

# PHYSIOS

+CIENCIA+TECNOLOGÍA+CONOCIMIENTO

P/32

## SOP Y POSIBLES ORÍGENES DE LA DEPRESIÓN

El síndrome de ovario poliquístico es un trastorno neuroendocrino

P/15

## NUEVO ECOCAMPUS DE LA BUAP

Albergará a los estudiantes de las carreras del área de ingenierías y ciencias naturales

# NIEBLA MENTAL POST-COVID-19

ES POSIBLE QUE QUIENES SE HAYAN CONTAGIADO PRESENTEN PROBLEMAS PARA SEGUIR LAS INSTRUCCIONES O EXPRESAR LOS PENSAMIENTOS CON PALABRAS **P/26**

P/36

RESVERATROL, UN NEUROPROTECTOR EN EL ENVEJECIMIENTO

Santuario de Nuestra Señora de los Remedios, Cholula



**¡Ven y  
descubre  
Puebla!**

**[visitpuebla.mx](http://visitpuebla.mx)**

REVISTA DE DIVULGACIÓN • JUNIO 2023

+CIENCIA+TECNOLOGÍA+CONOCIMIENTO

+CIENCIA +TECNOLOGÍA +CONOCIMIENTO

# EDITORIAL

**L**egamos al cuarto número de Revista PHYSIOS, haría una pausa primero para reconocer el gran trabajo del Comité Editorial y el Comité Editorial Adjunto, así como a revisores, pero me parece muy relevante e importante destacar el gran interés de investigadores de distintas universidades en la publicación de artículos, quienes a través de la difusión de la revista se han puesto con contacto para poner a consideración sus trabajos para publicación, a todos ellos gracias por la confianza de poner en nuestras manos años de esfuerzo y dedicación.

Por otro lado, y entrando en este periodo vacacional, me he dado a la tarea de reflexionar el proceso de promoción de nuestro número volumen impreso, si bien el PDF y los enlaces web corren por una autopista digital con un método de promoción muy diferente y competido, el impreso por su parte se enfrenta a un proceso difícil en su manutención, y distribución, junto con la falta de costumbre de las nuevas generaciones en la consulta de revistas físicas, por ello, y al tener claro nuestro compromiso y gusto con el papel, no sólo por su importancia en la transmisión de información en la historia, sino por ser un reto a los nuevos métodos digitales, nos encontramos en proceso de construcción de una metodología para la distribución de ejemplares impresos, mientras tanto estaremos informando en redes sociales los diferentes puntos de distribución.

Por último, cabe decir que nos encanta el reto de divulgar, difundir y promover el conocimiento, teniendo como materia prima el trabajo de investigadores y académicos, lo que nos anima a volvernos más creativos y aventurados en este el oficio de comunicar, gracias por leer PHYSIOS.

04  
HISTORIAS  
**EN EL OMBLIGO DEL VOLCÁN**

12  
ACTUALIDAD  
**BIOTERIO, 37 AÑOS DE INVESTIGACIÓN**

EN VOZ DE...  
**OPINIÓN**



20  
ACTUALIDAD  
**LEY ORGÁNICA DE LA BUAP**

25  
URGE NUEVA LEY DE CAMBIO CLIMÁTICO

VOCES DE EXPERTOS

40  
AGUA SUBTERRÁNEA EN EL PLANETA

44  
ARTESANOS DE HUAMANTLA

## PHYSIOS



NUESTRA WEB

Director General  
**JOSÉ CASTAÑARES**  
TW @Jose\_Castanares  
josecastanares@gmail.com

Comité Editorial  
Dr. Rubén Vázquez Roque  
Dr. Fabián Galindo Ramírez  
Dr. José Everardo Avelino Cruz

Comité Editorial Adjunto  
Dra. Angélica Mendieta Ramírez  
Dra. María Andrea Vázquez  
Dr. Mariano Castellanos  
Dra. Diana Isabel Hernández Juárez

Comité Revisor  
Dr. Alfonso Daniel Díaz Fonseca  
Dr. Celso Enrique Cortés Romero  
M. en C. Patricia Mayeli Quechol Tecuatl  
Dr. José Luis Estrada Rodríguez

Correctora de estilo  
Rosaura García Francisco

Community manager  
María José Martínez Díaz

Fotografía  
Agencia Es Imagen  
[www.esimagen.mx](http://www.esimagen.mx)

Diseño  
**PRINTECH**

[www.esimagen.mx/estado/physios](http://www.esimagen.mx/estado/physios)

[Tw @Physiosmx](https://twitter.com/Physiosmx) [Fb @Physios](https://facebook.com/Physios) [Ig @Physios\\_mx](https://instagram.com/Physios_mx) [physiosmx@gmail.com](mailto:physiosmx@gmail.com)

