaustivo se realizó, utilizando el sistema de análisis de resultado proporcionados por Web of Science (WoS) y la herramienta gratuita para mapas científicos vosviewer.

Los resultados arrojados en este estudio, realizado en junio del 2020, fueron de 61 artículos, 21 de acceso abierto, desde el 2005 al 2020, teniendo los dos últimos años el 67.2% de la totalidad. Como lo muestra la Figura 1, este tema es emergente en la literatura y en creciente incremento.

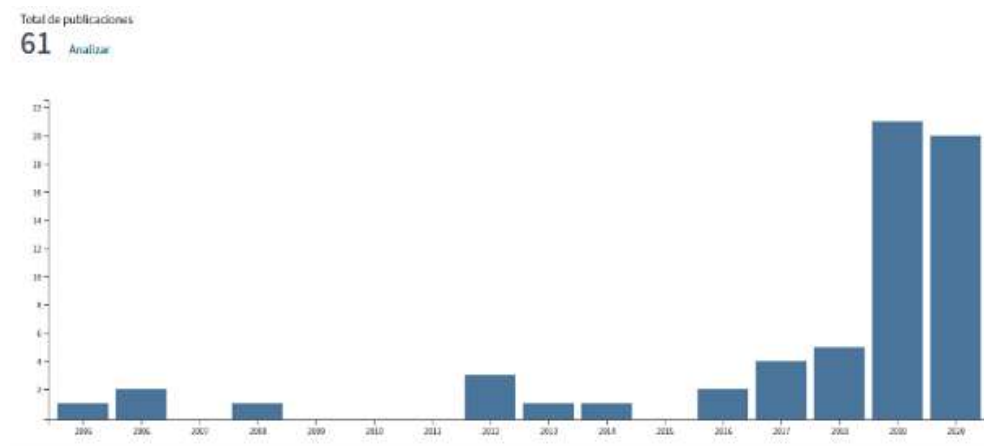


Figura 1. Publicaciones por año. Fuente: Análisis de resultados WoS

Ordenando estos resultados por los más citados, aparece en primer lugar el artículo de Dresner y Stone (Dresner & Stone, 2008), sobre manejo autónomo en intersecciones, de 2008 con 379 citas, seguido muy de lejos con 90 citas por el artículo de Akhtar y Mian (Akhtar & Mian, 2018), sobre ataques adversos al aprendizaje profundo en visión artificial. Siendo el primero de Estados Unidos y el segundo de Australia.

La revisión de la producción de artículos por países/regiones, muestra una actividad significativa en Estados Unidos (42,6%), seguido en Asia por China (14,75%). Solo Brasil hace presencia entre los países latinoamericanos, con un artículo. Europa, que cuenta con un total de 15 países, tiene el 50,8% de artículos publicados. Un análisis sobre los países más productivos y su relación se muestran en la Figura 2. Los resultados muestran que Estados Unidos ocupa el primer lugar con 605 citas y 13 coautorías. Lo sigue China, con 12 citas y 9 coautorías.

Estudiando la contribución científica entre organizaciones, se ve que las universidades lideran las investigaciones. Este estudio muestra al MIT en primer lugar, con 3 documentos y 79 citas, seguido por la Universidad de Stanford con 3 documentos y 8 citas. Los centros de investigación y empresas privadas quedan relegados dada su poca producción académica.

Tras un análisis de Co-ocurrencia de palabras claves en los documentos, pueden notarse las relaciones e interrelaciones entre la IA aplicada en VA y las tendencias emergentes de investigación (Figura 3). Los términos más encontrados fueron: autonomous vehicle (17), artificial intelligence (13), machine learning, big data(6), computer vision, automation, y neural networks.

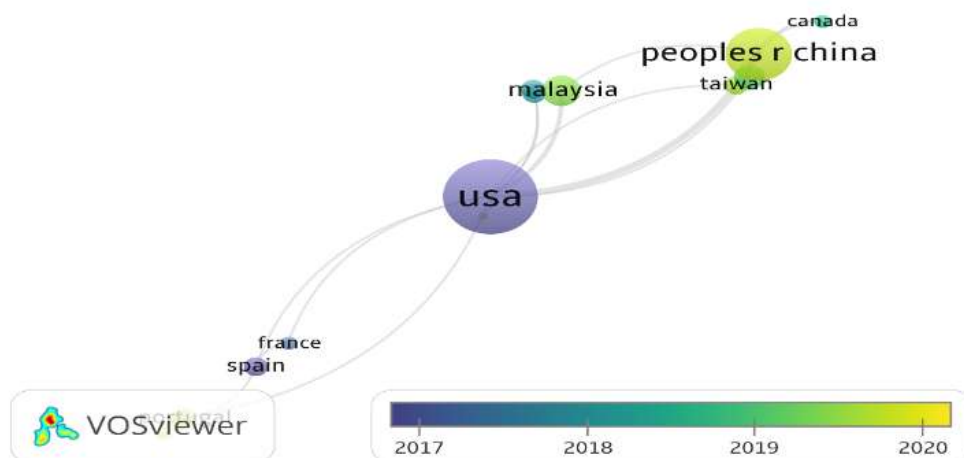


Figura 2. Colaboración entre países. Fuente: creación propia con VOSviewer. Fuente: Elaboración propia

Analizar bibliométricamente la frecuencia de aparición de las palabras claves (indexadas por autores y editores), nos permite evaluar el peso de la inves-

tigación en estos temas. La visualización de la red en la Figura 3 corresponde a los 51 términos más comunes, de un total de 361 palabras, en los 61 trabajos de resultados. Usando vosviewer, se dividieron las palabras claves en 4 clúster (Figura 3). Un clúster es un conjunto de nodos relacionados, dependiendo de los pesos asignados a cada uno (Van Eck & Waltman, 2013). Esta clasificación se tomó para analizar la literatura encontrada.

El primer conjunto está conformado por las palabras claves importantes para la búsqueda de vehículos autónomos e inteligencia artificial. Además, están relacionadas con temas muy importantes en cuanto a la seguridad, toma de decisiones, ética, visión computarizada y experiencia del usuario, entre otras. De acuerdo con la literatura encontrada, J. Millar (2016) estudió cómo debemos automatizar la toma de decisiones éticas en robots y vehículos autónomos. Propone cinco especificaciones para una herramienta que ayude a los diseñadores en la evaluación ética de toma de decisiones. Se deben considerar los principios de ética de interacción humano-robótica (HRI), para diseños aceptables, ya que ayuda a subrayar problemas de diseño mientras sugiere la forma de solucionarlos. Por otro lado, J. Hass, recientemente en abril del 2020, propuso un enfoque novedoso de aprendizaje por refuerzo, por “mundos de cuadrícula moral”, en el que la IA aprenda del entorno, en lugar de programarlos con contenidos aprendidos por los humanos. Contrario a ellos, H. Etienne en febrero de este año 2021, desnuda las falencias y peligros existentes en la “Máquina Moral” (MM), donde se alimenta la IA con votaciones de las personas y deja de lado la ética normativa. Entre algunos peligros que menciona están el uso de estos VA para fines terroristas y la legislación para la protección de datos tomados por estos vehículos.

Para la correcta toma de decisiones el VA debe estar equipado con la mejor tecnología en radares, sensores, cámaras, LIDAR, redes neuronales convolucionales (CNN) para realizar reconocimiento y técnicas wimax. Lo anterior fue estudiado por Zhou (2019), con un vehículo utilizado en el DARPA Urban Challenge 2007. Se evidenció la mejoría en la conducción y menos colisiones, al tener intercambio de información entre los vehículos que permite planificar y evitar los obstáculos con precisión.

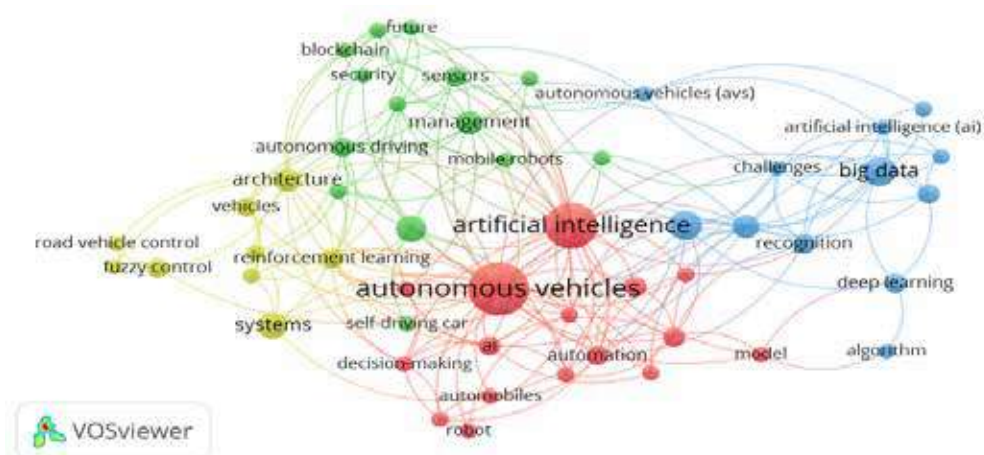


Figura 3. Mapa de co-ocurrencias de palabras claves. Fuente: Elaboración propia

En el clúster número dos, la conducción autónoma aparece rodeada de términos tan importantes como internet del vehículo (IoV), vehículos conectados, blockchain, sensores y el futuro. Es en este escenario que P. Bagga (2020), analizó las tendencias emergentes de Internet de Vehículos (IoV) y su vulnerabilidad a ataques como información falsa, inyección de mensajes, robo de cookies, ataque Sybill, denegación de servicio (DoS), intrusión de hardware y malware entre otros. Proponen una taxonomía de seguridad para IoV, enfocándose en la autenticación por Blockchain, para mejorar la transparencia y fiabilidad. Igualmente, en 2020, F. Yuchuan, presentó un marco de aprendizaje colectivo (BCL) para CAV, distribuido para entrenar machine learning (ML) unidos a una red Blockchain para usar inteligencia distribuida. Mostraron las limitaciones de la inteligencia de un solo vehículo, frente al enfoque centralizado donde se conectan los CAV a la nube para compartir información. También realizaron una simulación con un VA (Toyota Rav4) midiendo la eficiencia del aprendizaje y la precisión.

El último clúster, aparecen términos como coordinación, aprendizaje reforzado, control difuso, control de vehículos en carretera y control inteligente. Es esta línea de ideas, C. Yu, (2020), propuso utilizar un gráfico de coordinación dinámica para modelar topologías cambiantes, siguiendo dos enfoque de aprendizaje para coordinar las maniobras de conducción con un grupo de vehículos. Un enfoque es el aprendizaje de refuerzo de múltiples agentes (MARL). Este modelo solo se usó para la conducción, sin tener en cuenta las intersecciones viales. Este problema lo atacaron precisamente K. Dresner y P. Stone (Dresner & Stone, 2008; Vasirani & Ossowski, 2012) con un enfoque multiagente basado en reservas con protocolos de comunicación definidos. También proponen solucionar los dilemas de las intersecciones con un enfoque basado en subastas combinatorias para la asignación de

reservas. Por otro lado, se emplean lógica y control difuso para simular el control de humanos en VA y mejorar el rendimiento en la toma de decisiones (Naranjo, Gonzalez, Garcia, de Pedro, & Haber, 2005; Naranjo, Jimenez, Gomez, & Zato, 2012).

El tercer clúster muestra los retos más recientes de los vehículos autónomos: big data, aprendizaje automático, aprendizaje profundo, ciudades inteligentes. En una revisión de literatura con un enfoque en modelos matemático, realizada en 2017, por F. Alam sobre fusión de datos para IoT, se discuten los desarrollos futuros en estas áreas emergentes y los beneficios para las ciudades inteligentes y los VA. Concluyeron que los enfoques basados en probabilidad para la Data Fusion son simples y altamente aceptados como los enfoques clásicos de fusión de datos. Muestran que el uso de fusión de datos en VA, aunque no es nuevo, no ha tenido mucha aplicación hasta el 2010. También muestran la utilización del Data Fusion para las ciudades inteligentes controlando el tráfico, suministro de energía y controlando la contaminación.

El último clúster, aparecen términos como coordinación, aprendizaje reforzado, control difuso, control de vehículos en carretera y control inteligente. Es esta línea de ideas, C. Yu (2020) propuso utilizar un gráfico de coordinación dinámica para modelar topologías cambiantes, siguiendo dos enfoques de aprendizaje para coordinar las maniobras de conducción con un grupo de vehículos. Un enfoque es el aprendizaje de refuerzo de múltiples agentes (MARL). Este modelo solo se usó para la conducción, sin tener en cuenta las intersecciones viales. Este problema lo atacaron precisamente K. Dresner y P. Stone (2008) Vasirani & Ossowski(2012), con un enfoque multiagente basado en reservas con protocolos de comunicación definidos. También proponen solucionar los dilemas de las intersecciones con un enfoque basado en subastas combinatorias para la asignación de reservas. Por otro lado, se emplean lógica y control difuso para simular el control de humanos en VA y mejorar el rendimiento en la toma de decisiones (Naranjo, Gonzalez, Garcia, de Pedro, & Haber, 2005; Naranjo, Jimenez, Gomez, & Zato, 2012).

Las empresas que están probando los VA prometen mejorar la calidad del aire, disminuir los accidentes, ser inclusivos y seguros. Pero a raíz de algunos accidentes estas promesas están en tela de juicio.

Aunque cada vez es más común el uso de la IA artificial en celulares, video juegos, exploración del espacio y demás, aún hace falta algunos años para que su uso en vehículos autónomos sea confiable y masiva. Ya existen las primeras aproximaciones con empresas como Tesla, Uber, Google que realizan pruebas en países desarrollados, especialmente en Estados Unidos.

Los VA tienen 5 niveles de automatización, según la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE) (NHTSA, 2020), pero escasamente los que

ruedan actualmente están en nivel 3. Para alcanzar el nivel 5, hacen falta cubrir muchas dudas sobre seguridad y toma de decisiones éticas y riesgos cibernéticos, sin contar con las legislaciones e infraestructuras de los países.

Estados Unidos y China llevan la delantera en los estudios hallados. Solo Brasil hace presencia, por Latinoamérica, con un artículo de la Universidades Federal do Piauí en unión con Universidades de la India y Portugal. Esto, sumado a la poca infraestructura diseñada y legislación, deja a los países latinos con pocas posibilidades de ver rodar VA en sus carreteras, según el ranking de KPMG (KPMG, 2020).

### CONCLUSIÓN

En este artículo se presentó una breve revisión de literatura sobre la aplicación de la IA en VA, desde el punto de vista bibliométrico y académico, utilizando publicaciones en WoS y la herramienta vosviewer.

Se probó un aumento sistemático entre los académicos por analizar la aplicación y uso de la IA en VA desde 2005 a 2020. El análisis permite indicar que los sistemas de transporte inteligente y la inteligencia artificial son campos de estudio creciente en los dos últimos años, caracterizados por plantear cuestiones importantes para las futuras ciudades inteligentes sobre infraestructuras y legislación.

Los resultados de esta revisión pueden ser tomados como referencia por académicos, empresas privadas y gobiernos para la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos y ampliar el alcance de la investigación que incluyan otras fuentes de información confiable como Scopus, ACM e IEEE y nuevas herramientas y técnicas bibliométricas.

## REFERENCIAS

- Akhtar**, N., & Mian, A. (2018). Threat of Adversarial Attacks on Deep Learning in Computer Vision: A Survey. *Ieee Access*, 6, 14410–14430. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2807385>
- Alam**, F., Mehmood, R., Katib, I., Albogami, N. N., & Albeshri, A. (2017). Data Fusion and IoT for Smart Ubiquitous Environments: A Survey. *Ieee Access*, 5, 9533–9554. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2697839>
- Bagga**, P., Das, A. K., Wazid, M., Rodrigues, J. J. P. C., & Park, Y. (2020). Authentication Protocols in Internet of Vehicles: Taxonomy, Analysis, and Challenges. *Ieee Access*, 8, 54314–54344. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2981397>
- Dresner**, K., & Stone, P. (2008). A multiagent approach to autonomous intersection management. *Journal of artificial intelligence research*, 31, 591–656. <https://doi.org/10.1613/jair.2502>
- Etienne**, H. (2021). When AI Ethics Goes Astray: A Case Study of Autonomous Vehicles. *Social science computer review*. <https://doi.org/10.1177/0894439320906508>
- Fu**, Y., Yu, F. R., Li, C., Luan, T. H., & Zhang, Y. (2020). Vehicular Blockchain-Based Collective Learning for Connected and Autonomous Vehicles. *Ieee wireless communications*, 27(2), 197–203. <https://doi.org/10.1109/MNET.001.1900310>
- Gartner**. (2020). Artificial Intelligence (AI). Recuperado el 6 de julio de 2020, de <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/artificial-intelligence>
- KPMG**. (2020). *Assessing the preparedness of 30 countries and jurisdictions in the race for autonomous vehicles 2020 Autonomous Vehicles Readiness Index*. Recuperado de <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2020/07/2020-autonomous-vehicles-readiness-index.pdf>
- Meseguer Gonzalez**, P., & Badia, R. L. de M. (2017). *Inteligencia artificial*. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/unorte/titulos/42319>
- Millar**, J. (2016). An Ethics Evaluation Tool for Automating Ethical Decision-Making in Robots and Self-Driving Cars. *Applied artificial intelligence*, 30(8), 787–809. <https://doi.org/10.1080/08839514.2016.1229919>
- Naranjo**, J. E., Gonzalez, C., Garcia, R., de Pedro, T., & Haber, R. E. (2005). Power-steering control architecture for automatic driving. *Ieee transactions on intelligent transportation systems*, 6(4), 406–415. <https://doi.org/10.1109/TITS.2005.858622>
- Naranjo**, J. E., Jimenez, F., Gomez, O., & Zato, J. G. (2012). Low level control layer definition for autonomous vehicles based on fuzzy logic. *Intelligent automation and soft computing*, 18(4), 333–348. <https://doi.org/10.1080/10798587.2012.10643247>



- NHTSA.** (2020). Vehículos Automatizados para la Seguridad - NHTSA. Recuperado el 10 de julio de 2020, de <https://www.nhtsa.gov/es/tecnologia-e-innovacion/vehiculos-automatizados-para-la-seguridad>
- Van Eck, N. J., & Waltman, L.** (2013). vosviewer manual. Recuperado de Leiden: Univeristeit Leiden website: [http://www.vosviewer.com/documentation/Manual\\_VOSviewer\\_1.6.1.pdf](http://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.1.pdf)
- Vasirani, M., & Ossowski, S.** (2012). A Market-Inspired Approach for Intersection Management in Urban Road Traffic Networks. *Journal of artificial intelligence research*, 43, 621–659. <https://doi.org/10.1613/jair.3560>
- Yu, C., Wang, X., Xu, X., Zhang, M., Ge, H., Ren, J., ... Tan, G.** (2020). Distributed Multiagent Coordinated Learning for Autonomous Driving in Highways Based on Dynamic Coordination Graphs. *Ieee transactions on intelligent transportation systems*, 21(2), 735–748. <https://doi.org/10.1109/TITS.2019.2893683>
- Zhou, Z., Akhtar, Z., Man, K. L., & Siddique, K.** (2019). A deep learning platooning-based video information-sharing Internet of Things framework for autonomous driving systems. *International journal of distributed sensor networks*, 15(11). <https://doi.org/10.1177/1550147719883133>

# Mercadotecnia verde para productores orgánicos de Chiapas, desde la perspectiva de la ecoeducación

Green marketing for organic producers in Chiapas, from the eco-education perspective

—

Sarely Martínez Mendoza<sup>1</sup>  
sarely.martinez@unach.mx

Javier Cordero Fernández

1 FACULTAD DE HUMANIDADES UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS  
TUXTLA GUTIÉRREZ CHIAPAS, MÉXICO



Para citar este artículo:

Martínez Mendoza, S. ., & Cordero Fernández, J. . (2022). Mercadotecnia verde para productores orgánicos de Chiapas, desde la perspectiva de la ecoeducación. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 11(29). <https://doi.org/10.31644/IMASD.29.2022.a08>

## RESUMEN

El cambio climático, la destrucción de selvas, la contaminación de ríos y océanos, la disminución de la capa de ozono, el incremento de enfermedades cardiovasculares, entre otras señales preocupantes, han provocado que cada vez más personas decidan consumir productos ecosaludables. Esta tendencia, que presiona a las empresas a producir artículos amigables con la ecología, debe ser atendida por la mercadotecnia y por la educación. Por esta razón, en los últimos seis años, hemos colaborado con productores orgánicos locales, en un trabajo sistemático en donde se han involucrado a estudiantes de la Licenciatura en Comunicación de la Facultad de Humanidades de la Universidad Autónoma de Chiapas para ofrecer propuestas de comercialización desde la mercadotecnia verde. Con esta estrategia hemos buscado que los estudiantes también se sensibilicen en torno a problemas ambientales, desde la perspectiva de la ecoeducación y a través de propuestas prácticas, como un eje de respuesta local y micro a los problemas ambientales globales. El enfoque metodológico que empleamos ha sido la investigación acción participativa, en donde los productores han aportado conocimientos, experiencias y puntos de vista, lo que ha arrojado como resultado un proceso de aprendizaje en torno a la educación ambiental, así como una propuesta mercadológica para los emprendedores. En esta ocasión, recogemos los resultados obtenidos de agosto a diciembre de 2019, en donde se realizaron nueve propuestas de rediseño y estrategias comerciales basadas en elementos de la mercadotecnia verde, como son valores éticos, transparencia, desarrollo sustentable, rendición de cuentas y responsabilidad social. La aplicación de estas estrategias permitió incrementar las ventas de los productores en un porcentaje variable entre el 5 y 70% y, sobre todo, estimular la conciencia por una mejor convivencia con el planeta por parte de jóvenes universitarios.

### Palabras Clave:

*Mercadotecnia verde, Ecoeducación; desarrollo sustentable; productores agroecológicos; Chiapas.*



— Abstract—

Climate change, the destruction of forests, the pollution of rivers and oceans, the decrease in the ozone layer, the increase in cardiovascular diseases, among other worrying signs, have caused more and more people to decide to consume eco-healthy products. This trend, which is pressuring companies to produce eco-friendly items, must be addressed by marketing and education. For this reason, in the last six years we have collaborated with local organic producers, in a systematic work where students of the Licenciatura en Comunicación de la Facultad de Humanidades de la Universidad Autónoma de Chiapas have been involved to offer marketing proposals from green marketing. With this strategy we have sought that students also become aware of environmental problems, from the perspective of eco-education and through practical proposals, as an axis of local and micro response to global environmental problems. The methodological approach we use has been participatory action research, where producers have contributed knowledge, experiences and points of view, which has resulted in a learning process around environmental education, as well as a marketing proposal for the entrepreneurs. On this occasion, we collect the results obtained from August to December 2019, where nine redesign proposals and commercial strategies were made based on elements of green marketing, such as ethical values, transparency, sustainable development, accountability and social responsibility. The application of these strategies allowed to increase the sales of the producers in a variable percentage between 5 and 70%, and, above all, to stimulate the awareness for a better coexistence with the planet on the part of young university students.

**Keywords:**

*Green marketing; eco-education; sustainable development; agroecological producers; Chiapas.*

El 27 de septiembre de 1962, Rachel Carson publicó *Primavera silenciosa* (*Silent Spring*), texto primario que denunció el empleo de pesticidas en los productos agropecuarios y sus secuelas en el ambiente: muerte de pájaros, suelos áridos y una contaminación cada vez mayor. Aunque la autora fue atacada y descalificada, a la larga se constató que estaba en lo cierto. *Primavera silenciosa* fue el parteaguas de la nueva sensibilidad de los consumidores, quienes comenzaron a preocuparse por cuidar el planeta y dejar, en la medida de lo posible, una menor huella de carbono. Los más interesados fueron y son los jóvenes, conscientes de que heredarán un ecosistema mermado, casi destruido y hasta hostil. A partir de este siglo, y en especial del año 2019, hubo movilizaciones en diferentes puntos del planeta para exigir que los gobiernos asuman acuerdos para disminuir el cambio climático. Ese mismo año, la adolescente Greta Thunberg cobró notoriedad por encabezar protestas en diferentes ciudades, también con el propósito de obligar a los gobiernos, organizaciones, empresas e instituciones a comprometerse con un mayor cuidado de la naturaleza.

Hay motivos para preocuparse. Las cifras no respaldan el optimismo: el 90% de las descargas residuales en ríos, lagos y mares en países de América Latina no está tratada (Olguín, *et al*, 2010); en la región Mediterránea se ha perdido más del 90% de la cubierta forestal original (Primack, Rozzi y Feinsinger, 2001); la calidad del aire global se ha deteriorado con la presencia en el ambiente de aerosoles, óxidos de nitrógeno y de carbono; basura electrónica, espacial y radioactiva degrada el ambiente y se multiplica la contaminación visual, lumínica y acústica.

El planeta está amenazado. En México, seis de cada diez ríos están contaminados (Conagua, 2017), se proyecta que para 2020-2100 la temperatura promedio podría incrementarse entre 0.5 y 4.8 grados y las precipitaciones pluviales entre el 5 y el 15% (Sosa-Rodríguez, 2015). Los consumidores mexicanos somos responsables del 1.4% de emisiones de gases de efecto invernadero, el mayor agente del cambio climático, lo que coloca a nuestro país como uno de los 15 principales emisores (Delgado, De Luca y Vázquez, 2015). Estos ataques al ecosistema han provocado el incremento de desastres naturales, con una cifra estimada de 200 a 400 por año (Holmes, 2008); hay desertificación de suelos, en donde seis de cada diez hectáreas padecen sequía extrema (Guerrero y Márquez, 2014) y una mayor migración de lugares de riesgo (Ochoa y Ayvar, 2015). En ese escenario complicado, las cifras en Chiapas son también preocupantes. La Selva Lacandona, arrasada en un 72.2% de su superficie, “está herida de muerte”, alerta Jan de Vos (1988, p. 30); más del 20% de las cuencas están contaminadas (Martínez, 2017); el río Sabinal, que atraviesa la capital de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, está convertido en un canal de desagüe de aguas negras y es factor de inundación; la deforestación y la contaminación han colocado a la entidad

en riesgo permanente con huracanes, como el Mitch, Stan, Roxana y Javier que han forzado al desplazamiento de personas (Villafuerte y García, 2006; Rodríguez, 2017). Aparte de estos problemas ambientales, la población registra una salud precaria; según la Federación Mexicana de Diabetes (2016) el 10.3% de las mujeres y el 8.4% de los hombres padece esa situación crónica a causa, en el 90% de los casos, de sobrepeso y obesidad. Asimismo, México ocupa el primer lugar en padecimientos cardíacos, segundo en diabetes y tercero en tumores malignos. De acuerdo con las autoridades sanitarias, estas comorbilidades han causado el 45.8% de fallecimientos asociados con el coronavirus (Poy y Sánchez, 10 de enero de 2021).

Los habitantes estamos obesos. Cada vez somos más y poblamos todos los rincones del planeta. De mil millones de habitantes en 1800, actualmente somos más de 8 mil cien millones. Una obesidad poblacional. Y donde hay civilización hay testimonio de destrucción, parodiando a Walter Benjamin (2008). Otro factor es el crecimiento en la esperanza de vida, pero con una vejez dependiente, enferma y con demencia entre el 5 y el 8% (OMS, 2019). Es cierto que se vive más, pero en peores condiciones; de los 12 millones de adultos mayores en nuestro país, 800 mil han sido diagnosticados con demencia.

### OBESIDAD LÍQUIDA

Hay una epidemia de obesidad, no solo en el sentido de sobrepeso corporal, sino de consumos excesivos que generan desechos que contaminan el ambiente. Jean Baudrillard (2002) considera que la obesidad es la constante de la posmodernidad; Baumann (2006) que la liquidez. Ambas, obesidad y liquidez, marchan juntas y colocan a la sociedad en riesgo (Beck, 2006). Baudrillard (2002) caracteriza a la obesidad como “saturación de un espacio limitado” y a la vez como metáfora del “sistema de información, comunicación, hipertrofia, proliferación y reacción en cadena” (p. 40). Ese crecimiento desmedido genera consumos excesivos y desechos en abundancia. “El mercado”, describe Octavio Paz (2014), “no se detiene nunca y cubre la tierra con gigantescas pirámides de basura y desperdicios: envenena los ríos y los lagos; vuelve desiertos las selvas; saquea las cimas de los montes y las entrañas del planeta; corrompe el aire, la tierra y el agua” (p. 118).

Todo lo sólido se desvanece en el aire, apunta Berman (1988) para referirse a la experiencia de la modernidad. Lo pesado se vuelve líquido. Hoy, las ganancias provienen “de la desenfrenada velocidad de circulación, reciclado, envejecimiento, descarte y reemplazo –no la durabilidad ni la duradera confiabilidad del producto” (Bauman, 2006, p. 19). Petrella abunda en que las economías actuales están enfocadas a la producción de lo efímero y lo volátil (en Bauman, 2005), en la lógica del “impacto máximo” y el “desuso inmediato” (Steiner, en Bauman, 2005). Emerge una obesidad líquida que altera el frágil ecosistema. Pero esa pesada huella de carbono del ser humano

puede reducirse. Las prácticas lesivas al equilibrio ecológico pueden ser modificadas y una de las disciplinas claves es la mercadotecnia, como serie de conocimientos que debe enseñar a consumir de forma responsable productos que provoquen menor daño al ambiente. Ese mercado, “que amenaza la vida de los hombres y la de los animales y las plantas” no es “una ley natural ni divina: es un mecanismo inventado por los hombres” (Paz, 2014, p. 118). Y si ha sido inventado por los hombres, puede ser modificado.

Un factor de cambio es la educación ambiental de transversalidad, como elemento estratégico para fomentar y crear nuevas sensibilidades, valores y habilidades que busquen una convivencia armónica con el ambiente. La educación ambiental o ecoeducación parte de dos principios: la incorporación de valores éticos y la concepción del mundo como un sistema complejo (Leff, 1998). A fines de los setenta, Arreola (1979) indicaba que la universidad debe incidir en médicos, ingenieros o educadores para “conservar y enriquecer los bienes de la naturaleza y de la vida” (p. 96). En esta mirada ecoeducativa se registra un desplazamiento del sujeto antropocéntrico, centrado en el mejoramiento del individuo, al “biocéntrico” o “ecocéntrico”, que tiene como finalidad “mejorar la vida de los ecosistemas; respetar los condicionantes y límites de la naturaleza” (Novo, 2009); en esta nueva mirada, el ser humano no es más el amo de la naturaleza, sino parte integral de ella. Así, los ejes que vertebran la educación ambiental, formal o no formal, son la responsabilidad global, la diferenciación entre crecimiento y desarrollo, la búsqueda de sociedades socialmente justas y ecológicamente equilibradas y la crítica a la superproducción y superconsumo para unos pocos y la escasez para la mayoría (Novo, 1996). La educación ambiental no puede ser neutra, “ni sustentarse en el vacío. Ella se asienta sobre una ética profunda, que compromete seriamente a cuantos participan en sus programas” (Novo, 1996).

Este proceso de toma de conciencia ha sido largo y es normal que ahora, cuando el ecosistema está amenazado con una acelerada desaparición de animales no domesticados, la presencia de pandemias, la multiplicación de incendios y la aparición de productos con alto grado de contaminantes, aparezca un ciudadano que busca satisfacer sus necesidades con productos que tengan un bajo o nulo impacto en la naturaleza. Aparte de una mejor convivencia con el planeta, las personas quieren beneficiarse con insumos ecológicos que incidan de forma positiva en su salud. Deportistas, cantantes y actrices destacados promueven estas nuevas actitudes. Han surgido también organizaciones ciudadanas de carácter global, que difunden problemas ambientales, sensibilizan y enseñan a actuar a las personas para cuidar y proteger la naturaleza, y otras que presionan –y exigen– a empresas y a los gobiernos a cumplir con protocolos de poco impacto en el ambiente. Se configura así una nueva tendencia, catalogada dentro del *g-commerce* o mercadeo verde.

## MERCADOTECNIA VERDE

Ante esa urgencia de cambiar prácticas de consumo para conservar el ecosistema, ha surgido una generación que demanda productos saludables y amigables con el medio ambiente. La mercadotecnia no se ha mantenido al margen y ha apelado a los principios básicos de responsabilidad social de las empresas. A esta práctica específica se le conoce como mercadotecnia verde. La mercadotecnia, como disciplina, no se dedica a crear deseos, sino a diseñar estrategias para satisfacer necesidades, relacionadas con la alimentación, la vivienda y el abrigo, la mercadotecnia verde busca la satisfacción de esas necesidades mediante “la gestión racional de los recursos y la puesta en práctica de actividades que tengan en cuenta a las generaciones futuras” (Unesco, 1977, p. 5). Los valores éticos, en esta propuesta, ocupan un lugar central porque implica generar pautas de educación no formal, que concilien el paso del hombre con la marcha adecuada de la naturaleza para su sobrevivencia; “el *marketing* ya no trata de seducir a las personas con promesas vacías; se trata de involucrarlos y educarlos” (Grant, 2007, p. 48).

Si para Kotler (1980) la mercadotecnia está en el origen mismo del hombre, la mercadotecnia verde (*green marketing* o *environmental marketing*) es de aparición reciente y está vinculada a las preocupaciones ambientales que se registraron con mayor énfasis a mediados de los setenta. En 1976, Henion y Kinneer publicaron el libro *Ecological Marketing*. El boom verdadero, sin embargo, inició en este siglo, cuando se constató la destrucción acelerada de bienes ecológicos. Para Ken Peattie (2001), en este siglo se inicia una tercera etapa de la mercadotecnia verde, el denominado *marketing* sustentable; la primera estuvo caracterizada por el *marketing* ecológico (centrado en la demanda de productos), la segunda por el ambiental (enfocada en reducir el daño al ambiente) y la tercera, el *marketing* sustentable, que busca el desarrollo equilibrado en las diversas regiones y comunidades del mundo.

La mercadotecnia verde ha sido definida desde varias perspectivas. Para Polonsky (1994), es el conjunto de “actividades diseñadas para generar y facilitar cualquier intercambio destinado a satisfacer las necesidades o deseos humanos, de modo que se produzca la satisfacción de estas necesidades y deseos, con un impacto perjudicial mínimo en el ambiente”; Terrazas (2013), indica que es “un sistema de integración de actividades y factores, organizaciones e individuales, encaminadas a generar, comunicar y entregar valor tanto para el consumidor, la organización, la sociedad como para el medio ambiente”; Calomarde (2000, p.22), define al *marketing* ecológico como un modo de acción de ayuda a la conservación y a mejoramiento del ambiente para incidir en el desarrollo sustentable de la economía de la sociedad, “concebir y ejecutar la relación de intercambio, con la finalidad que sea satisfactorio para las partes que en ella intervienen, sociedad y



entorno natural, mediante desarrollo, valoración, distribución y promoción por una de las partes de los bienes y servicios”.