### José Castañares

Correo electrónico:  
[josecastanares@gmail.com](mailto:josecastanares@gmail.com)

Usuario de Twitter e Instagram:  
[@Jose\\_Castanares](https://twitter.com/Jose_Castanares)

› CON OFRENDAS CELEBRAN CUMPLEAÑOS DE

# 'DOMINGO'

EN EL OMBLIGO  
DEL VOLCÁN



CADA 12 DE MARZO, EL POPOCATÉPETL RECIBE A CIENTOS DE HABITANTES DE SANTIAGO XALITZINTLA, COMUNIDAD DE SAN NICOLÁS DE LOS RANCHOS, QUIENES ASCIENDEN CON COMIDA, BEBIDA, FLORES Y MÚSICA PARA ENTREGAR OBSEQUIOS

REDACCIÓN | FOTOS: ESIMAGEN.MX

#### RITUAL

**U**na ofrenda para que no se enoje el volcán, pedir lluvias y la fertilidad de la tierra pero, sobre todo, celebrar el cumpleaños de "Don Goyo", nombre afectuoso con el que se le conoce al coloso en la comunidad de Santiago Xalitzintla, se alista cada 12 de marzo.

El nombre de "Don Goyo" proviene, de acuerdo con relatos orales, por Gregorio Chino Popocatepetl, la personificación del volcán; se trató de un hombre que caminaba por las faldas del coloso y fue visto por Antonio, quien tras este encuentro se convirtió en tiempero, a quien también se le conoce como graniceros.

De niño, Antonio Analco Sevilla se encontró con Gregorio Chino, quien le confesó que sólo aparecería cuando hubiera fumarolas o riesgo de erupción. Así, Antonio se convirtió en el primer tiempero, persona que puede comunicarse con el espíritu del cerro que humea.

A "Don Goyo" comenzó a celebrársele





cada 12 de marzo, día de San Gregorio Magno, a un kilómetro del cráter, en un espacio que llaman "omblijo", una cueva sagrada.

El recorrido en automóvil desde la comunidad de Santiago Xalitlintla hacia las faldas del volcán es de poco más de dos horas, posteriormente hay que ascender a pie sobre una vereda que cruza el bosque y llegar al omblijo del volcán.

De acuerdo con Carlos Villa Roiz, en su obra "Popocatepetl: mitos, ciencia y cultura, un cráter en el tiempo", "los graniceros consideran ciertas cuevas como templos" y "creen que los principales espíritus o dueños del agua, de la montaña y del granizo habitan precisamente en esa cueva".

Hasta el omblijo del volcán llegan con flores, comida, música, ropa y cruces. Todo un festín se celebra para agradecer el buen tiempo y pedir lluvias, las cuales traerán la fertilidad de la tierra y buenas cosechas.

También solicitan paz, pues, aunque los habitantes están acostumbrados a la actividad volcánica, se aseguran de que "Don Goyo" tenga todo lo necesario para no enojarse y desatar su furia.

Entre los presentes que le son llevados destaca un traje sastre, el cual los pobladores llaman ropa de licenciado, pues fue así como lo solicitó "Don Goyo" durante un sueño a un tiempiero.

"La fiesta acaba cuando el tiempiero ha dejado colocada la ofrenda sobre un delgado mantel de flores, siguiendo un riguroso orden que indica que debe haber los mismos elementos a la derecha y a la izquierda, y la gente que sube a festejar al volcán ha terminado de comer y bailar", señala la investigación "Alimentar y controlar al volcán: el cumpleaños de Gregorio Popocatepetl", de autoría de Laura Romero, Juan Méndez, María Tercero y Amapola Rangel.

Este año la ofrenda no fue llevada al omblijo del volcán, por lo que pobladores consideraron que esa falta de regalos se relacionó con la alta actividad del Popocatepetl en mayo, la cual dejó a varios municipios poblanos llenos de ceniza.



### UN RITUAL QUE PERSISTE EN LA MODERNIDAD

Hasta la cueva que conocen como ombligo del Popocatepetl, los habitantes suben para llevarle regalos. En este espacio se cree que residen los principales espíritus del agua, la montaña y el granizo, por lo que es el sitio perfecto para que se entable comunicación.