A partir de estas aportaciones, podemos entender a la mercadotecnia verde como el conjunto de actividades enfocadas a satisfacer las demandas de consumidores, mediante estrategias transparentes, responsables y éticas, en la promoción de productos amigables con el ambiente natural, para propiciar una mejor calidad de vida de todas las personas que intervienen en el circuito producción-consumo.

Así, la mercadotecnia verde presenta los siguientes elementos:

- 1) Valores éticos
- 2) Transparencia
- 3) Desarrollo sustentable
- 4) Rendición de cuentas
- 5) Responsabilidad social

La mercadotecnia verde implica un compromiso ético total en la búsqueda del desarrollo sustentable. Los valores éticos deben permear cada uno de los procesos, desde la concepción de la campaña hasta su puesta en marcha; esto es, pensar también en las consecuencias de la acción, como propuso Max Weber (en Comte-Sponville, 1998), y porque “cuando elegimos, elegimos por toda la humanidad”, como precisó tiempo después Sartre (en Camps y Giner, 1998, p. 45). Es decir, la mercadotecnia, al asumir el compromiso ético, se preocupa por las consecuencias del consumo y por la estrategia misma de la promoción y conocimiento del producto.

La transparencia ha sido una exigencia de la sociedad hacia sus gobiernos. Sin embargo, toda empresa, pública o privada, tiene el compromiso de transparentar sus acciones.

Sobre los términos sostenibilidad y sustentabilidad se ha discutido mucho, pero se puede acotar al primero como un desarrollo “sostenido o sostenible para que el sistema productivo funcione”, en tanto que el segundo tiene como finalidad la “conservación de los recursos naturales, mediante su uso racional y controlado; o sea, no se trata de no utilizar los recursos, sino de hacerlo de una manera que se garantice su conservación en el futuro” (Rivera y Blanco, 2017). El desarrollo sustentable es una aspiración, como la democracia. Los actores, que asumen libremente esta forma de producción y convivencia con la naturaleza, intentan conciliar el desarrollo con el ambiente, con el propósito de mejorar la vida de generaciones presentes y futuras. Es una apuesta positiva por la vida basada en valores. En este cuidado por el ambiente, la mercadotecnia debe incidir de lo local a lo global, en una ola verde expansiva que propicie prácticas de sustentabilidad.

La mercadotecnia verde propone que el consumidor debe saber cómo ha sido el proceso de elaboración o cultivo del producto adquirido, el cual, para cumplir las condiciones de verde, debió haberse fabricado o cultivado en condiciones amigables con el ecosistema para que, una vez desechado, genere poco o nulo impacto negativo. No se trata de sumergirse en el *greenwash* o *lavado verde*, trucos comerciales que emplean algunas empresas para ocultar sistemas de producción perjudiciales.

La mercadotecnia verde es sinónimo de la responsabilidad social de la empresa. En lugar de ser solo una estrategia comercial, la mercadotecnia verde se convierte en una filosofía con valores de aplicación urgente para convivir de forma amigable con el planeta. La ventaja es que una empresa enfocada a productos saludables parte del objetivo de provocar un impacto benéfico en los consumidores. La responsabilidad social implica tres niveles de incidencia: “primarias (inherentes a la actividad), secundarias (incidencias de la actividad sobre los grupos con los que se relaciona) y terciarias (mejorar el entorno mediante acciones distintas al desempeño de la actividad)” (Núñez y Alonso, 2006).

En resumen, una empresa no tiene como fin primordial el altruismo, pero al empatar la responsabilidad social con la estrategia comercial (Núñez y Alonso, 2006) tendrá mayores posibilidades de éxito. Dentro de esta perspectiva de la mercadotecnia verde, la empresa está obligada a la rendición de cuentas. Así, una empresa dedicada a la venta de productos orgánicos presenta una propuesta doble: por un lado, vender y ser viable como negocio; por el otro, generar un cambio social y contribuir al mejoramiento del entorno global y local, “todo ello con pleno respeto a los derechos individuales y colectivos” (Nelson, en Núñez y Alonso, 2006). La estrategia mercadológica no es, por tanto, tradicional. Kotler y Zaltman (1971), enfatizan el cambio social como una de las estrategias básicas de la mercadotecnia social.

Este trabajo se propuso crear estrategias mercadológicas, desde los aportes de la mercadotecnia verde, para posicionar en el mercado local a productores agroecológicos, organizados en Ecorgánicos Tuxtla, y al mismo tiempo, concientizar a los jóvenes universitarios que participaron en el diseño de estas campañas, desde la investigación acción participativa y la ecoeducación, de la importancia del consumo socialmente responsable y del desarrollo sustentable.

## METODOLOGÍA

Este trabajo se apoya en la Investigación Acción Participativa (IAP) al considerar que son los grupos de ciudadanos quienes deben identificar los problemas a los que se enfrentan y, en conjunto con otros actores o espe-

cialistas, encontrarles respuestas. Dentro de la perspectiva de la metodología participativa se debe estudiar e investigar el problema para poder actuar. Esto se logra solo con la colaboración de los involucrados porque son quienes viven los problemas, los cuales tienen matrices prácticas y, por lo tanto, demandan soluciones que incidan en las acciones cotidianas. Esto responde a la que Vio Grossi (en Alcocer, 1998) concibe como la característica de la investigación acción participativa: “la plena participación de la comunidad en el análisis de su propia realidad, con objeto de promover la transformación social para beneficio de los participantes de la investigación social a nivel de la comunidad” (p. 437).

Desde este enfoque, el primer paso fue conocer el terreno. Para eso se realizó un trabajo de campo con encuestas a consumidores, entrevistas con los productores y reuniones colectivas de discusión. En este proceso se detectaron debilidades y fortalezas en las estrategias de posicionamiento de los diferentes microempresarios; después, se construyeron soluciones, que no son definitivas, pero que inciden de forma positiva en la subsistencia y crecimiento de una empresa.

Desde la perspectiva de la IAP, no se buscó actuar en un conglomerado social numeroso, sino reducido, micro, tanto con los alumnos como con los productores, porque consideramos que los cambios sociales más efectivos no son radicales, sino “polinizadores” (Reguillo, 2017), que a la larga cambian estructuras de sentimiento (Williams, 2003). Así, nuestra apuesta principal es porque los estudiantes inicien actividades polinizadoras en el cuidado del ambiente, que eso se vuelva un enjambre de cambios positivos para el ecosistema, y que consumir no sea destructivo ni altamente contaminante, sino que en ese cruce se encuentre una alternativa para el desarrollo sustentable de los productores y una ventana de oportunidad para la buena salud de las personas y del ambiente.

### *Ecoeducación*

A mediados de 2019, comenzamos a trabajar en mercadotecnia verde aplicada en un tianguis de productos agroecológicos de Tuxtla Gutiérrez. No era la primera vez que realizábamos esta actividad. En 2007 hicimos nuestra primera incursión en este campo con productores de otras zonas de la ciudad. Nuestro interés fue, por un lado, aplicar los conocimientos de las asignaturas de Publicidad y Mercadotecnia que cursan en la Facultad de Humanidades de la Universidad Autónoma de Chiapas y, por el otro, sensibilizar a los estudiantes con el problema ambiental del planeta y la oportunidad que tienen de contribuir en su solución. Este proyecto, que puede llamarse “ecopedagógico”, es emergente, urgente y alternativo; partimos de la certeza de que el mundo mejorará solo con nuestra acción

desde el lugar que habitamos y a través de la participación comprometida. La ecoeducación se basa en la información comprobada y compartida, muy alejada de la evangelización (Grant, 2007) que caracteriza a algunos activistas.

A la par de analizar los consumos y las estrategias de comercialización, decidimos acercarnos a productores locales, vinculados a nuestras preocupaciones. En esa ola verde expansiva de la que hablamos en un principio, Chiapas no se ha mantenido al margen. Han surgido iniciativas para producir y consumir artículos amigables con el ambiente, con la salud y con la sustentabilidad. Aunque hay antecedentes en el siglo XX de estas propuestas, ha sido sobre todo a partir del año 2000 en que se intensificaron las redes de productores que buscan vender a precios justos, producir artículos ecológicos y lograr el desarrollo sustentable de las comunidades. Fue así como surgió, en San Cristóbal de Las Casas, la Red de Comida Sana y Cercana y la Red Mexicana de Tianguis y Mercados Orgánicos, y en la ciudad de Villaflores, el Tianguis Orgánico de Corazón.

Al iniciar este proyecto, el primer paso fue detectar estas redes en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. Fue así como encontramos cuatro tianguis enfocados a la venta de productos limpios: Ecotianguis Tuxtla (fundado en 2007), Tianguis Solidario Kolping (2015), Tianguis UPA (2015) y Ecorgánico Tuxtla (2018). No es la primera vez que nos acercábamos a este sector, como mencionamos arriba, lo hemos hecho desde 2017, pero los tianguis han registrado cambios de ubicación o de nombre.

En esta ocasión, nos propusimos trabajar con Ecorgánico Tuxtla. Hablamos con ellos para detectar problemas que ameritaran alguna intervención. Desde la perspectiva de la IAP, “no se trata de estudiar problemas de interés científico o cuestiones que preocupan a un grupo de investigadores, sino los problemas que las personas involucradas consideran importantes porque tienen que ver con cuestiones que conciernen a sus propias vidas” (Ander-Egg, 2003, p. 6). Ecorgánico Tuxtla agrupa a doce productores que venden sus artículos los sábados y domingos de 9 a 14 horas en un local de una colonia de nivel socioeconómico C- (de acuerdo a la segmentación de la Asociación Mexicana de Agencia de Investigación, AMAI). Optamos por colaborar con este grupo debido a que sus integrantes se mostraron participativos y con deseos de definir problemas y de encontrar juntos las respuestas. La IAP apuesta a que la acción participativa sea “a una escala relativamente reducida (barrio, comunidad rural, organización, etc.). De lo contrario, la participación de la gente dentro del proceso investigativo se hace muy difícil y, con frecuencia, imposible” (Ander-Egg, 2003, p. 7).

Una vez que nueve de los doce productores aceptaron trabajar con nosotros, comenzamos a asistir como observadores participantes. Fuimos bien recibidos. No tuvimos impedimento alguno en desarrollar nuestras actividades y encontrar los problemas más apremiantes a que se enfrenta un

productor con estas características. Identificamos, en una primera etapa, que la mayor dificultad es la falta de posicionamiento; no venden lo suficiente debido a que son poco conocidos. Esto fue una constante en las pláticas con los productores: “nos falta vender más, nos falta que nos conozcan, que sepan que aquí tenemos buenos productos para la salud y para el ambiente” (informante 1).

Aunque los nueve productores aspiraban a más ventas, había particularidades en cada uno de ellos. Por eso, decidimos que equipos de dos o tres estudiantes colaborara con cada productor, que lo entendiera, que escuchara los problemas, que los detallara y que, en conjunto, ofrecieran soluciones. Los productores de Ecorgánico Tuxtla nombraron a un representante con el propósito de que supervisara el proceso e intercambiara información sobre el tianguis.

Debido a la formación de este productor, quien es profesor universitario, logramos una importante interacción y facilitó que los estudiantes, como investigadores participantes, se compenetraran más con el problema. Como señalamos, buscábamos ofrecer soluciones a los productores y al mismo tiempo concienciar a los jóvenes universitarios de la gravedad ambiental por la que atraviesa el planeta y que se convirtieran en factor de cambio. El aprendizaje, así, se construía desde varias perspectivas: con el aporte de los productores y sus propósitos de obtener ganancias con la venta de productos verdes, capitalizar sus experiencias de posicionamiento y, con el de los estudiantes, al analizar en el aula esos problemas y plantear estrategias viables desde las asignaturas de Publicidad y Mercadotecnia.

La estrategia de mercadeo partió de los principios que arriba mencionamos, fincados en los valores éticos, la transparencia, el desarrollo sustentable, la rendición de cuentas y la responsabilidad social. Estos principios están relacionados, incluso se les confunde, pero es lo menos importante, porque todos se combinan en una nueva estrategia productor-consumidor basada en la confianza. Ottman (2011), recomienda que se debe educar y empoderar al consumidor, comprometer a la comunidad y ser creíble. Con Ecorgánico Tuxtla esos principios los traducimos en la promoción de prácticas sustentables, ecodiseño de envases reciclables y reusables, comercio justo y prácticas de elaboración responsables del circuito pensar global y actuar local.

Impulsar el consumo responsable implica emplear el ecodiseño, debido a que el primer acercamiento al producto es con la vista. Por eso mismo consideramos que el uso de productos reciclados debe ser una apuesta de los productores. Encontramos que la mayoría de ellos, si bien se esmeraba en producir artículos benéficos con el ambiente y con la salud, los empaques que utilizaban eran convencionales. Los empaques, debido a que representan el 40% en la fabricación de plásticos (Navia y Villada, 2013), tienen un impacto alto en la contaminación.

Una primera tarea fue concientizarnos-concientizarlos en este aspecto y, aunque no desconocían las características de los empaques reciclados y reciclables, argumentaban que elevaban el costo de la producción. Se estudiaron diversas propuestas, se buscaron alternativas y, aunque son productores que tienen pequeños márgenes de utilidad, se mostraron dispuestos a hacer cambios en los empaques. No fue un paso fácil, por supuesto, y a la distancia tampoco estamos seguros de que se haya adoptado plenamente, pero si lo asumen como una apuesta permanente tendrá a la larga mejores resultados y serán más congruentes en los valores éticos.

En el mercadeo de guerrilla propusimos otro principio de la mercadotecnia verde y de los movimientos ecologistas: pensar global, actuar local, a través de la disseminación de información sobre el desplazamiento-contaminación de mercancías. Un producto local genera menos impacto en el ambiente por su pertenencia local, ya que deja de ser “todo circulación” (Sierra, 2000). Por esa razón, informamos a las personas sobre esta urgencia de cambiar hábitos. Más allá de que visitaran Ecorgánico Tuxtla, nuestro propósito era que pensarán en sus consumos y las consecuencias de ese consumo. La mercadotecnia no debe ser vista como una disciplina solo para vender; es también un instrumento para inducir al consumo responsable. En ese proceso, los alumnos se convirtieron en defensores de esta propuesta de sustentabilidad comprometida.

Si aparte de compartir esta información de hábitos verdes, la persona que recibió folletos o escuchó nuestra información, se acercó a Ecorgánico Tuxtla, lo que fue un punto extra. Una de cada diez personas a quien hablamos de los beneficios de los consumos verdes y del tianguis, visitaron las instalaciones. Estas prácticas de mercadeo de guerrilla se efectuaron en las inmediaciones de Ecorgánico y por eso fue posible determinar el porcentaje, porque a varias de ellas las acompañamos para presentarlos con los productores.

Es claro que ha surgido un nuevo tipo de consumidor que busca reducir los consumos, austero y minimalista, que prefiere pagar precios más altos por artículos limpios, que puedan reciclarse y que mejoren la salud, en una tendencia del precio justo. El Natural Marketing Institute de Estados Unidos (en Ottman, 2011), ha clasificado a los consumidores verdes en cinco: 1) *Lohas (Lifestyles of health and sustainability)*, personas educadas, poco preocupadas por los precios e inclinadas por productos verdes; 2) *Naturalites*, menos educadas, pero preocupadas por componentes químicos en los productos; 3) *Drifters*, jóvenes preocupados por el ambiente; 4) *Conventionals*, personas adultas, en su mayoría retiradas, con deseos de heredar un futuro menos hostil a las nuevas generaciones, 5) *Unconcerneds*, menos preocupadas, pero con prácticas ambientales.

El consumidor verde no se considera, como tal, un consumidor o por lo menos un consumidor indiscriminado; desea disminuir sus consumos y ser un ciudadano copartícipe con el futuro del ecosistema. Surge así un nuevo concepto de necesidad, basado “no por los deseos de unos pocos, sino por las necesidades ‘de todos’, esencialmente de los más pobres” (Novo, 1996). El consumidor verde protege los recursos naturales, disfruta los animales, procura cuidar su salud y practicar deporte. Está preocupado por su bienestar físico, por relacionarse de manera amigable con el planeta y por apoyar a los pequeños productores. Esa ola de personas preocupadas por el ambiente, que emergió en países desarrollados, hoy se ha expandido y en Tuxtla Gutiérrez, la capital del estado más pobre de México (con un 76.4% de pobres, según Coneval, 2018), también ha aparecido este segmento, minoritario, es cierto, pero visible. En dos encuestas, la primera a 137 clientes de Ecorgánico Tuxtla y a 400 ciudadanos de las colonias de los alrededores del punto de venta seleccionado, aplicadas ambas en septiembre de 2019, encontramos que de las personas que consumen productos verdes, el 46%, lo hace por salud; el 26%, por apoyar a los productores y el 19%, por beneficio ambiental.

La mercadotecnia verde debe educar a reusar. Sobre este aspecto, los productores de Ecorgánico tenían una larga experiencia: hacían descuentos a quienes llevaban sus envases o bolsas en una promoción permanente de reutilización. Esta experiencia la aprovechamos en el salón de clases para hablar del daño que ocasionan al ambiente los artículos de plástico y la obligación de reusar botellas, contenedores y bolsas.

Otra práctica vinculada es el compostaje. Tampoco en este terreno teníamos mucho qué hacer y fueron ellos quienes nos enseñaron a emplear productos de desecho para formar compostas. Esto, por supuesto, solo se logra con productos biodegradables, como frutas, verduras o restos de comida. El compostaje, además, puede emplearse como un elemento de las nuevas tendencias de la mercadotecnia; que donde había descomposición, pueden surgir visiones diferentes por la promoción de artículos. Los integrantes del tianguis ofrecen periódicamente cursos sobre compostaje o cultivo de verduras en casa.