# EN EL CANAL 3.1 DE SU T.V.



IMAGEN TELEVISIÓN PUEBLA



**LUN-VIE**  
05:47 - 08:00 hrs

**LUN-VIE**  
14:30 -15:00 hrs

**XI**  
Congreso Internacional  
de la Asociación Mexicana  
de Ciencias Políticas  
• GUADALAJARA, JALISCO, MÉXICO •

**“EROSIÓN DE LA DEMOCRACIA Y AUTOCRATIZACIÓN”**  
24 al 27 de octubre 2023

AMECIP | CUCSH | UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA | ITESO Universidad Jesuita de Guadalajara | INE | TRIBUNAL ELECTORAL del Poder Judicial de la Federación | Instituto Electoral de la Federación | GUADALAJARA





› BIOTERIO DE LA BUAP

# 37 AÑOS DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA

EN ESTE ESPACIO SE GARANTIZA EL NACIMIENTO, DESARROLLO Y REPRODUCCIÓN DE CIERTAS ESPECIES QUE AYUDAN EN LOS AVANCES DE LA BIOMEDICINA

REDACCIÓN | FOTOS: ESIMAGEN.MX

## LABORATORIO

**El bioterio de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) es un centro dedicado al alojamiento y manutención de animales de laboratorio que se utilizan para realizar investigación y docencia biomédica.**

El centro se fundó en 1986 y, desde entonces, ha garantizado el nacimiento, desarrollo y reproducción de ratas, ratones, cobayos, conejos y especies no convencionales como pollos, peces y anfibios, bajo protocolos que evitan el maltrato animal.

De acuerdo con el director del bioterio, Francisco Ramos Collazo, este centro ha permitido el avance de la investigación biomédica en aplicaciones para la medicina, las ciencias químicas, las ciencias biológicas, la veterinaria, la enfermería y la estomatología.

La necesidad de crear el bioterio surgió precisamente por las necesidades del avance en la investigación. La gestación de algunos roedores dura entre 21 y 23 días, con camadas de 10 a 15 días, y eso facilita los procesos

de investigadores de docentes vinculados a la biomédica.

“Si esta investigación se hiciera con humanos, tardaríamos muchos años en ver resultados”, explica Ramos Collazo.

Un ejemplo es el de las ratas Zucker, que son producidas en el bioterio de la BUAP. Esta cepa desarrolla obesidad y diabetes tipo 2 de forma espontánea, y por esa razón son utilizadas para estudiar la fisiopatología, los mecanismos subyacentes y las posibles intervenciones para tratar ambos padecimientos.

Para poder realizar proyectos de investigación con los animales que se producen en este centro, los docentes, investigadores y estudiantes deben tomar un curso teórico práctico sobre el manejo de las especies.

Las solicitudes de investigación son analizadas por el Comité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio, de la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado (VIEP) de la BUAP.

En tanto que los cursos son impartidos

por el personal del bioterio, conformado por especialistas en biología, veterinaria y biotecnología.

“Aquí no experimentamos, aquí hacemos investigación. Garantizamos el bienestar de los animales con nuestro personal veterinario y, cuando llegan a realizarse procedimientos quirúrgicos o algo invasivos, pedimos fármacos que minimicen el dolor de los animales. No hay maltrato”, recalzó Ramos Collazo.

El bioterio de la BUAP es el único que existe en Puebla. Por esa razón tiene una alta demanda de instituciones educativas como la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP), la Universidad Iberoamericana, la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP) y la Anáhuac, y universidades de estados como Tlaxcala, Sonora, Veracruz, Chihuahua y Tabasco.

Sin embargo, el director del bioterio explica que la prioridad del centro es atender las solicitudes internas de docentes e investigadores de la BUAP.



## PROTOSCOLOS CONTRA EL MALTRATO ANIMAL

**E**n este espacio, único en Puebla, se ha garantizado el nacimiento, desarrollo y reproducción de ratas, ratones, cobayos, conejos y especies no convencionales como pollos, peces y anfibios.



**SI ESTA INVESTIGACIÓN SE HICIERA CON HUMANOS, TARDARÍAMOS MUCHOS AÑOS EN VER RESULTADOS**



**AQUÍ NO EXPERIMENTAMOS, AQUÍ HACEMOS INVESTIGACIÓN. GARANTIZAMOS EL BIENESTAR DE LOS ANIMALES CON NUESTRO PERSONAL VETERINARIO**