Al ser microempresas locales y producto del esfuerzo personal, la publicidad y el marketing es intuitivo. Los productores montan un puesto con el material que pueden y, si a la larga obtienen beneficios, incorporan algunos cambios, mejoran sus instalaciones, buscan algún nombre y un slogan. Estas microempresas son fundamentales en la fuerza productiva del país al generar el 41.8% de empleos (Condusef, 2015). Por eso, otro elemento que tomamos en cuenta en nuestras campañas es la característica artesanal, que ante la modernidad se ve opacada, pero que por años ha representado el sustento de miles de familias mexicanas. Al consumir estos artículos de pequeños productores, se fortalece también la economía local.

Consideramos que una campaña publicitaria y de mercadeo debe apelar al sentimiento de localidad, riqueza y diversidad de los productos artesanales, con énfasis en la aportación local al bienestar común.

En la experiencia de los tianguis locales orgánicos se despierta el espíritu de solidaridad. Eso destacamos en las campañas promocionales. También hay una invitación para retornar a lo perdido, a lo *vintage*, a lo nostálgico de la producción artesanal, sana y compartida; a conocer el productor, quien está dispuesto a mostrar el lugar donde cultiva sus productos o donde los elabora. Esto conlleva una relación más duradera entre productor y consumidor.

En este tianguis está el trato y el local único y personal, que se aparta de lo estandarizado. Eso permite que las propuestas publicitarias resalten lo pequeño y la lentitud, en contrapartida con lo globalizado de los centros comerciales. Por esta razón, los productos locales no son baratos; los consumidores lo saben y por eso mismo debe entregárseles valor agregado.

Acercarse a la producción local significa conocer las tradiciones culturales, rescatar formas de cultivo asertivas e incorporar aquellas que han sido útiles en grupos de otras partes del mundo. No empleamos la palabra orgánico en las campañas de mercadeo debido a las restricciones del uso de este término en la normatividad nacional e internacional, que exige certificadores y pago de derecho que elevarían demasiado el precio de los productos; por eso, la mayoría de los productores artesanales quedan al margen. Sin embargo, hay otras palabras que evocan salud, sustentabilidad, transparencia y responsabilidad social como “ecológicos”, “ecorgánicos”, “verdes” o “sustentables”.

#### ECOCAMPAÑAS APLICADAS EN ECORGÁNICO TUXTLA

En la propuesta conjunta de campaña de *marketing* y de publicidad, debido a la falta de recursos, desarrollamos técnicas de mercadeo de guerrilla de forma directa con clientes habituales o clientes potenciales, así como promociones permanentes en redes sociales, en especial Facebook e Instagram. El primer objetivo fue difundir la existencia de Ecorgánico Tuxtla y, después, de los diez productores. El público objetivo fueron personas de clase media, interesadas en el cuidado de la salud y del ambiente.

La campaña inició con el video *Multiplica bienestar para todos los chiapanecos*; a lo que siguieron después, en una segunda etapa, 10 videos promocionales de los diversos expendios, bajo el título de *Conoce a tu productor*, en donde se abordó el proceso de producción, ingredientes empleados y beneficios para la salud (<https://www.facebook.com/ecorganicotuxtla/>). Como tercera etapa, se rediseñó la imagen de cada expendio con el propósito de reposicionarlos; se elaboraron etiquetas especiales por cada producto, con una breve descripción del proceso de elaboración y el código de afiliación de los artículos.



### *Amaranto Camila*

Esta microempresa, creada en Ocozocoautla, Chiapas, en 2018, se dedica a la elaboración de barras energéticas, galletas, obleas y churritos de amaranto orgánico. A Amaranto Camila se le promocionó en Facebook y en Instagram, con la imagen y el diseño aprobados por la productora y los estudiantes, lo que incidió en un 50% en sus ventas.

### *Stop Plagas*

Aunque Stop Plagas tenía un nombre, carecía de logotipo y eslogan. El propósito con este productor fue diseñar la imagen de su pequeño comercio; para ello se creó un portafolio fotográfico que se promocionó en Facebook, un cartel publicitario y un taller sobre la forma de controlar plagas con productos agroecológicos. Estas estrategias permitieron aumentar sus ventas en un 15%.

### *Corazón de Tierra*

Fundada en 2012, Corazón de Tierra se dedica a la elaboración y comercialización de productos orgánicos para el aseo personal. En el caso de esta microempresa, con otro grupo de estudiantes se elaboró su logo institucional hace cuatro años. En esta ocasión, se propuso un nuevo diseño, tanto en el logo como en las etiquetas de los productos y por su enfoque holístico sobre la salud, se diseñó un tríptico, un catálogo y un portafolio fotográfico de sus productos. Este material fue promovido en Facebook del 1 de septiembre al 19 de noviembre de 2019, red social en donde se publicaron 102 mensajes y se logró incrementar de 173 a 334 los seguidores. Se colocó Corazón de Tierra como punto de referencia en Google Maps y se diseñaron volantes, los cuales fueron distribuidos en los puntos de mayor confluencia de la ciudad y lugares cercanos al tianguis. Esto trajo como consecuencia el aumento en las ventas del 70%, según el productor.



Figura 1. Propuesta de tarjetas para Corazón de Tierra. Fuente: Elaboración propia

### Del Huerto

Dedicada al cultivo y comercialización de productos agroecológicos, esta microempresa no contaba con identidad corporativa, por eso fue necesario, proponer elementos de uniformidad, como playeras, gorras y mandiles con una imagen definida. En conjunto con la propietaria se creó el eslogan Fresco sabe mejor y la frescura como un concepto rector de la campaña publicitaria. También se apeló a la localidad y al precio justo. En Facebook se ofrecieron descuentos de 20% en las compras de productos tales como rábanos, repollos, lechugas, champiñones, tomates, brócolis, especias y elotes, con incremento en un 20% en las ventas.



Figura 2. Propuesta de lona para punto de venta de Del Huerto. Fuente: Elaboración propia

### *La Dolce Vita*

La Dolce Vita, microempresa fundada en 2014, se dedica a producir, transformar y comercializar miel y sus derivados. Sus dos líneas de comercialización se centran en productos para el cuidado de la salud y el cuidado personal, como mascarillas, exfoliantes, protectores solares, jabones, champús y antigripales. El eslogan propuesto fue “Un zumbido de sabor” y el concepto rector: “Todo para el cuidado de tu familia”. A esta empresa se le rediseñó el logo y se le realizó un catálogo fotográfico y publicidad con patrones definidos en color y tipografía. La promoción, como las otras microempresas, se efectuó en la calle y en redes sociales, con un incremento del 50% en sus ventas.



Figura 3. Propuesta de logotipo para La Dolce Vita. Fuente: Elaboración propia

### *Leche y Miel*

Esta microempresa, dedicada a la venta de café orgánico, *hotcakes* de avena, tortas de elote y jugos, no contaba con una imagen corporativa, ni tampoco con nombre. Así que trabajamos con los consumidores habituales y con los dueños. A partir de una lluvia de ideas surgió la propuesta de Leche y Miel, porque son los ingredientes principales en la elaboración de sus productos. Una vez diseñada la imagen corporativa, la plasmamos en lonas y en publicidad que promovimos en las redes sociales y vecinales, lo que incidió en un 60% en el incremento de sus ventas.

### *Mi Tiendita Verde*

Con esta microempresa logramos, durante un mes, un alcance de 2,170 personas, un número importante para un negocio que no tenía mayor presencia en las redes sociales digitales. Previo a la promoción, se diseñó un manual

de identidad corporativa, en donde se resalta el logo en playeras, tasas y etiquetado para envío de productos, como bolsas, botellas y empaques biodegradables, con un incremento del 20% en las ventas.



Figura 4. Rediseño de la página de Facebook de Mi Tiendita Verde. Fuente: Elaboración propia

### Quesabrosas

Esta microempresa tenía como nombre Quesadillas Fanni, pero en este proceso surgió la necesidad de cambiarle la identidad por Quesabrosas. La promoción de la nueva imagen se efectuó en los alrededores de donde está ubicado el tianguis y en redes sociales. El resultado fue un incremento del 40% en las ventas en este expendio, de acuerdo con el comparativo realizado por la dueña del local.



Figura 5. Diseños promocionales para Quesabrosas. Fuente: Elaboración propia

### Rancho San Marcos

Los productos de esta microempresa son quesos y yogurts artesanales y ecológicos, así como huevos de gallina y de codorniz. Con Rancho San Marcos se elaboraron *flyers*, videos, catálogo fotográfico y nuevo etiquetado de productos, en donde se remarcó la característica verde de sus artículos, lo que permitió un incremento del 5% en las ventas.

Al final de este proceso de ecoaprendizaje y de campañas publicitarias y de mercadeo de cinco meses (agosto-diciembre de 2019), el balance fue alentador para estudiantes y para el tianguis. Los productores vieron crecer sus ventas en un porcentaje variable de entre el 5 y el 70%. No fue igual para todos, porque algunos postergaron los cambios acordados debido a la falta de recursos económicos. Esta situación de fragilidad económica obligó a desarrollar campañas en redes sociales digitales y vecinales, con énfasis en las estrategias de mercadeo de guerrilla. De esa manera se promovieron los productos verdes y la ubicación del tianguis, ya que el principal problema detectado fue el desconocimiento de la sede de Ecorgánico.

Los estudiantes trabajaron los fines de semana y días feriados para contribuir en el logro de las estrategias de comercialización presentadas; “creí que solo haríamos prácticas en el salón de clases, pero al enfrentarnos a la realidad, como si ya estuviéramos trabajando para una empresa, me llenó de emoción; lo bueno es que nuestras propuestas encantaron a la productora de miel” (informante 2). “Al principio no quería sacrificar mis fines de semana, pero al ver que todas las propuestas que le presentamos al productor, que nos escuchaba, nos apoyaba y las enriquecía, me dio más seguridad, pero

sobretudo compromiso de no fallarle, así que no me importó llegar, aunque estuviera cansada o enferma” (informante 3).

La relación que se estableció entre estudiantes y productores de Ecorgánico Tuxtla no fue siempre tersa. Algunos productores no colaboraron como se esperaba. Sin embargo, el resultado ha sido satisfactorio; los estudiantes se atrevieron a realizar propuestas de mercadotecnia y de publicidad a corto plazo, y lo más importante, se concientizaron del problema ambiental y que ellos deben ser motores de cambio.

## CONCLUSIÓN

El problema ambiental obliga a las disciplinas enfocadas al mercadeo y a la educación a repensar su actuar, a proponer nuevos modelos y a incidir de manera micro, polinizadora, en el mejoramiento de nuestro hábitat a través del consumo responsable, para disminuir la obesidad líquida y destructiva. Desde esta mirada, involucramos a nuestros estudiantes a participar en un tianguis de productores verdes para que conocieran formas de producción basadas en la solidaridad, porque en esas maneras de asociación centenarias podemos obtener lecciones de civismo, de sustentabilidad y de consumo responsable. Trabajamos con Ecorgánico Tuxtla, un colectivo dispuesto a aprender, a colaborar, a aceptar y a contribuir en las propuestas para mejorar sus ventas.

Sabemos que estos tiempos exigen una urgente reingeniería de la mercadotecnia, que vive momentos de transformación profunda, revolucionaria, porque está en peligro nuestra casa común. Así, la mercadotecnia debe mostrarnos caminos para el consumo responsable, el comercio justo y el desarrollo sustentable.

El futuro debe ser de habitantes sumamente comprometidos con el desarrollo sustentable y la convivencia amigable con el ambiente. Este compromiso no puede ser pasajero, sino duradero ante recursos cada vez más escasos y amenazas permanentes como la pandemia que acabamos de vivir por el coronavirus. Los cultivos orgánicos no salvarán el planeta por sí mismos si no van unidos a otras prácticas saludables, a consumos razonables y a una mayor posibilidad de reciclaje y compostaje.

Estas prácticas polinizadoras que echamos andar es una forma de asumir nuestro espacio en el planeta, en ese actuar local, pensar global, que debe ser promovido en las escuelas, con información científica, para no dar cabida a la cerrazón y a la evangelización obcecada.

Estas nuevas prácticas traerán beneficios para todos en un planeta que reclama con urgencia nuevas medidas, más audacia y compromiso. La esperanza se finca en los jóvenes. Por eso, este trabajo busca la transformación individual, micro y polinizante de estas personas que apenas empiezan a

recorrer el mundo y que en ese caminar sabrán llenarlas de propuestas creativas e invitar a más caminantes a sembrar el paisaje con ideas innovadoras y esperanzadoras, en donde se escuchen unos a otros, en un proceso de investigación-acción cooperativo, holístico y transparente que impulse la sustentabilidad y la responsabilidad social.

Creemos que hay resquicios para la esperanza fundamentada, que es posible todavía incidir positivamente en el ambiente, porque no está en juego, por supuesto, el futuro del planeta, que seguirá existiendo más allá de nosotros, sino los elementos que hagan posible la vida enriquecedora, justa y comprometida con las comunidades y con el entorno.

## REFERENCIAS

- Alcocer, M.** (1998). “Investigación acción participativa” en Jesús Galindo Cáceres, *Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación*. Conaculta-Addison Wesley Longman.
- Ander -Egg, E.** (2003). *Repensar la investigación-acción-participativa*. Grupo Editorial Lumen.
- Arreola, J.J.** (1979). *La palabra educación*. Septentas-Diana.
- Baudrillard, J.** (2002). *La ilusión vital*. Siglo XXI.
- Bauman, Z.** (2006). *Modernidad líquida*. Fondo de Cultura Económica.
- Bauman, Z.** (2005). *Trabajo, consumismo y nuevos pobres*. Gedisa.
- Beck, U.** (2006). *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*. Paidós.
- Benjamin, W.** (2008). *Obras I*. Abada.
- Berman, M.** (1981). *Todo lo sólido se desvanece en el aire. La experiencia de la modernidad*. Siglo XXI.
- Calomarde, J.** (2000). *Marketing ecológico*. Ediciones Pirámide.
- Camps, V. y Giner, S.** (1998). *Manual de civismo*. Ariel.
- Carson, R.** (1969). *Primavera silenciosa*. Ediciones Pórtico.
- Conagua.** (2017, 2 de mayo). 6 de cada 10 ríos en México están contaminadas.
- Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros.** (26 de febrero de 2015). Pymes.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.** (2018). Medición de pobreza 2008-2018, Chiapas.
- Comte-Sponville, A.** (1998). *Pequeño tratado de las grandes virtudes*. Espasa.
- De Vos, J.** (1988). *Viajes al Desierto de la Soledad. Cuando la Selva Lacandona aún era selva*. SEP/CIESAS.
- Delgado, G., De Luca, A. y Vázquez, V.** (2015). *Adaptación mitigación urbana del cambio climático en México*. UNAM.
- Federación Mexicana de Diabetes.** (2016). “La diabetes en México”.
- Grant, J.** (2007). *The Green Marketing Manifesto*. John Wiley & sons, Ltd.
- Guerrero, E. y Márquez, J.** (2014). *Visión social del desarrollo sustentable*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Henion, K. y Kinnear, T.** (1976). *Ecological marketing*. American Marketing Association.
- Holmes, J.** (2008). La necesidad de colaborar. *Revista Migraciones Forzadas*.
- Kotler, P.** (1980). *Dirección de mercadotecnia. Análisis, planeación y control*. Diana.
- Kotler, P. y Zaltman, G.** (1971). Social Marketing: An Approach to Planned Social Change. *Journal of Marketing*.
- Leff, E.** (1998). *Educación ambiental y desarrollo sustentable. Formación Ambiental*. PNUMA.
- Lorenzo, M.M.** (2002). Marketing ecológico y sistema de gestión ambiental: conceptos y estrategias empresariales. *Revista Galega de Economía*.



- Martínez, S.** (2017, 1 de octubre). Las aguas turbias de Chiapas. *Revista Nexos*.
- Morillo, M.** (julio-diciembre, 2008). Hacia una gestión de marketing socialmente responsable: decisiones de compra y de comunicación. *Economía*.
- Navia, D. y Villada, H.** (julio-diciembre de 2013). Impacto de la investigación en empaques biodegradables en ciencia, tecnología e innovación. *Bioteología en el Sector Agropecuario e Industrial*.
- Novo, M.** (1996). La educación ambiental formal y no formal: dos sistemas complementarios. *Revista Iberoamericana de Educación*.
- Novo, M.** (2009). La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Educación*.
- Núñez, M. y Alonso, I.** (2006). Propuestas de indicadores de responsabilidad social preventiva. *Revista Universo Contábil*, 2.
- Ochoa, L. y Ayvar, F. J.** (2015). Migración y cambio climático. *Revista Cimexus*, No. 1, 2015.
- Olguín, E. et al.** (2010). Contaminación de ríos urbanos: el caso de la subcuenca del río Sordo en Xalapa, Veracruz. *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental Algal*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.** (1977). *La educación frente a los problemas del medio ambiente*.
- Organización Mundial de la Salud.** (2019). Demencia, datos y cifras.
- Ottman, J.** (2011). *The new rules of green marketing*. Berret-Koehler Publishers, Inc.
- Paz, O.** (2014). *También soy escritura*. Fondo de Cultura Económica
- Peattie, K.** (2001). Towards sustainability: the third age of green marketing. *The Marketing Review*.
- Polonsky, M. J.** (Summer 1994). *An introduction to green marketing*. Electronic Green Journal of University of California.
- Poy, L. y Sánchez, A.** (10 de enero de 2021). Comorbilidades causan 45% de las muertes por coronavirus. *La Jornada*.
- Primack, R., Rozzi, R. y Feinsinger, P.** (2001). *Destrucción y degradación del hábitat. En Fundamentos de conservación biológicas, perspectivas latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica.
- Rodríguez, A.B.** (2017). *Naturaleza extraña*. Juan Pablos Editor.
- Reguillo, R.** (2017). *Paisajes insurrectos*. Ned Ediciones.
- Rivera, J., Alcántara, G., Blanco, N. y Houbron, E.** (2017). ¿Desarrollo sostenible o sustentable? La controversia de un concepto. *Revista de Posgrado y Sociedad*.
- Terrazas, R. I.** (2013). *Mercadotecnia transparente: una propuesta. Primer Congreso Internacional de Desarrollo Empresarial*. Universidad Autónoma de Baja California-Universidad Autónoma de Yucatán. 7-8 de noviembre de 2013.

- Sierra, F.** (2000, noviembre). El mercado y sus marcas. Los nuevos territorios y contracciones teóricas de la investigación en comunicación. *Revista Latina de Comunicación Social*.
- Sosa, F.** (2015). Política del cambio climático en México: avances, obstáculos y retos. *Revista Realidad, Dacios y Espacio*.
- Villafuerte, D. y García, M. C.** (2006). Crisis rural y migraciones en Chiapas. *Revista Migración y Desarrollo, primer semestre, 2006*.
- Williams, R.** (2003). *La larga revolución*. Nueva Visión.

## ANEXO

### *Alumnos participantes*

Daniela Amores Mátuz  
Luis Castillejos Hernández  
José Ángel Cisneros Leyva  
Angélica Colmenares Gutiérrez  
Karen Flores Bezares  
Marvin Gabriel Gómez Ochoa  
Alberto Lazos Hernández  
Fabiola Yarali López Camas  
Alma Nalleli Martínez Santiago  
Hannia Stephani Maza Gutiérrez  
Perla Yael Molina Rodríguez  
Erick Javier Orellana Vicente  
José Miguel Ortega Velázquez  
Amayrani Pérez Ramos  
Efrén Pérez Saldaña  
Leydi Lisset Rodríguez Cabrera  
Citlally Rodríguez Sánchez  
José de Jesús Santiago Posada  
Carlos Toledo del Toro  
Pedro Ventura Rodríguez

# Manifestaciones orales en pacientes con COVID-19

Oral manifestations in patients with COVID 19

—

María Magdalena Patiño Suárez

Alejandro Meza Castillejos

Ángel Gutiérrez Zavala  
guzava@hotmail.com

FACULTAD DE CIENCIAS ODONTOLÓGICAS Y SALUD PÚBLICA.  
UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS. TUXTLA GUTIÉRREZ,  
CHIAPAS, MÉXICO



Para citar este artículo:

Patiño Suárez, M. M. ., Meza Castillejos, A. ., & Gutiérrez Zavala, Ángel. (2022). Manifestaciones orales en pacientes con COVID 19. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 11(29). <https://doi.org/10.31644/IMASD.29.2022.a09>

## RESUMEN

El 2019-nCoV se llama oficialmente SARS-COV-2 y causa la enfermedad llamada COVID-19, la cual es considerada pandemia por la Organización Mundial de la Salud (OMS). La COVID-19 es una infección que produce un síndrome respiratorio agudo severo que se ha caracterizado por fiebre, síntomas respiratorios y gastrointestinales, así como otras manifestaciones sistémicas. En este contexto, se han ido reportando manifestaciones clínicas en pacientes con SARS-COV-2 positivos que han ido enriqueciendo el conocimiento sobre las características del cuadro clínico, sin embargo, uno de los aspectos escasamente documentados es la semiología a nivel de la cavidad oral. Nuevas evidencias muestran la relevancia de la cavidad oral como un reservorio del virus por lo que desempeña un papel fundamental en el diagnóstico, evolución y transmisión epidemiológica de los patrones de infección del COVID-19. El objetivo del presente es realizar una revisión y análisis de las evidencias disponibles en referencia a las manifestaciones orales en el contexto de la infección de SARS-COV-2.

### Palabras Clave:

*Manifestaciones orales; COVID-19; SARS-COV-2.*

— *Abstract*—

The 2019-nCoV is officially called SARS-CoV-2. It causes a disease which called COVID-19. This is considered a pandemic by the World Health Organization (WHO). This infection produces a severe acute respiratory syndrome characterized by fever, respiratory and gastrointestinal symptoms and systemic manifestations. In this context, clinical manifestations have been reported in patients with positive SARS-CoV-2, which have been improving the knowledge about the characteristics of the clinical picture, however one of the scarcely documented aspects is the semiology at the level of the oral cavity. New evidence shows the relevance of the oral cavity as a reservoir of the virus, so it plays a fundamental role in the diagnosis, evolution, and epidemiological transmission of COVID-19 infection patterns. This document aims to review and analyze the available evidence about oral manifestations in the context of SARS-CoV-2 infection.

**Keywords:**

*Oral manifestations; COVID 19; SARS-CoV-2.*

La cavidad oral es un sitio de manifestación de diferentes condiciones sistémicas, así como puede considerársele la puerta de entrada a virus y bacterias del medio ambiente, por lo tanto, es una de las primeras interfaces entre el exterior y el cuerpo (Farook, *et al.*, 2020). Se ha sugerido que la cavidad oral es un perfecto hábitat para la invasión por el síndrome respiratorio agudo severo (SARS-COV-2) debido a la especial afinidad que tiene el virus por células con los receptores para la enzima convertidora de angiotensina 2 (ECA2), (Xu, *et al.* 2020; Herrera, *et al.* 2020). Los órganos que están en riesgo y son vulnerables a la infección por coronavirus 2 del SARS-COV-2 son el pulmón, corazón, esófago, riñón, vejiga e íleon, y tipos de células específicas localizadas, es decir, células alveolares de tipo II (AT2), células epiteliales estratificadas, células del miocardio, células del túbulo proximal del riñón, células epiteliales del íleon y del esófago, células uroteliales de la vejiga, linfocitos T y células epiteliales de la mucosa oral, la encía, la lengua, las glándulas salivales y las amígdalas; estos tipos celulares son vulnerables a la infección por COVID-19 y pueden convertirse en células hospedadoras del virus y causar respuesta inflamatoria en órganos y tejidos relacionados, como la mucosa de la lengua y las glándulas salivales (Wang, *et al.* 2020; Zou, *et al.*, 2020; Gaitán, *et al.* 2019).

Existen reportes de algunos casos de COVID-19 que informan manifestaciones orales que incluyen sialoadenitis aguda y crónica, anosmia, ageusia y ulceraciones orales inespecíficas y/o vesiculobullosas en la mucosa oral y en el paladar, cambios en las características de membranas mucosas, gingivitis descamativa, cambios en la producción y calidad de la saliva, estomatitis, pigmentación, reacción liquenoide, petequias y coinfecciones como candidiasis, entre otras (Amorim, *et al.*, 2020 y 2021; Cebeci & Çaşkurlu, 2019; Carreras, *et al.*, 2020; Herrera, *et al.*, 2020; Cardoso, *et al.*, 2020). Por otro lado, aunque existen muchos estudios en la literatura sobre signos clínicos en pacientes con SARS-COV-2 positivos (Wu, *et al.*, 2020; Struyf, *et al.*, 2020; Gralinski & Menachery, 2020; Gutiérrez & Zambrano, 2020; Nemeth, *et al.*, 2020), la mayoría de ellos no han verificado el estado de salud bucal de los pacientes, por lo que se conoce poco la interrelación de la cavidad oral con SARS-COV-2. Debido a que esta cepa de virus presenta una gama amplia de expresiones clínicas y, al mismo tiempo, se torna discutible debido a que se debe establecer si las manifestaciones orales son resultado de la infección viral directa, si son producto del compromiso sistémico del paciente o si se presentan como reacciones negativas o incluso posibles infecciones oportunistas a los tratamientos recibidos para tratar la COVID-19, por lo que el objetivo del presente artículo es realizar una revisión actualizada de la literatura, reportes de casos clínicos y cartas al editor en referencia a las manifestaciones orales en el contexto de la infección de SARS-COV-2.

## ANTECEDENTES

Tres nuevos coronavirus han surgido como nuevos patógenos zoonóticos letales de humanos durante los últimos 17 años: el coronavirus del SARS (SARS-CoV) que surgió en China entre 2002 y 2003, el coronavirus del síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS) (MERS-CoV) que surgió en Arabia Saudita en 2012 y recientemente SARS-CoV-2 (Hui, *et al.*, 2020).

En diciembre de 2019, las autoridades sanitarias chinas informaron por vez primera sobre decenas de infecciones de neumonía en la ciudad de Wuhan (provincia de Hubei) sin una etiología reconocida (Zhou, *et al.*, 2020). Los primeros pacientes reportados con neumonía en Wuhan tenían un historial de visitas o asociación con un mercado local donde se venden animales salvajes. El agente causal se identificó como un nuevo coronavirus (2019-nCoV) que, se cree, se originó en el mercado de productos del mar de Huanan (Wang, *et al.*, 2020). Debido a su marcada similitud en términos de síntomas clínicos y naturaleza biológica con el agente causante del SARS, el nuevo coronavirus fue nombrado SARS-CoV-2 (Lu, *et al.*, 2020; Chen, *et al.*, 2020).

Después de un rápido aislamiento del virus, los análisis filogenéticos mostraron que el SARS-CoV-2 está estrechamente relacionado con dos coronavirus del SARS de origen murciélago, bat-SL-CoVZC45 y bat-sl-covgxc21, pero está distante del SARS-CoV humano (79% de homología de secuencia) y del MERS-CoV (50%), (Mousavizadeh & Ghasemi, 2020). Las investigaciones epidemiológicas mostraron que diferentes animales (murciélagos, pangolines, serpientes) podrían haber sido huéspedes intermediarios que facilitaron la propagación del SARS-CoV-2 como un *Betacoronavirus* humano distinto de los murciélagos a la población humana (Abduljalil & Abduljalil, 2020). Actualmente, se ofrecen evidencias genéticas y experimentales que documentan un proceso de selección natural (origen zoonótico) del brote, entre especies silvestres y el ser humano. El brote de COVID-19 se originó en murciélagos y fue transferido a los humanos a través de un huésped intermedio, el pangolín. Una sola transmisión de animal a humano inició el brote de COVID-19 seguido de una transmisión sostenida de persona a persona (Chan, *et al.*, 2020). Los estudios estructurales y bioquímicos muestran que el SARS-CoV-2 se ha adaptado óptimamente para reconocer la proteína humana ECA2, que funciona como receptor para unirse a la membrana de células humanas. Se ha encontrado que la proteína del virus responsable de esta unión tiene un dominio de seis aminoácidos, que es el responsable del reconocimiento de ECA (enzima convertidora de angiotensina) con alta afinidad, pero también se ha encontrado que este dominio presenta alta afinidad para ECA en hurones, gatos y otras especies. Estas observaciones son fuerte evidencia de que el SARS-CoV-2 no es producto de una manipulación en laboratorio, sino que tiene origen en otras especies (Andersen, *et al.*, 2020; Torres, 2020).

## PRESENTACIÓN CLÍNICA

El cuadro clínico, en pacientes con COVID-19, pueden manifestarse a través de muy diversos síntomas; desde ser asintomáticos, o bien presentar una enfermedad leve, con fiebre, mialgia o fatiga, tos seca y, en algunos casos, dificultad para respirar, como síntomas principales (Herrera, *et al.*, 2020); algunos pueden experimentar molestias y dolores musculares, congestión nasal, secreción nasal, dolor de garganta, vómitos, diarrea y manifestaciones cutáneas (Huang, *et al.*, 2020). Sin embargo, casi el 14% presenta signos y síntomas de enfermedad grave, que requiere hospitalización y soporte con oxígeno y el 5% necesita ingresar en unidades de cuidados intensivos. Los casos severos generalmente incluyen deterioro de la función de diferentes órganos como lesión renal aguda, lesión cardíaca, disfunción hepática y complicaciones graves como SARS, sepsis y shock séptico (Herrera, *et al.*, 2020; Wang, *et al.*, 2020; Chan, *et al.*, 2020; Huang, *et al.*, 2020; Wu, *et al.*, 2020; Chen, *et al.*, 2020).

Toda la población es susceptible de infectarse con COVID-19, la población más afectada se concentra en la edad adulta (edad media de los primeros 41 casos: 49 años IC<sub>95%</sub> 41.0 - 58.0) y varones (Huang, *et al.*, 2020; Sifuentes & Palacios, 2020). Los adultos mayores y los pacientes con comorbilidades, como diabetes, asma, hipertensión, enfermedad coronaria, envejecimiento y obesidad tienen un mayor riesgo de desarrollar neumonía grave y complicaciones asociadas con COVID-19 (Herrera, *et al.*, 2020; Wu, *et al.*, 2020; Struyf, *et al.*, 2020; Gutiérrez & Zambrano, 2020). No se ha observado evidencia de infección intrauterina por transmisión vertical en el caso de mujeres embarazadas (Sifuentes & Palacios, 2020).

### 2019-nCoV

Los nuevos coronavirus parecen emerger periódicamente en humanos, debido principalmente a la alta prevalencia y amplia distribución de coronavirus, la gran diversidad genética, la frecuente recombinación de sus genomas, y al aumento de las actividades de interfaz humano-animal (Zhu, *et al.*, 2019). El SARS-COV-2 es un virus que pertenece al reino Riboviria, orden Nidovirales, suborden Cornidovirineae, familia Coronaviridae, género Betacoronavirus y a la especie de coronavirus relacionado con el SARS. Es un virus esférico pleomórfico que contiene una cadena de RNA monocatenario que va en sentido positivo asociado a una nucleoproteína protegido por una cápside con matriz proteica; en su superficie presenta una glicoproteína que tiene forma de espiga y que sirve de receptor de unión (Gorbalenya, *et al.*, 2020; Villanueva & Escalante, 2020). El genoma viral codifica cuatro proteínas estructurales principales: proteína de las espigas (S o Spike protein),



proteína del nucleocápside (N), proteína de la membrana (M) y proteína de la envoltura (E). La proteína S facilita la entrada a la célula huésped, por lo que es muy importante para determinar la virulencia del SARS-COV-2 (Gaitán, *et al.*, 2019).

La vía e inoculación oral se da mediante gotas de saliva y aerosoles producidos por un paciente infectado y la aspiración del huésped. El virus, una vez localizado sobre el epitelio escamoso estratificado de la lengua y el epitelio glandular, busca los receptores de ECA2 mediante la glicoproteína de superficie en forma de espiga fungiendo como llave. Para que el virus complete la entrada después del proceso inicial la glicoproteína de espiga debe ser activada por una proteasa llamada TMPRSS2 (Mousavizadeh & Ghasemi, 2020). Una vez dentro de la célula huésped el genoma se transcribe y luego se traduce, la replicación y transcripción se lleva a cabo en las membranas citoplasmáticas e implican procesos coordinados de síntesis de RNA, continua y discontinua, que son mediados por la replicación viral (Villanueva & Escalante, 2020; Chen, *et al.*, 2020).

Dos de los sitios con mayor cantidad de receptores ECA2 son las glándulas y el epitelio escamoso estratificado de la mucosa de la lengua lo que les confiere ser un reservorio del virus que le permite una replicación adecuada y aumento de su carga viral; por lo tanto, es potencialmente infeccioso en las funciones masticatorias, deglución, habla, respiración y demás del tracto aéreo superior (Mousavizadeh & Ghasemi, 2020; Villanueva & Escalante, 2020; Chen, *et al.*, 2020).

## MANIFESTACIONES ORALES

Una encuesta transversal en línea en donde se incluyó a 1480 pacientes con síntomas similares a los de la influenza, y en 59 de 102 pacientes que dieron positivo para COVID-19, 40 (68%) informaron pérdida del olfato y 42 (71%) informó pérdida o cambios en el gusto. Desafortunadamente, en este estudio no se informaron comorbilidades médicas y/u orales (Yan, *et al.*, 2020). Por otro lado, un estudio epidemiológico multicéntrico europeo, donde se analizó la prevalencia de disfunciones olfativas y gustativas como presentación clínica en una cohorte de 417 casos confirmados por laboratorio de COVID-19 con presentación leve a moderada de la enfermedad, se encontró que el 88.8% de los pacientes presentaban trastornos gustativos. Varios pacientes también presentaron varias comorbilidades, las más comunes incluyeron rinitis alérgica, asma, hipertensión e hipotiroidismo, pero el porcentaje de pacientes con estas afecciones fue bajo (Lechien, *et al.*, 2020). En un meta-análisis de 9 estudios de Europa, América del Norte, China y Medio Oriente, se informó la presencia de disfunción gustativa (n = 1390) en 43.93% (IC<sub>95%</sub> 20.46% a 68.95%) de los pacientes con COVID-19 (Tong, *et al.*, 2020).