RAMOS COLLAZO  
Director del Bioterio de la BUAP



# ANÚNCIATE CON NOSOTROS

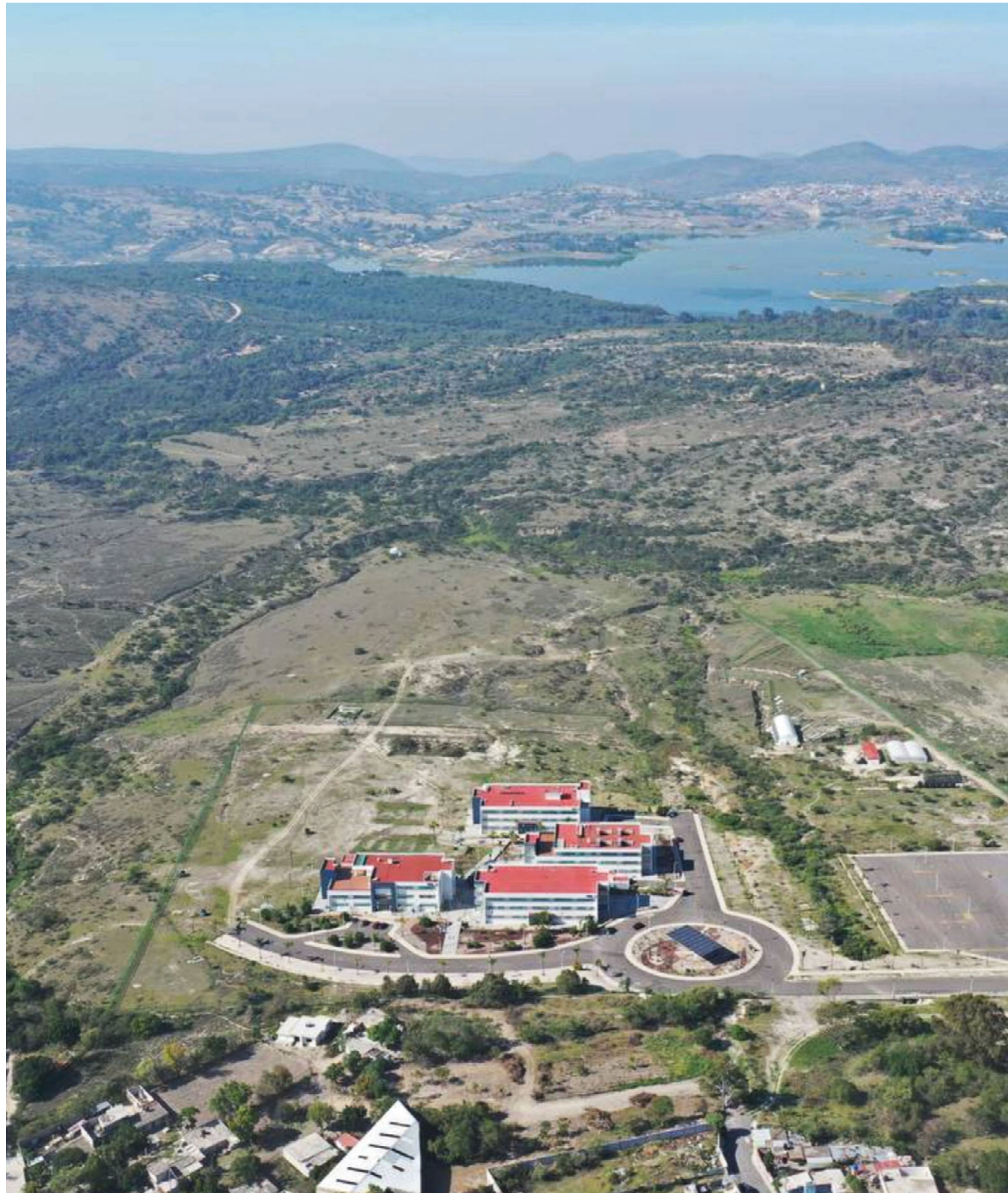


VENTAS: 22 25 05 74 77



› RECTORA CEDILLO Y GOBERNADOR CÉSPEDES ANUNCIAN OBRA

# NUEVO ECO CAMPUS DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS NATURALES



## EL COMPLEJO DE LA BUAP QUE ALBERGARÁ 26 LICENCIATURAS Y COMENZARÁ CON UNA MATRÍCULA DE NUEVO INGRESO EN 2024 DE MIL 106 ALUMNOS SE CONOCERÁ COMO CU2

REDACCIÓN | FOTOS: ESIMAGEN.MX

### COMPLEJO

**U**n nuevo campus universitario que albergue a los estudiantes de las carreras del área de ingenierías y ciencias naturales es el objetivo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

El proyecto comenzará con una matrícula que crecerá de manera gradual, así como su consolidación, la cual está estimada que culmine como un Complejo Parque Tecnológico, donde con investigación e innovación de alto impacto los alumnos.

Las instalaciones se ubicarán en el Eco-campus Valsequillo y será en 2024 cuando una matrícula de nuevo ingreso de cinco mil 106 alumnos dé vida a Ciudad Universitaria 2 (CU2) en 26 licenciaturas.

El anuncio de la obra fue hecho por la rectora Lidia Cedillo Ramírez en compañía del gobernador Sergio Salomón Céspedes, quienes destacaron que este campus será el centro de formación de recursos humanos en ingenierías y ciencias naturales más importante de la región centro-sur del país.

La proyección de crecimiento estima que para el ciclo 2028-2029 se tenga una matrícula de 26 mil 310 estudiantes, para 2030 lograr el 100% de la matrícula para licenciaturas y posgrados y en el año 2050 consolidar el Complejo Parque Tecnológico.