En este mismo contexto, en una revisión sistemática (Amorim *et al.*, 2021), donde se incluyeron 40 estudios publicados en cualquier idioma (33 transversales y 7 informes de casos) de 19 países, se analizaron 10228 pacientes con COVID-19. La reacción en cadena de la polimerasa con transcriptasa inversa para la detección de ARN viral y los ensayos serológicos para la detección de anticuerpos IgG / IgM fueron los métodos más empleados para la confirmación de COVID-19 en estos estudios. Se encontró que el deterioro gustativo fue la manifestación oral más común, con una prevalencia del 45% (IC<sub>95%</sub>, 34% a 55%). Cuando se evaluó cada trastorno por separado, la prevalencia de disgeusia fue del 38% (IC<sub>95%</sub>, 22% a 56%), 35% para hipogeusia (IC<sub>95%</sub>, 21% a 51%; I<sub>2</sub> = 97%) y 24% para ageusia (IC<sub>95%</sub>, 15% a 35%). Otros estudios detallan de igual manera, que la alteración del gusto fue la manifestación oral más reportada y por lo tanto descrita durante el COVID-19 con un rango de prevalencia entre el 5.6% (Mao, *et al.*, (2020) y el 92.64% (Bénézit, *et al.*, 2020). Una investigación llevada a cabo en Milán, Italia, encontró que de 59 pacientes con SARS-COV-2, el 34% tenía ageusia (Gutiérrez & Zambrano, 2020). Otros autores informaron que en el 11% de los casos los pacientes mencionaron la alteración del gusto como el primer síntoma de la infección por COVID-19, (Hjelmesæth & Skaare, 2020), mientras que otros reportes incluso describieron la alteración del gusto como el síntoma único o de inicio en la enfermedad leve o como síntoma inicial de pacientes que finalmente presentan insuficiencia respiratoria más grave debido a neumonía atípica (Jang, *et al.*, 2021; Biadsee, *et al.*, 2020). Otro resultado señala que la resequedad de boca y ambligeusia, se manifestaron en una proporción relativamente alta en 108 pacientes con COVID-19 (47.2% y 46.3%, respectivamente); y el 11.1% de los pacientes presentaron sequedad e inflamación de la boca (Chen, *et al.*, 2020).

Recientemente, la xerostomía o síndrome de boca seca se ha relacionado con COVID-19, ya que se ha encontrado principalmente entre los pacientes con COVID-19. En un estudio de serie de casos en 128 pacientes ambulatorios no hospitalizados que fueron puestos en cuarentena, 72 pacientes (28 hombres, 44 mujeres) presentaron xerostomía, y se encontró una fuerte asociación con ardor en la boca y cambios en el gusto ( $p = 0.002$ ,  $p = 0.009$ , respectivamente), (Biadsee, *et al.*, 2020).

En cuanto a las lesiones de la mucosa oral, en una revisión de informes de casos (Amorim *et al.*, 2021), se describen presentando aspectos clínicos diversos, como úlceras, ampollas, máculas y placas, variando en cantidad, color, tamaño y localización (tabla 1). La lengua, el paladar, los labios, la encía y la mucosa bucal se vieron afectados. En casos leves, las lesiones de la mucosa oral se desarrollaron antes o al mismo tiempo que los síntomas respiratorios iniciales; sin embargo, en aquellos que requirieron medicación

y hospitalización, las lesiones se desarrollaron aproximadamente de 7 a 24 días después del inicio de los síntomas.

Otro estudio observó que en 666 pacientes con COVID-19, que tenían neumonía leve a moderada, el 40.65% (304) presentaron una o más manifestaciones mucocutáneas. Los hallazgos en la cavidad oral se presentaron en 78 casos (25.7%), incluyendo papilitis lingual transitoria (11.5%), glositis con indentaciones laterales (6.6%), estomatitis aftosa (6.9%), glositis con depilación irregular (3.9%) y mucositis (3.9%). Se notificó sensación de ardor en el 5.3% de los pacientes y las alteraciones del gusto (disgeusia) se asociaron comúnmente (Capocasale, *et al.*, 2021).

En otra revisión narrativa de casos (Jimenez, *et al.*, 2020), se encontraron tres manifestaciones orales diferentes: alteración del gusto, ampollas y úlceras orales y lesiones orales asociadas con enfermedades similares a Kawasaki (eritema, sangrado de labios, "lengua de fresa"). A partir del análisis de la literatura, también se reportaron manifestaciones orales asociadas a otras alteraciones dermatológicas; tal es el caso de tres mujeres positivas para COVID-19, de entre 58 y 77 años, con máculas palatinas y petequias asociadas con una erupción similar al eritema multiforme. Se encontró que esta manifestación ocurría en promedio 19.5 días después de la infección. Además, se registró un caso de estomatitis herpética de 100 pacientes intubados (Rivera, *et al.*, 2020).

Uno de los temas de interés durante el brote de COVID-19 es la posible asociación entre la enfermedad de Kawasaki (EK) y la infección por coronavirus. La EK puede mostrar cambios en los labios y la cavidad oral, que incluyen eritema, sequedad, fisuras, descamación, agrietamiento, sangrado de labios, "lengua de fresa". Cuando la EK se presenta en asociación con COVID-19, sus manifestaciones clínicas son peores en comparación con las características clínicas informadas en la literatura; por lo tanto, en estos casos, se informó como una enfermedad similar a Kawasaki (Verdoni, *et al.*, 2020). Un estudio observacional mostró que, durante el brote de COVID-19, la EK tuvo una incidencia mensual al menos 30 veces mayor que la incidencia mensual de los 5 años anteriores en el distrito de Bérgamo. El estudio reportó 10 pacientes pediátricos afectados por esta condición, 5 de ellos presentaban la forma clásica y 5 la forma incompleta. El 80% de los pacientes diagnosticados de forma clásica presentaron alteraciones de los labios o de la cavidad bucal, o ambos y uno de ellos presentó adenopatías cervicales posteriores. La conjuntivitis no exudativa asociada con cambios en los labios y la mucosa oral se destacó en uno de los pacientes afectados por la forma incompleta de Kawasaki (Verdoni, *et al.*, 2020). Además, un reporte de caso de los Estados Unidos describió a un paciente de 5 años, diagnosticado con Kawasaki incompleto asociado con fiebre (hasta 39.4°

C durante 8 días), labios secos, agrietados y eritematosos, conjuntivitis no exudativa y linfadenopatía sin erupción cutánea (Rivera, *et al.*, 2020).

En el análisis de otra revisión (Iranmanesh, *et al.*, 2021), las manifestaciones orales incluyeron úlcera, erosión, ampolla, vesícula, pústula, lengua fisurada o depapilada, mácula, pápula, placa, pigmentación, halitosis, áreas blanquecinas, costra hemorrágica, necrosis, petequias, hinchazón, eritema y sangrado espontáneo. Los sitios más comunes de afectación en orden descendente fueron: lengua (38%), mucosa labial (26%), paladar (22%), encía (8%), mucosa bucal (5%), orofaringe (84%) y amígdalas (1%). Los diagnósticos sugeridos de las lesiones fueron estomatitis aftosa, lesiones herpetiformes, candidiasis, vasculitis, similar a Kawasaki, similar a eritema multiforme, mucositis, erupción farmacológica, enfermedad periodontal necrotizante, angina bullosa, queilitis angular, atípica, Síndrome de Sweet y síndrome de Melkerson-Rosenthal.

Las lesiones orales fueron sintomáticas en 68% de los casos y fueron casi iguales en ambos sexos (49% mujeres y 51% masculino). El tiempo de latencia entre la aparición de los síntomas sistémicos y las lesiones orales fue de 4 días antes hasta 12 semanas después del inicio de los síntomas sistémicos. En tres casos, las lesiones orales precedieron a los síntomas sistémicos y en cuatro casos aparecieron simultáneamente síntomas orales y sistémicos. Las lesiones orales cicatrizaron entre 3 y 28 días después de la aparición. Los pacientes de mayor edad y mayor gravedad de la enfermedad COVID-19 tenían lesiones orales más extensas y graves (Iranmanesh, *et al.*, 2021). La descripción de las lesiones fueron las siguientes: a) **lesiones aftosas**, aparecieron como múltiples úlceras superficiales con halos eritematosos y pseudomembranas de color blanco amarillento en las mucosas tanto queratinizadas como no queratinizadas. En un paciente, las lesiones orales aparecieron simultáneamente con síntomas sistémicos. Se observaron lesiones aftosas sin necrosis en pacientes más jóvenes con infección leve, mientras que las lesiones aftosas con necrosis y costras hemorrágicas se observaron con mayor frecuencia en pacientes mayores con inmunosupresión e infección grave. La regresión de las lesiones orales se asoció en paralelo con la mejora de la enfermedad sistémica (Iranmanesh, *et al.*, 2021; Brandão, *et al.*, 2021); b) **lesiones ulcerativas o erosivas**, aparecieron como lesiones dolorosas con bordes irregulares en lengua, paladar duro y mucosa labial, después de un tiempo de latencia de 4 a 7 días y en un caso, las lesiones aparecieron 3 días antes del inicio de los síntomas sistémicos y se recuperaron después de 5 a 21 días (Iranmanesh, *et al.*, 2021; Chaux-Bodard, *et al.*, 2020; Soares, *et al.*, 2020; Indu, 2020); c) **lesiones herpetiformes**, se presentaron como múltiples úlceras dolorosas, unilaterales, redondas de color gris amarillento con un borde eritematoso en las mucosas queratinizadas y no queratinizadas. Las manifestaciones de estas lesiones precedieron,

coincidieron o siguieron a los síntomas sistémicos. En un caso, la lengua geográfica apareció después de la recuperación de lesiones herpetiformes (Carreras, *et al.*, 2020; Iranmanesh, *et al.*, 2021; dos Santos, *et al.*, 2020; Aghazadeh, *et al.*, 2020; Kämmerer, *et al.*, 2020). Se reportó la presencia de placas o parches blancos y rojos en el dorso de la lengua, la encía y el paladar de pacientes con COVID-19 confirmado o sospechado (Iranmanesh, *et al.*, 2021; Dos Santos, *et al.*, 2020; Díaz, *et al.*, 2020; Corchuelo & Ulloa, 2020); d) **lesiones similares a eritema multiforme** aparecieron como ampollas, gingivitis descamativa, máculas eritematosas, erosiones y queilitis dolorosa con costra hemorrágica en pacientes con lesiones cutáneas diana en las extremidades. Las lesiones aparecieron entre 7 y 24 días después del inicio de los síntomas sistémicos y se recuperaron después de 2 a 4 semanas; (Carreras, *et al.*, 2020; Rivera, *et al.*, 2020; Iranmanesh, *et al.*, 2021; Labé, *et al.*, 2020). e) **lesiones similares a la angina bullosa**, se presentaron ampollas eritematosas violetas asintomáticas sin sangrado espontáneo en la lengua y el paladar duro en dos casos confirmados de COVID-19 (Iranmanesh, *et al.*, 2021; Cruz, *et al.*, 2020); f) **enfermedad periodontal necrotizante (EPN)**: se informa de una mujer de 35 años con sospecha de COVID-19 que presentó fiebre, linfadenopatía submandibular, halitosis severa y lesiones orales las cuales incluyeron una encía dolorosa, eritematosa y edematosa generalizada con necrosis de las áreas interpapilares y sangrado. El diagnóstico sugerido fue gingivitis necrozante por coinfecciones bacterianas (especialmente *Prevotella intermedia*) junto con COVID-19 (Patel & Woolley, 2021). A este respecto, los análisis metagenómicos de las personas infectadas con el coronavirus 2 del SARS-COV-2 con frecuencia detectan lecturas bacterianas anormalmente altas de *Prevotella intermedia* además de géneros patógenos comunes implicados en la aparición y progresión de enfermedades bucales como *Streptococcus*, *Fusobacterium*, *Treponema* y *Veillonella*. *Prevotella intermedia* se considera una de las principales especies bacterianas etiológicas de varias lesiones periodontales agudas que, junto con las especies de *Fusobacterium* y *Treponema*, constituyen una gran proporción de la microbiota presente en las lesiones de EPN. Las EPN son más prevalentes en pacientes con VIH. De manera similar en términos mecánicos, la infección por SARS-COV-2 puede predisponer a los individuos a EPN a través de la coinfección bacteriana propagada por *Prevotella intermedia* (Chakraborty, 2020). En un estudio, cuyo objetivo fue investigar la presencia de SARS-COV-2 en el tejido periodontal realizando biopsia post-mortem en siete casos fatales de COVID-19, las siete autopsias estudiadas con pruebas de laboratorio positivas para COVID-19 incluyeron al 57.14% de los pacientes con una edad promedio de 47.4 (rango 8 a 74). En cinco casos, el tejido periodontal fue positivo para SARS-COV-2 (RT-PCR). Los análisis histopatológicos mostraron alteraciones morfológicas en los queratinocitos del epitelio de unión, una

vacuolización del citoplasma y núcleo y pleomorfismo nuclear; los hallazgos de este estudio muestran que el tejido periodontal parece ser un objetivo del SARS-COV-2 y puede contribuir durante mucho tiempo a la presencia del virus en las muestras de saliva, observando que es posible que la respuesta del tejido periodontal sea diferente en individuos con COVID-19 que son asintomáticos o tienen solo síntomas leves. Estos hallazgos pueden indicar un nuevo enfoque para comprender el patrón de contaminación de COVID-19 (Fernandes, *et al.*, (2020): g) **vesículas y pústulas**, se encontró un informe de una niña de 9 años que presentó fiebre, debilidad, dolor abdominal y diarrea que coincidió con un exantema papular eritematoso oral y acral. Las lesiones orales incluyeron erupciones vesiculares y erosiones en la lengua y la mucosa bucal. La prueba de PCR para COVID-19 fue positiva. Las lesiones curaron después de 1 semana (Aghazadeh, *et al.*, 2020). También hubo otro informe sobre un hombre de 51 años que presentó fiebre, fatiga, tos seca, disgeusia, anosmia y una serología positiva para COVID-19. Después de 10 días, apareció eritema generalizado en paladar duro y orofaringe con petequias y pústulas en el borde del paladar blando. El diagnóstico sugerido fue enantema por COVID-19 y las lesiones curaron a los pocos días (Díaz, *et al.*, 2020); h) **petequias**, en algunos estudios, se notificaron en el labio inferior, el paladar y la mucosa de la orofaringe. El tiempo de latencia para los pacientes con petequias fue más corto en comparación con los pacientes con petequias y lesiones maculares (Cebeci & Çaşkurlu, 2019; Rivera, *et al.*, 2020; Corchuelo & Ulloa, 2020; Jimenez, *et al.* (2020), i) **lesiones inespecíficas (mucositis)**, varios estudios se informaron máculas, placas, pápulas y placas eritematosas violáceas en la lengua, la mucosa de los labios, el paladar duro y la orofaringe (Cebeci & Çaşkurlu, 2019; Rivera, *et al.*, 2020; Soares, *et al.*, 2020; Cruz, *et al.*, 2020; Patel & Woolley, 2021; Malih, *et al.*, (2020; Tomo, *et al.*, 2020); y j) **pigmentación posinflamatoria**, un informe de pigmentación en la encía adherida e interpapilar en una mujer de 40 años (Corchuelo & Ulloa, 2020).

## CONCLUSIONES

La investigación actual muestra que el daño del coronavirus en los órganos respiratorios y otros órganos podría estar relacionado con la distribución de los receptores de la ECA2 en el sistema humano. Se ha comprobado que la cavidad oral es el portal de ingreso perfecto para infección por SARS-COV-2 por la especial afinidad del virus con los receptores ECA2 presentes en las células de la mucosa oral, lengua y glándulas salivales. Una vez instaurada la enfermedad, el virus tendría la capacidad de alterar el equilibrio de la microbiota oral e inmunosuprimir al paciente, permitiendo la posible aparición de infecciones oportunistas. Esto, combinado con la terapia farma-

cológica y trastornos de las glándulas salivales, cuya etiología aún no está del todo clara, contribuiría al desarrollo de trastornos sensoriales y a resultados adversos relacionados con la salud bucal.

La alteración del gusto se considera una de las manifestaciones orales más frecuentes directamente relacionado con la infección por SARS-COV-2, con diferentes grados que varían desde ageusia, disgeusia, e hipogeusia. Las alteraciones del gusto pueden ser uno de los primeros signos de COVID-19 y puede ser el único síntoma de COVID-19 en formas asintomáticas y leves de la enfermedad aunque también se han considerado como un efecto secundario del tratamiento con COVID-19.

Aparte de la alteración del gusto, se detectaron varios casos de manifestaciones orales que lo más probable es que se presenten como coinfecciones y manifestaciones secundarias con múltiples aspectos clínicos debidas a tratamientos para COVID-19 o relacionadas con una condición sistémica debilitada de los pacientes y no como un tipo de afección causada por el SARS-COV-2. No hay evidencia científica en la literatura que certifique qué síntomas orales puede causar realmente el SARS-COV-2. De hecho, a partir del análisis de la literatura consultada, es difícil notar que las condiciones clínicas que manifiestan los pacientes se deben al SARS-COV-2. La falta de higiene oral, las infecciones oportunistas, el estrés, las enfermedades subyacentes (diabetes mellitus, inmunosupresión, entre otras), el traumatismo (secundario a la intubación), el compromiso vascular y la respuesta hiperinflamatoria secundaria al COVID-19 podrían ser los factores predisponentes más importantes para el desarrollo de lesiones orales en pacientes con COVID-19.

Finalmente, es importante contar con un equipo especializado en odontología dentro de los hospitales para comprensión y evaluación de signos y síntomas orales en pacientes diagnosticados con infección por SARS-COV-2 a fin de poder evidenciar si las manifestaciones orales forman parte de la semiología de la infección de este nuevo coronavirus.