Otro de los proyectos que acompañan esta obra es la creación de tres programas multidisciplinarios que atiendan las demandas de los mercados laborales para los próximos años: las ingenierías de Ciencia de Datos, Ciberseguridad y Biomédica.

Asimismo, la rectora destacó que el impacto de CU2 no es sólo para la comunidad universitaria, sino para la sociedad poblana,



“

**ESTE ES UN DÍA IMPORTANTE, EN EL CUAL ABRIMOS LA POSIBILIDAD DE QUE LOS JÓVENES TENGAN OPORTUNIDADES DE DESARROLLO A FUTURO Y COBIJO EN NUESTRA INSTITUCIÓN. GRACIAS GOBERNADOR, ESTO NO SERÍA POSIBLE SIN SU APOYO**

LIDIA CEDILLO MARTÍNEZ  
Rectora de la BUAP



“

**APORTAR, PARTICIPAR Y COLABORAR POR PUEBLA, POR LA JUVENTUD Y POR LAS NUEVAS GENERACIONES DE LA MANO DE LA BUAP. HAGÁMOSLO JUNTOS, HAGÁMOSLO POR PUEBLA**

SERGIO SALOMÓN  
CÉSPEDES PEREGRINA  
Gobernador de Puebla

### LICENCIATURAS EN:

- **Arquitectura**
- **Diseño Gráfico**
- **Urbanismo y Diseño Ambiental**
- **Biología**
- **Biotecnología**
- **Computación**
- **Farmacia**
- **Químico Farmacobiólogo**
- **Química**
- **Gestión de Ciudades Inteligentes**
- **Energías Renovables y en Electrónica**

### INGENIERÍAS EN:

- **Computación**
- **Tecnologías de la Información**
- **Sistemas Automotrices**
- **Mecatrónica**
- **Civil**
- **Geofísica**
- **Industrial**
- **Mecánica y Eléctrica**
- **Topográfica y Geodésica**
- **Textil**
- **Alimentos**
- **Ambiental**
- **Química**
- **Materiales**

pues “donde quiera que la BUAP abre una sede detona el desarrollo económico de una región”.

En tanto, el 16 de junio, el Consejo Universitario aprobó por unanimidad el recurso financiero necesario para la ejecución de CU2. Las obras se realizarán de manera conjunta con el gobierno del estado, con quien la universidad acordó dividir en partes iguales la inversión, la cual asciende a mil 200 millones de pesos; 300 millones de pesos se aplicarán por parte de la BUAP en 2023 y otros 300 millones de pesos el siguiente año, los mismos montos serán otorgados por el Estado.



Destacaron que este campus será el centro de formación de recursos humanos en ingenierías y ciencias naturales más importante de la región centro-sur del país.



## SINERGIA ENTRE ESTADO Y UNIVERSIDAD

La construcción se efectuará con una inversión conjunta en partes iguales, la cual asciende a mil 200 millones de pesos; 300 millones de pesos se aplicarán por parte de la BUAP en 2023 y otros 300 millones de pesos en 2024, los mismos montos serán otorgados por el gobierno estatal.

# LA VERDAD A TIEMPO



SCAN ME



› PROMUEVE IGUALDAD, ACCESO A TICS Y ERRADICACIÓN DE VIOLENCIA

# ENTRA EN VIGOR LA NUEVA LEY ORGÁNICA DE LA BUAP

EN UN HECHO HISTÓRICO, TRAS MÁS DE 25 AÑOS SIN SER MODIFICADA, LA LEY DE LA UNIVERSIDAD ESTARÁ ARMONIZADA CON LA LEY GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR

REDACCIÓN | FOTOS: ESIMAGEN.MX Y BUAP

## UNIVERSIDAD



**E**l 14 de junio entró en vigor la nueva Ley Orgánica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) al ser publicada en el Periódico Oficial del Estado (POE).

La aprobación de la Ley Orgánica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) tiene un carácter histórico, pues desde 1998 no había sido modificada, luego de su creación en 1991.

Garantizar los derechos humanos y contribuir a preservar el medio ambiente son algunos de los objetivos que concentra la nueva ley, pero no sólo eso.

También la extinción del límite de edad para ocupar la Rectoría, así como causas graves por las que se puede ser removido

del cargo de rector o rectora, tales como: disponer de patrimonio de la universidad contraviniendo su objeto y fines; ser condenado por un delito intencional que amerite pena corporal; y no acatar las resoluciones del Consejo Universitario.

Asimismo la prevención y erradicación de todo tipo de discriminación y violencia, para la cual considera la constitución de espacios libres de violencia con la creación de políticas institucionales con perspectiva de género y participación multi, trans e interdisciplinaria para detectar, prevenir y erradicar la violencia.