## REFERENCIAS

- Abduljalil**, J.M., Abduljalil, B.M. (2020). Epidemiology, genome, and clinical features of the pandemic SARS-COV-2: a recent view. *New Microbes and New Infections*, 35:1-8.
- Aghazadeh**, N., Homayouni, M., Sartori-Valinotti, J.C. (2020). Oral vesicles and acral erythema: report of a cutaneous manifestation of COVID-19. *Int J Dermatol* ,59(9):1153-1154.
- Amorim** Dos Santos, J., Normando, A., Carvalho da Silva, R. L., De Paula, R. M., Cembranel, A. C., Santos-Silva, A. R., & Guerra, E. (2020). Oral mucosal lesions in a COVID-19 patient: New signs or secondary manifestations?. *Int J of infectious diseases*, 97, 326–328.
- Amorim** Dos Santos, J., Normando, A., Carvalho da Silva, R.L., Acevedo, A.C., De Luca Canto, G., Sugaya, N., Santos-Silva, A.R., Guerra E. (2021). Oral Manifestations in Patients with COVID-19: A Living Systematic Review. *J Dental Res*, 100(2): 141–154.
- Andersen**, K.G., Rambaut, A., Lipkin, W.I., Holmes, E.C., Garry, R.F. (2020). The proximal origin of SARS-COV-2. *Nat Med*,1-3.
- Bénézit**, F., Le Turnier, P., Declerck, C., Paillé, C., Revest, M., Dubée, V., RAN COVID Study Group. (2020). Utility of hyposmia and hypogeusia for the diagnosis of COVID-19. *The Lancet Infectious Diseases*, S1473-3099(20), 30297–30298.
- Biadsee**, A., Biadsee, A., Kassem, F., Dagan, O., Masarwa, S., Ormianer, Z. (2020). Olfactory and Oral Manifestations of COVID-19: Sex-Related Symptoms—A Potential Pathway to Early Diagnosis *Otolaryngol Head Neck Surg*, 163(4): 722–728.
- Brandão**, T.B., Gueiros, L.A., Melo, T.S., et al. (2021). Oral lesions in patients with SARS-COV-2 infection: could the oral cavity be a target organ? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 131(2):e45-e51.
- Capocasale**, G., Nocini, R., Faccioni, P., Donadello, D., Bertossi, D., Albanese, M., & Zotti, F. (2021). How to deal with coronavirus disease 2019: A comprehensive narrative review about oral involvement of the disease. *Clin Experimental Dental Res*, 7(1), 101–108.
- Cardoso**, F.T., Lima, M.J., Cavlcante, C.M., Buzzati, P.L., Perez, O.S. (2020). COVID-19 e a Cavidade Bucal: Interações, Manifestações Clínicas e Prevenção. *ULAKES J Med* 1 (EE) 98-105.
- Carreras**, P.M., -Presas, C., Amaro Sánchez, J., López-Sánchez, A. F., Jané-Salas, E., Somacarrera Pérez, M. L. (2020). Oral vesiculobullous lesions associated with SARS-COV-2 infection. *Oral diseases*, 27(53):710-712.
- Cebeci**, K.F., Çaşkurlu, H. (2019). Mucosal involvement in a COVID-19-positive patient: A case report. *Dermatol Ther.*, 4(6):E272-7.



- Chakraborty, S.** (2020). Metagenome of SARS-COV2 patients. OSF Preprints. <https://osf.io/jegwq/>
- Chaux- Bodard, A.G., Deneuve, S., Desoutter, A.** (2020). Oral manifestation of COVID-19 as an inaugural symptom? *J Oral Med Oral Surg.*, 2020;26(2):18.
- Chan, J.F., Yuan, S., Kok, K.H., To, K.K., Chu, H., Yang, J., Xing, F., Liu, J., Yip, C.C., Poon, R.W., Tsoi, H.W., Lo, S.K., Chan, K.H., Poon, V.K., Chan, W.M., Ip, J.D., Cai, J.P., Cheng, V.C., Chen, H., Hui, C.K., Yuen, K.Y.** (2020). A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *Lancet.*, 15; 395(10223):514-523.
- Chen, L., Zhao, J., Peng, J., Li, X., Deng, X., Geng, Z., et al.** (2020). Detection of 2019-nCoV in Saliva and Characterization of Oral Symptoms in COVID-19 Cell Prolif., 53(12): e12923.
- Chen, X., Tian, J., Li, G.,** (2020). Initiation of a new infection control system for the COVID-19 outbreak. *Lancet Infect Dis.*, 20(4):397-398.
- Chen, N., Zhou, M., Dong, X., Qu, J., Gong, F., Han, Y., et al.** (2020). Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet*, 395: 507-13.
- Corchuelo, J., Ulloa, F.C.** (2020). Oral manifestations in a patient with a history of asymptomatic COVID-19. *Case Report Int J Infect Dis.*,100:154-157.
- Cruz, T.R.O., Peraza, L.A.J., Guimaraes, D.M., Matos, V.L.H.** (2020). Oral mucosal lesions in patients with SARS-COV-2 infection. Report of four cases. Are they a true sign of COVID-19 disease? *Spec Care Dentist.*, 40(6):555-60.
- Dos Santos, J.A., Normando, A.G., da Silva, R.L., et al.** (2020). Oral mucosal lesions in a COVID-19 patient: new signs or secondary manifestations? *Int J Infect Dis.*, 9.
- Díaz, R.M., Jimenez, R. A., Villarroel M.** (2020). Oral manifestations associated with COVID-19. *Oral Dis. Advance online publication.* <https://doi.org/10.1111/odi.13555>.
- Falcón, G.B., Falcón, P.G.** (2021). Repercusiones en la Cavidad Oral Causadas por la Infección con COVID-19. *Int. J. Odontostomat.*,15(1):23-26.
- Farook, F. F., Mohamed Nuzaim, M. N., Taha Ababneh, K., Alshammari, A., & Alkadi, L.** (2020). COVID-19 Pandemic: Oral Health Challenges and Recommendations. *European J Dent.*, 14(S 01), S165–S170.
- Fernandes M.B., Dolhnikoff, M., et al.,** (2020). Periodontal tissues are targets for SARS-COV-2: a post-mortem study. *J Oral Microbiol.*, 13(1):1848135.
- Gaitán, L., Leyva, E., Cruz, R., Carmona, D., Ruiz, Rodríguez, M., Arenas, A.** (2019). COVID-19 y el cirujano dentista. *Rev Odont Mex.*, 23(4):207-2015.

- Gorbalenya, A.E., Baker, S.C., Baric, R.S., Groot, R.J., Drosten, C., Gulyaeva, A.A., et al.** (2020). Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: The species and its viruses –a statement of the Coronavirus Study Group. *bioRxiv*. 2020. *Nature Microbiology*, 5(3):536-544.
- Gralinski, L.E., Menachery, V.D.** (2020). Return of the Coronavirus: 2019-nCoV. *Viruses* 12 (2): 135. <https://doi.org/10.3390/v12020135>.
- Gutiérrez, F., Zambrano, R.** (2020). Implicaciones bucales por COVID-19. Revisión de tema. *Odontol. Sanmarquina*, 23(4): 419-424.
- Herrera, D., Serrano J., Roldán S., Sanz M.** (2020). Is the oral cavity relevant in SARS-COV-2 pandemic? *Clin Oral Invest.*, 24:2925-2930.
- Hjeltnes, J., Skaare, D.** (2020). Loss of smell or taste as the only symptom of COVID-19. *J Norwegian Med Associat.*, 140(7).
- Huang, C., Wang, Y., Li, X., Ren, L., Zhao, J., Hu, Y., et al.** (2020). Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*, 395:497-506.
- Hui, D. S., Azhar, E. I., Memish, Z. A., Zumla, A.** (2020). Human Coronavirus Infections—Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS), Middle East Respiratory Syndrome (MERS), and SARS-COV-2. *Reference Module in Biomedical Sciences*, B978-0-12-801238-3.11634-4. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.11634-4>.
- Indu, S.** (2020). Multiple oral ulcerations—an initial manifestation of COVID-19 infection: a personal experience. *J Oral Maxillofac Pathol.*, 24 (2):227.
- Iranmanesh, B., Khalili, M., Amiri, R., Zartab, H., & Aflatoonian, M.** (2021). Oral manifestations of COVID-19 disease: A review article. *Dermatol Therapy*, 34(1), e14578.
- Jang, Y., Son, H. J., Lee, S., Lee, E. J., Kim, T. H., Park, S. Y.** (2020). Olfactory and taste disorder: The first and only sign in a patient with SARS-COV-2 pneumonia. *Infect Control and Hospital Epidemiol.*, 41,1103.
- Jimenez, C.J., Ortega, Q.D., de Perosanz, L.D., et al.** (2020). Enanthem in patients with COVID-19 and skin rash. *JAMA Dermatol.* 2020;156(10):1134-6.
- Jimenez, C. J., Ortega, Q. D., Carretero, B. I., Suarez, V. A., Saceda, C. D., Moreno, G.C., Fernandez, N D.** (2020). Erythema multiforme-like eruption in patients with COVID-19 infection: Clinical and histological findings. *Clin Experimental Dermatol.*, 45, 892–895.
- Kämmerer, T., Walch, J., Flaig, M., French, L.E.** (2020). COVID-19 associated herpetic gingivostomatitis. *Clin Exp Dermatol.*, 46(1):174-176.
- Labé, P., Ly, A., Sin, C., et al.** (2020). Erythema multiforme and Kawasaki disease associated with COVID-19 infection in children. *J Eur Acad Dermatol Venereol.*, 34(10):e539-e541.
- Lechien, J.R., Chiesa-Estomba, C.M., De Siati, D.R., et al.** (2020). Olfactory and gustatory dysfunctions as a clinical presentation of mild-to-moderate

- forms of coronavirus diseases (COVID-19): a multi-center European study. *Eur Arch Otorhinolaryngol.*, 277(8), 2251–2261.
- Lu, H.**, Stratton, C.W., Tang, Y.W. (2020). Outbreak of pneumonia of unknown etiology in Wuhan, China: The mystery and the miracle. *J Med Virol.*,92(4):401-402.
- Malih, N.**, Hajinasrollah, G., Zare, M., Taheri, M. (2020). Unexpected presentation of COVID-19 in a 38-year-old male patient: a case report. *Case Rep Dermatol.* 2020;12(2):124-131.
- Mao, L.**, Jin, H., Wang, M., Hu, Y., Chen, S., He, Q. Hu, B. (2020). Neurologic manifestations of hospitalized patients with coronavirus disease 2019 in Wuhan, China. *JAMA Neurology*, 77, 683–690.
- Mousavizadeh, L.**, Ghasemi, S. (2020). Genotype and phenotype of COVID-19: Their roles in pathogenesis. *J. Microbiol. Immunol. Infect*, 54(2):159-163.
- Nemeth, M.**, Matus, C., Carrasco, R. (2020). Manifestaciones Orales de la Infección por COVID-19. *Int J Odontostomat.*, 14(4): 555-560.
- Nuno, G.A.**, Carrillo, M.P., Magaletsky, M.K., Ríos, C.M., *et al.* (2021). Prevalence of mucocutaneous manifestations in 666 patients with COVID-19 in a field hospital in Spain: oral and palmoplantar findings. *British J Dermatol.*, 184(1): 184–185.
- Patel, J.**, Woolley, J. (2021). Necrotizing periodontal disease: oral manifestation of COVID-19. *Oral Dis.*, 27 Suppl 3:768-769.
- Rivera, F.E.I.**, Santos, R., Simpson, S., Garg, P. (2020). Incomplete Kawasaki disease in a child with COVID-19. *Indian Pediatrics*, 57, 680–681.
- Sifuentes, R.E.**, Palacios, R.D. (2020). COVID-19: The outbreak caused by a new coronavirus. *Bol Med Hosp Infant Mex.*, 77(2), 47-53.
- Soares, C.D.**, de Carvalho, R.A., de Carvalho, K.A., de Carvalho, M.G., de Almeida, O.P. (2020). Letter to editor: oral lesions in a patient with Covid-19. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.*, 25(4):e563.
- Struyf, T.**, Deeks, J.J., Dinnes, J., Takwoingi, Y., Davenport, C., Leeftang, M.M.G., Spijker, R., Hooft, L., Emperador, D., Dittich, S., Domen, J., Horn, S.R., Van den Bruel, A. (2020). Signs and symptoms to determine if a patient presenting in primary care or hospital outpatient settings has COVID-19 disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews Issue 7*. doi: 10.1002/14651858.CD013665. Accessed 12 March 2021.
- Tomo, S.**, Miyahara, G.I., Simonato, L.E. (2020). Oral mucositis in a SARS-cov2-infected patient: secondary or truly associated condition? *Oral Dis.*, *Letter to the editor.* <https://doi.org/10.1111/odi.13570>.
- Tong JY**, Wong A, Zhu D, *et al.* (2020). The prevalence of olfactory and gustatory dysfunction in COVID-19 patients: a systematic review and meta-analysis. *Otolaryngol Head Neck Surg.*, 163:3-11.

- Torres, L.J.** (2020). ¿Cuál es el origen del SARS-COV2? *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.*, 58(1):1-2.
- Verdoni, L., Mazza, A., Gervasoni, A., Martelli, L., Ruggeri, M., Ciuffreda, M., D'Antiga, L.** (2020). An outbreak of severe Kawasaki-like disease at the Italian epicentre of the SARS-COV-2 epidemic: An observational cohort study. *Lancet*, 395, 1771–1778.
- Villanueva, S.F., Escalante, M.L.** (2020). SARS-COV-2 modelo de inoculación en la cavidad oral. *Revisión de la literatura. Int. J. Odontostomat.* 14(4):495-500, 2020.
- Wang, D., Hu, B., Hu, C., Zhu, F., Liu, X., Zhang, J., et al.** (2020). Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in Wuhan, China. *JAMA.*, doi: 10.1001/jama.2020.1585.
- Wang, C., Wu, H., Ding, X., Ji, H., Jiao, P., Song, H., Li, S, Dua, H.** (2020). Does infection of 2019 novel coronavirus cause acute and/or chronic sialadenitis? *Med Hypotheses.*, 140:109789.
- Wu, C., Chen, X., Cai, Y., Xia, J., Zhou, X., Xu, S., Huang, H., Zhang, L., Zhou, X., Du, C., Zhang, Y., Song, J., Wang, S., Chao, Y., Yang, Z., Xu, J., Zhou, X., Chen, D., Xiong, W., Xu, L., Zhou, F., Jiang, J., Bai, C., Zheng, J., Song, Y.** (2020). Risk factors associated with acute respiratory distress syndrome and death in patients with coronavirus disease 2019 pneumonia in Wuhan, China. *JAMA Intern Med.*, 180 (7), 934–943.
- Wu, Y.C., Chen, C.S., Chan, Y.J.** (2020). The outbreak of COVID-19: an overview. *J Chin Med Assoc.*, 83(03):217–220.
- Xu, H., Zhong, L., Deng, J., Peng, J., Dan, H., Zeng, X., Li, T., Chen, Q.** (2020). High expression of ACE2 receptor of 2019-nCoV on the epithelial cells of oral mucosa. *Int J Oral Sci.*, 12(1):8.
- Yan, C.H., Faraji, F., Prajapati, D.P., et al.** (2020). Association of chemosensory dysfunction and Covid-19 in patients presenting with Influenza-like symptoms. *Int Forum Allergy Rhinol.*, 10(7):806-813.
- Zhou, P., Yang, X.L., Wang, X.G., Hu, B., Zhang, L., Zhang, W., Si, H.R., Zhu, Y., Li, B., Huang, C.L., et al.** (2020). A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature.* 579(7798):270–273.
- Zhu, N., Zhang, D., Wang, W., et al.** (2019). A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med.*, 382:727-733.
- Zou, X., Chen, K., Zou, J., Han, P., Hao, J., Han, Z.** (2020). Single-cell RNA-seq data analysis on the receptor ACE2 expression reveals the potential risk of different human organs vulnerable to 2019-nCoV infection.

DOCUMENTO  
ACADÉMICO

# Álvar Núñez y Mala Cosa

—

José Martínez Torres  
jose.torres@unach.mx

FACULTAD DE HUMANIDADES, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS,  
TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS, MÉXICO



Para citar este artículo:

Martínez Torres, J. . (2022). Álvar Núñez y Mala Cosa. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 11(29). <https://doi.org/10.31644/IMASD.29.2022.a10>

Se dice que tras el descubrimiento de América hubo una oleada de bandoleros, ganapanes, crápulas y ex-convictos que cruzaban el mar con el único fin de enriquecerse. Estos dichos forman parte de lo que se conoce como La leyenda negra española. No fue el caso de Álvar Núñez Cabeza de Vaca, biznieto de Martín Alhaja, cuyo título nobiliario le vino de haber guiado a don Sancho de Navarra en las montañas, señalándole el camino con un cráneo de buey. De aquí proceden los blasones de aquel infatigable hidalgo que se convirtió en mago para sobrevivir en tierras americanas.

En estas páginas se da un especial énfasis a su participación como chamán, actividad en la que tuvo que incurrir bajo amenaza, según él mismo cuenta en su libro *Naufragios*. Aquí también se dice cómo recorrió a pie miles de kilómetros sin ropa, comida ni agua, entre habitantes misteriosos, para luego juntar sus pasos en la memoria y escribir ese volumen legendario cuya trama comienza y termina en el mar. Para lograrlo, debió echar mano de un buen sentido de la intriga, que lo llevó a invitar al lector a valerse de la imaginación: “Dejo aquí de contar esto porque cada uno puede pensar lo que le pasaría en tierra tan extraña y tan mala y tan sin ningún remedio de ninguna cosa ni para estar ni para salir de ella”. Como a la mayor parte de los Cronistas de Indias, a Álvar Núñez no hay que pedirle demasiados adornos retóricos, sino narración pura, como señala Juan Gil en su edición de *Naufragios y Comentarios*, si bien en muchas ocasiones sabe emplear con fortuna las figuras de construcción, como la anáfora: “Tantos trabajos habíamos pasado, tantas tormentas, tantas pérdidas de navíos”, la paradoja: “repose un poco muy sin reposo”, y en otras ocasiones el paralelismo, como por ejemplo en la frase “muy pobre de gente y muy mala de andar”.

La fuerza de los materiales conduce a buen puerto la prosa de Álvar Núñez Cabeza de Vaca, que logra una expresividad muy notable. Haber caminado durante varios años, haber recorrido miles de kilómetros por tierras desérticas, entre guerreros hostiles, lo llevaría a escribir estas confesiones que pueden verse como una narración circular que comienza y termina en el puerto en donde dio inicio.

Otro acierto técnico de *Naufragios* es hacer capítulos muy breves, a manera de resúmenes narrativos, que mantienen el suspenso y trazan al personaje sufriente. De este modo, se aviva el interés del lector, que busca saber las circunstancias que lo impulsaron a convertirse en brujo, a caminar de manera sobrehumana sólo para volver al sitio donde había nacido y tenía

una vida bastante holgada, pues si bien Álvar Núñez creció huérfano, fue protegido por un pariente rico y poderoso, Fernando Ruiz Cabeza de Vaca, que lo puso al amparo del duque de Medina Sidonia. Con él, ganaba 15,000 maravedís anuales en la nómina de los Caballeros de Jerez, según los datos que proporciona el editor del volumen, Juan Gil, varias veces mencionado en estas páginas. Hacia 1519 dejó de ser paje y fue nombrado camarero de palacio. Tenía casa propia, un buen prestigio social y trabajaba cerca del palacio donde servía, aunque esta posición lo obligaba a hacerse cargo de tareas muy ingratas, como cuando tuvo que testificar ante un tribunal sobre la vida íntima de su protector. La esposa había iniciado un proceso en el que lo acusó de mal marido y puso en entredicho al pobre duque, razón por la que solicitaba la anulación del matrimonio: “Según contó Juan Manuel de Lando, él y Álvar Núñez fueron testigos de que don Alfonso fracasó en su intento de tener una relación sexual, a pesar de que se llamó a tal efecto a dos o tres mujeres”.

El expedicionario zarpó de Sanlúcar de Barrameda en la costa andaluza el 17 de julio de 1527. Recibió el cargo de Tesorero del Rey Carlos V; Pánfilo de Narváez iba al frente, con 600 hombres a bordo de cinco naves. El infortunio se les apareció en cuanto cruzaron el mar Atlántico y arribaron a La Española, donde 140 hombres desertaron; un huracán mató a 60 y destrozó dos de los barcos. En ese momento, Narváez se obstinó en ir tierra adentro, para buscar provisiones —y oro, de ser posible—, pero en el intento no encontró más que la muerte —y la de la mayor parte del grupo que lo acompañó. Una de las mujeres de la expedición le había advertido que no lo hiciera, que, de ir, ninguno volvería. Esta mujer algo tenía de bruja y adivina; aconsejó también a las diez mujeres casadas que de una vez se despidieran de sus maridos y dieran por hecho que no los volverían a ver, de modo que de una vez escogieran un hombre en reemplazo y siguieran su ejemplo, pues ella así lo iba a hacer —y todas le hicieron caso, pues las diez “se amancebaron con los que quedaron en los navíos”.

De los que continuaron el viaje, sólo Cabeza de Vaca y tres colaboradores más escaparon de terminar sus días en el vientre de los indios. En una caminata enfrebrecida y demente llegaron a tierra firme; huyeron del cautiverio en el que estaban en la isla de Mal Hado, hoy Galveston, Texas, tocaron el otro océano y bajaron por la Nueva Galicia, hoy Jalisco, para seguir andando, sin saber que habían recorrido la inmensa tierra que separa los dos océanos, es decir, la geografía de lo que hoy es Estados Unidos a todo lo ancho, para después bajar por la costa del Pacífico, ir tierra adentro y llegar al fin hasta la capital de la Nueva España. En 1636 Álvar Núñez Cabeza de Vaca volvió a Sevilla, precisamente el año en que se cumplían diez de haber zarpado.

Desde que tocaron tierras americanas, en el Puerto de la Trinidad de Cuba, los recibieron ciclones y huracanes; el agua y el viento llegaron a



crecer tanto, escribe: “que no menos tormenta había en el pueblo que en la mar”. Las casas y las iglesias se vinieron abajo, así como también eran arrancadas las raíces de los árboles más grandes. Debían juntarse al menos siete hombres y abrazarse para que el viento no los arrastrara. Además de los rigores del clima, “íbamos mudos y sin lengua, por donde mal nos podíamos entender con los indios”; además, quedaban muy pocos bastimentos y no se podía dar a cada hombre de ración más de una libra de bizcocho y otra de tocino; para colmo:

Uno de caballo, que se decía Juan Velázquez, natural de Cuéllar, por no esperar entró en el río en su caballo, y la corriente, como era recia, lo derribó del caballo, y él se asió a las riendas y ahogó a sí y al caballo, y aquellos indios de aquel señor, que se llamaba Dulchanchellin, hallaron el caballo y nos dijeron dónde le hallaríamos a él por el río abajo; y, así, fueron por él, y su muerte nos dio mucha pena, porque hasta entonces ninguno nos había faltado. El caballo dio de cenar a muchos aquella noche.

Álvar Núñez refiere cómo la comida se convirtió en el bien supremo: en una pequeña expedición de reconocimiento, en la que iba con el comisario, el capitán Castillo, Andrés Dorantes y otros siete de a caballo y cincuenta peones, caminaron hasta el atardecer. En un ancón o entrada de la mar, había un banco de ostiones, ante el que se arrodillaron y dieron muchas gracias a Dios, con tanto fervor como si hubieran encontrado una mina de oro. También refiere cómo anhelaban la carne de venado. Una noche fueron unos indios a ver a Castillo, que ya para entonces curaba, lo mismo que Álvar Núñez, y le dijeron que estaban muy malos de la cabeza, que los aliviara. Los santiguó y los encomendó a Dios. Más tarde le dijeron que el dolor se les había quitado; entonces “fueron a sus casas y trujeron muchas tunas y un pedazo de carne de venado, cosa que mucho tiempo había que no sabíamos qué cosa era”.

Como en casi todas las Crónicas de Indias, en *Naufragios* se menciona la antropofagia; Álvar Núñez también habla del tema del canibalismo, pero no de los indios, sino del que practicaron los españoles. Escribe que había cinco cristianos en un pequeño rancho de la costa; por alguna razón, comenzaron a morir, uno a uno; era tanta la necesidad y el hambre que “se comieron los unos a los otros, hasta que quedó sólo uno, que, por ser solo, no hubo quien lo comiese...” Pocas páginas más adelante relata que un expedicionario llamado Pantoja, para entonces nombrado teniente, abusaba y maltrataba a los demás. Llegó el momento en que uno, llamado Sotomayor, hermano de Vasco Porcallo, el de la isla de Cuba, que en la armada había venido por maestro de campo, le reclamó airadamente, se revolvió con él y lo golpeó con un palo, de lo que Pantoja quedó muerto. Así se fueron acabando estos

cristianos: “A los que morían, los que quedaban vivos los hacían tasajos. El último que murió fue Sotomayor, y Esquivel lo hizo tasajos, y comiendo de él se mantuvo hasta primero de marzo”.

Con un efectivo sentido naturalista, Cabeza de Vaca escribe con objetividad para que sus páginas sirvan de referencia a los cristianos que se aventuren a ir por aquellas tierras. Así ofrece muchos datos que son el fruto de la observación:

Cuantos indios vimos desde la Florida son flecheros; y, como son tan crecidos de cuerpo y andan desnudos, desde lejos parecen gigantes. Es gente a maravilla bien dispuesta, muy enjutos y de muy grandes fuerzas y ligereza. Los arcos que usan son gruesos como el brazo, de once o doce palmos de largo, que flechan a doscientos pasos con tan gran tiento, que ninguna cosa yerran.

Después de saber de lo que eran capaces, cuenta que cierta vez vieron unos cien indios a lo lejos y les parecieron muy grandes. No es que fueran tan altos, aclara el cronista, pero es que “nuestro miedo los hacía parecer gigantes”. Otros indios, en cambio, no cazan, mienten mucho y son grandes borrachos: “beben ellos una cierta cosa. Corren desde la mañana hasta la noche; y siguen un venado y, de esta manera, matan muchos de ellos, porque los siguen hasta que los cansan y algunas veces los toman vivos”.

Todos los habitantes que conocieron en esta tierra se emborrachan con un humo y dan cuanto tienen por él. Beben también una especie de té que sacan de las hojas de los árboles, las ponen en unos botes al fuego, “hinchán el bote de agua y así lo tienen sobre el fuego y, cuando ha hervido dos veces, échanle en una vasija y están enfriándola con media calabaza; y, cuando está con mucha espuma, bébenla tan caliente cuanto pueden sufrir”. Otros más “usan entre ellos pecado contra natura”, refiere Álvar Núñez; “son unos hombres impotentes que se visten y ejercen el oficio de mujeres: no tiran arco y llevan muy gran carga; y, entre estos, vimos a muchos de ellos así amarionados como digo, y son más membrudos que los otros hombres y más altos, y sufren muy grandes cargas”.

Los indios de aquellas regiones inhóspitas curaban las enfermedades soplando al enfermo, para después amasar sus carnes con las manos, con lo cual echaban la enfermedad. En la mencionada isla de Mal Hado, Álvar Núñez Cabeza de Vaca comenzó su fama de brujo blanco. Dice que a él y a sus compañeros los volvieron físicos (médicos) “sin examinarnos ni pedirnos los títulos”. Los mandaron a que se acomodaran, a que sirvieran de algo. “Nosotros nos reíamos [...] diciendo que no sabíamos curar y, por esto, nos quitaron la comida”, de modo que, para poder comer, el sevillano tuvo que soplar a los enfermos, hacerles hendiduras con un pedernal filoso donde le señalaran que dolía y ahí succionar la sangre, cauterizar con fuego y soplar

nuevamente al final de la curación, rogando a Dios que les devolviera la salud para que les dieran un poco de comida y para inspirar en ellos que les “hiciesen buen tratamiento”.

Al comienzo, sólo él y Alonso del Castillo se animaron a curar. Uno que los acompañaba, un negro alárabe al que llamaban Estebanico, y otro de nombre Dorantes, nunca habían curado, “mas por la mucha importunidad que teníamos, viniéndonos de muchas partes a buscar, venimos todos a ser médicos, aunque en atrevimiento y osar acometer cualquier cura era yo [el] más señalado entre ellos”. Poco después, Álvar Núñez ideó el procedimiento curativo que había aprendido con ellos y lo mezclaba con un acto que procedía de la liturgia católica: comenzaba por santiguarse él y al enfermo, rezaba un Pater noster y un Ave María; después, rogaba a Dios por su salud y hasta entonces ponía manos a la obra. Cuenta que una vez le llevaron a un enfermo que había dejado de respirar. Como no podía negarse a curarlo, procedió como lo venía haciendo con los vivos, siguiendo los mismos pasos. Hubo testigos de que logró revivir al cadáver, y que aquel que todos habían visto muerto ahora estaba vivo y curado: se había puesto de pie, había caminado, comido y hablado con ellos. Además de un arco, recibió como honorarios unos cuchillos de pedernal que medían un palmo y medio.

A fuerza de soplidos y heridas infligidas, de chupar sangre e implorar a Dios, algo misterioso sucedía. Álvar Núñez aprendió que el don de la sanación depende de la fe, y el éxito de la confianza que el enfermo deposita en el médico o brujo. Además de intuición, se requiere de osadía. Su carrera fue en ascenso; el mayor éxito que tuvo como cirujano se relata en la siguiente escena:

Me trajeron un hombre y me dijeron que había mucho tiempo que le habían herido con una flecha por la espalda derecha, y tenía la punta de la flecha sobre el corazón; decía que le daba mucha pena y que, por aquella causa, siempre estaba enfermo. Yo le toqué y sentí la punta de la flecha y vi que la tenía travesada por la ternilla y, con un cuchillo que tenía, le abrí el pecho hasta aquel lugar; y vi que tenía la punta atravesada, y estaba muy mala de sacar; torné a cortar más y metí la punta del cuchillo y, con gran trabajo, [al] fin, la saqué; era muy larga. Y con un hueso de venado, usando de mi oficio, [...] le di unos puntos y, dados, se me desangraba, y con raspa de un cuero le estangué la sangre; y, cuando hube sacado la punta, pidiéronmela, y yo se las di, y el pueblo todo vino a verla [e] hicieron muchos bailes y fiestas, como ellos suelen hacer.

Álvar Núñez parece haber tomado como inspiración y modelo a un médico de lo sobrenatural conocido como Mala Cosa, a quien los indios temían como a nadie; le dijeron que nunca se le acercara demasiado ni lo viera a la cara jamás porque, si llegara a verlo a la cara, se le pondrían los cabellos de punta y se iba a echar a llorar y a temblar. Mala Cosa tomaba al enfermo

y, antes que nada, le hacía tres heridas en un costado, con un cuchillo de pedernal filoso. Metía la mano y sacaba las tripas. Eso le dijeron. En seguida cortaba un pedazo y lo echaba a las brazas; después cortaba tres veces en el brazo, ponía las manos sobre todas las heridas y, tras hacer esto, el enfermo sanaba. Se aparecía de modo intempestivo en sus rituales, cuando andaban bailando; a veces iba vestido de mujer y otras veces de hombre; alzaba en vilo una casa, la ponía en alto y caía con ella dando un gran golpe. Cuando le ofrecieron de comer, jamás comió; cuando le preguntaron de dónde venía y en qué parte quedaba su casa, respondía que su casa era de allá abajo.

Álvar Núñez se volvió un médico lleno de fe, intuitivo y valiente, pero sólo curaba cuando se lo pedían; para sobrevivir tenía que hacer también trabajos de comerciante, como alguna vez había hecho en Sevilla. De la costa, llevaba tierra adentro un costal lleno de caracoles y conchas de mar. Volvía con “cueros y almagra, con que ellos se untan y tiñen las caras y cabellos, pedernales para puntas de flechas, engrudo y cañas duras para hacerlas y unas borlas que se hacen de pelos de venados, que las tiñen y paran coloradas”. Así anduvo yendo y viniendo durante años, solo y desnudo, igual que en aquella región andaban todos. Una mañana se topó con cuatro cristianos de a caballo, que se sorprendieron de verlo en compañía de indios y tan asimilado a ellos como si fuera uno más del grupo: “Estuviéronme mirando mucho espacio de tiempo, tan atónitos, que ni me hablaban ni acertaban a preguntarme nada”. Álvar Núñez ya había adquirido el aspecto de quien ha sobrevivido a la desnutrición, a las tormentas y naufragios, a caminatas descomunales, al castigo y a las ámpulas que deja en la piel la sal marina y el sol.

Como el hidalgo que era, Álvar Núñez había sido aficionado a los caballos. Los amaba tanto que aun muriéndose de hambre en la Florida no pudo comer la carne de los corceles que alimentaban a sus compañeros. Otro rasgo muy notable del carácter de este caballero es que haya puesto por escrito sus fracasos y humillaciones, su cautiverio, esclavitud y maltratos, cuando la honra en la sociedad cristiana de aquel tiempo tenía el valor social más elevado. En los puertos de Andalucía, al zarpar a las Indias Occidentales, cada expedicionario llevaba en mente hacerse de riquezas, poder y fama. Álvar Núñez también, pero encontró todo lo contrario: frustración, ataques de pánico, naufragios, heridas, debilidad, alucinaciones y enfermedades. Él y sus compañeros llegaron a estar tan flacos que si alguien quisiera podía contar sus huesos, uno a uno —tan cerca de la muerte estaban, tan devastados y desnudos. Unos indios amigos los encontraron después de uno de sus naufragios, en medio del desastre y la miseria. Cuando preguntaron dónde estaban los demás, tuvieron que decir que todos se habían ahogado. Se sentaron junto a ellos, con los ojos llenos de lágrimas. Poco a poco se incrementó su llanto y se hizo tan “recio y tan de verdad, que lejos de allí se podían oír sus sollozos, y esto les duró más de media hora. Ver que se dolían

tanto de nosotros, hizo que en mí y en los otros de la compañía creciese más la [auto]compasión y la consideración de nuestra desdicha”.

Álvar Núñez Cabeza de Vaca finaliza su relación enumerando a los tres naufragos que con él escaparon de morir y de dónde procedían: “El primero es Alonso del Castillo Maldonado, natural de Salamanca, hijo del doctor Castillo y de doña Aldonza Maldonado. El segundo es Andrés Dorantes, hijo de Pablo Dorantes, natural de Béjar y vecino de Gibraleón. El tercero es Álvar Núñez Cabeza de Vaca, hijo de Francisco de Vera y nieto de Pedro de Vera, el que ganó la Canaria, y su madre se llamaba doña Teresa Cabeza de Vaca, natural de Jerez de la Frontera. El cuarto se llamaba Estebanico; es negro alárabe, natural de Azamor”.

## BIBLIOGRAFÍA

- Núñez Cabeza De Vaca, Álvaro. *Naufragios*. México: UNAM. Col. Relato Licenciado Vidriera. Introducción de Arturo Dávila, 2015 [1542].
- *Naufragios y Comentarios*. Madrid. Fundación José Antonio de Castro. Edición de Juan Gil, 2018 [1542].