Además de garantizar el acceso a la educación superior en la BUAP sin ser víctimas de discriminación, la formación de



**HOY ES UN DÍA HISTÓRICO PARA NUESTRA INSTITUCIÓN. EL CONGRESO DEL ESTADO HA APROBADO LA NUEVA LEY DE LA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; UNA LEY QUE SURGE DE LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA Y QUE POR VEZ PRIMERA SE SOMETIÓ A UNA CONSULTA DONDE PARTICIPARON MÁS DE 53 MIL UNIVERSITARIOS**

LIDIA CEDILLO MARTÍNEZ  
Rectora de la BUAP

habilidades digitales y el uso responsable de las tecnologías de la información y comunicación (TICS).

#### La Consulta

En la octava reunión ordinaria y sesión extraordinaria, el pasado 17 de mayo, el Consejo Universitario aprobó la propuesta del grupo de trabajo institucional nombrado por la rectora María Lilia Cedillo Ramírez para la revisión, actualización y armonización de la Ley de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, así como la plataforma digital para su consulta.

El periodo de consulta abarcó del 17 al 22 de mayo, en el que participó la comunidad universitaria, donde los sectores estudiantil, académico y no académico avalen y expresaron sus aportaciones.

Ante lo cual, la rectora aprovechó para hacer hincapié en su importancia: "Recordemos que en nuestras manos está una gran responsabilidad. Tomemos en cuenta que la mayoría de las universidades no han tenido oportunidad de incidir en sus iniciativas de ley, aprovechemos esta coyuntura para presentar una propuesta que sea respetada por el gobierno estatal y por el Legislativo".

Tras finalizada la consulta, en la cual participaron 53 mil 459 universitarios de 44 unidades académicas y 97 dependencias de apoyo, y ser revisada por el Consejo Universitario, el 24 de mayo por unanimidad de votos se aprobó que la rectora Cedillo enviara al gobernador de Puebla, Sergio Sa-

lomón Céspedes Peregrina, la propuesta de revisión, actualización y armonización a la Ley de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, para hacer suyo este proyecto y lo turne al Congreso del Estado para el procedimiento legislativo correspondiente.

#### Con Legisladores

Luego de ser entregado el documento al gobernador para ser enviado a los legisladores locales, el 8 de junio se aprobó la nueva Ley de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla en el Pleno con 34 votos a favor, uno en contra y tres abstenciones.

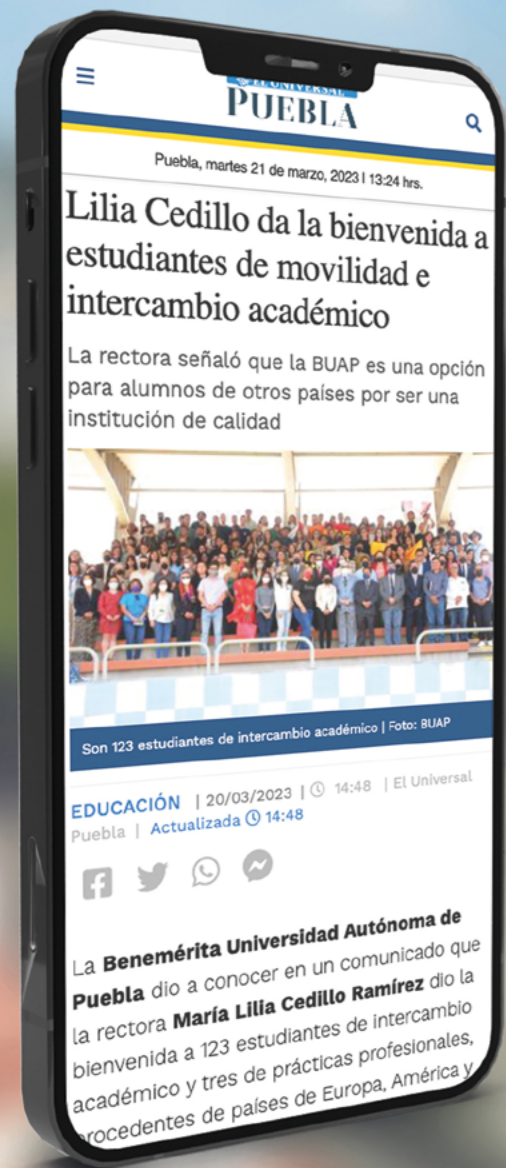
Esta ley sustituye a la de hace 25 años y a partir de su publicación en el POE habrá un lapso de ocho meses para que se aplique, por lo que en febrero de 2024 deberán estar cumplidas las reformas y modificaciones propuestas.

Los legisladores destacaron la consulta universitaria que recogió todas las voces, así como las tres mesas de trabajo que entablaron con la rectora.


"Hoy es un día histórico para nuestra institución. El Congreso del Estado ha aprobado la nueva Ley de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; una ley que surge de la comunidad universitaria y que por vez primera se sometió a una consulta donde participaron más de 53 mil universitarios; sus sugerencias y comentarios fueron tomados en cuenta", afirmó la rectora Lilia Cedillo luego de conocer su aprobación por parte del Poder Legislativo.



Entre los objetivos de la nueva ley está contribuir a preservar el medio ambiente.



## SITIO LÍDER DE NOTICIAS EN PUEBLA

 El Universal Puebla

 @UniversalPuebla

 ElUniversalPuebla4781

[www.eluniversalpuebla.com.mx](http://www.eluniversalpuebla.com.mx)



EDUARDO  
CASTILLO LÓPEZ  
OPINIÓN

### Es necesaria una nueva Ley de Cambio Climático orientada a la adaptación y mitigación

Además, con la iniciativa de ley se pretende garantizar a toda persona el derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, así como establecer las competencias, atribuciones y facultades del Estado y los municipios, en la planeación, elaboración, aplicación y seguimiento de las políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.

Esta iniciativa de Ley, que fue turnada a la Comisión de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Cambio Climático, contiene 94 artículos y siete títulos en los que, además de los objetivos y competencias de cada autoridad, también se establece la creación de un Fondo Estatal que tendrá por objeto apoyar a la implementación de acciones para enfrentar

el cambio climático.

Dentro del Título Primero y el Título Segundo se exponen las disposiciones generales, los objetivos y conceptos relacionados con el ordenamiento, así como la distribución de competencias de las autoridades para la aplicación de la Ley.

En el Título Tercero se precisa la Política Estatal de Cambio Climático, donde se establecen los principios que observarán las autoridades estatales y municipales. Mientras que en el Título Cuarto se especifican los órganos que formarán parte de esta política, se trata de la Comisión Intersecretarial, el Consejo Técnico, así como las Asambleas de Participación Ciudadana.

De la misma forma, en el Título Quinto se establecen los instrumentos, como la estrategia estatal en materia de cambio climático. El Título Sexto, se refiere a la investigación en este rubro, para fomentar la educación, desarrollo tecnológico e innovación en materia de adaptación y mitigación del cambio climático.

El Título Séptimo es el relativo a la inspección, vigilancia e incluso las sanciones aplicables respecto al cumplimiento de las obligaciones establecidas en la Ley de Cambio Climático.

En las consideraciones de la iniciativa del Ejecutivo se detalla que las emisiones de gases de efecto invernadero actúan como una manta que envuelve a la tierra, atrapando el calor del sol y elevando las temperaturas.

Las emisiones de gases de efecto invernadero se generan por la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas. El dióxido de carbono y el metano son algunos ejemplos de emisiones de gases de efecto invernadero, estos emanan del uso de la gasolina por conducir un coche o del carbón para calentar un edificio.

También los vertederos de basura, ya que son una fuente importante de emisiones de metano, entre los principales emisores de dicho gas, se encuentran la energía, la industria, el transporte, los edificios, la agricultura y el uso del suelo.

Como ciudadanas y ciudadanos podemos sumarnos con acciones pequeñas a la mitigación del cambio climático, si reducimos nuestro consumo de energéticos como la gasolina, el gas y la electricidad.

EN PUEBLA, MÉXICO Y A NIVEL MUNDIAL, VIVIMOS LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO, QUE SE HAN TRADUCIDO EN SEQUÍAS, ESCASEZ DE AGUA, INCENDIOS, AUMENTO EN EL NIVEL DEL MAR, INUNDACIONES, DESHIELO DE LOS POLOS, TORMENTAS, ASÍ COMO UNA DISMINUCIÓN Y EXTINCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.

El cambio climático afecta la estabilidad económica y social, ejemplo de ello es que los fenómenos meteorológicos amenazan la integridad de las personas por los peligros que representan las lluvias torrenciales, pero también impacta en la producción de alimentos.

A principios de junio, el Poder Legislativo recibió la iniciativa del gobernador Sergio Salomón Céspedes Peregrina, para expedir la nueva Ley de Cambio Climático del Estado de Puebla, uno de los objetivos es actualizar el marco normativo y que esté acorde a la realidad que vivimos.



# NIEBLA MENTAL

## POST-COVID-19:

PROBLEMAS DE MEMORIA  
DESPUÉS DE LA PANDEMIA

POR ALBERTO VINICIO JEREZANO DOMÍNGUEZ, ISMAEL JUÁREZ DÍAZ, DIANA DEL CARMEN  
PAZOS GUARNEROS, MARÍA DE LOS ÁNGELES NIEVES GÓMEZ

NIEBLA MENTAL, POST-COVID19, MEMORIA

Resumen

“¿No puedes recordar cómo deletrear palabras... descubres que te faltaban palabras en las oraciones y, a veces, escribes cosas que no tienen sentido?” Parte de la población que se enfermó de covid continúa con algunos síntomas dando origen al término “Long COVID” (que significa, COVID largo), donde podría presentarse la alteración de la memoria conocida como “Niebla mental” o “Brain Fog” (en inglés). Aunque el deterioro cognitivo por envejecimiento, trastornos neurodegenerativos por edad o por enfermedades inflamatorias pueden alterar el proceso por el cual los humanos recordamos nuestras vivencias. Interesantemente, existen moléculas propias y extrañas que pueden alterar nuestra capacidad para recordar. La memoria es uno de los enigmas científicos más fascinantes y complejos que ha mantenido la atención de los investigadores. La especie humana es capaz de recordar y utilizar la información para tareas más complejas como el aprendizaje, la interacción con el entorno y otros seres vivos a través del lenguaje escrito o hablado. El Lóbulo Temporal Medial (LTM) es un conjunto de núcleos en el cerebro especializado en el establecimiento y el mantenimiento de la memoria. La teoría de tormenta inflamatoria en SARS-CoV2 explica los problemas de memoria a nivel de las conexiones neuronales en el circuito del tálamo en muchos pacientes que presentan Long COVID.

La Memoria

La memoria explícita es la capacidad de la representación de eventos y conocimientos previos que es accesible a la conciencia y que puede ser manipulada por la atención y la función ejecutiva. Dentro de la memoria declarativa se distingue una estructura organizada de memoria episódica y memoria semántica. La episódica es el recuerdo de eventos en un contexto espaciotemporal claro (como cuando se recuerdan eventos autobiográficos con un sentido diferenciado de experiencia personal, tiempo y lugar), mientras que la semántica es la capacidad de recordar y aplicar significados, hechos y conocimientos sin contexto espaciotemporal (como cuando recordamos que el Popocatepetl es un volcán de Puebla, sin ningún sentido de tiempo y lugar en donde se adquirió tal conocimiento). El proceso para adquirir la memoria semántica es lento, e incluyen regiones neuronales en el cerebro que se asocian en una red bien organizada, como se puede observar en la Figura 1. Esta red forma parte de un sistema a gran escala que se encuentra activo durante el estado de reposo y el flujo de conocimiento espontáneo que permite almacenar información importante y descartar la que no es relevante. El Lóbulo Temporal Medial (LTM), el hipocampo, la amígdala, los núcleos centrales, laterales, mediales, basales y del tracto mamilotalámico son un conjunto de núcleos celulares especializados del cerebro, encargados del establecimiento y

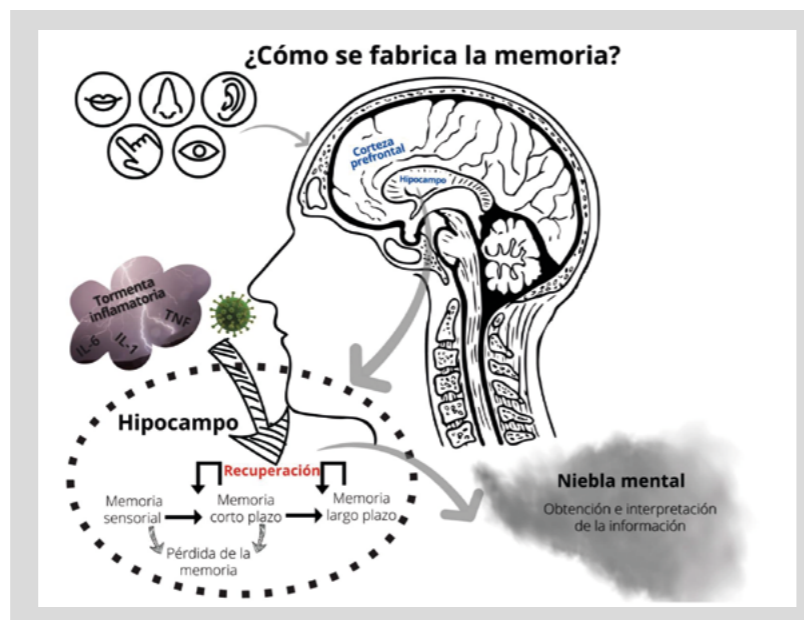


Figura 1. Sistemas de memoria en cerebro. Representación de conectividad de red del flujo de adquisición de conocimiento, almacenaje de la información importante y eliminación de la que no es relevante en el hipotálamo, así mismo la recuperación de la memoria para la obtención e interpretación de la información. Posterior a la infección recurrente por COVID-19, la tormenta inflamatoria induce daño neuronal en el hipotálamo, lo que dificulta la recuperación de la memoria.

el mantenimiento de la memoria (Mashour & Pryor, 2021).

¿Pueden los fármacos alterar la memoria?

Se tiene evidencia acerca de que existen múltiples vías potenciales por las cuales fármacos como los anestésicos, que inducen pérdida de la sensibilidad y la consciencia, podrían interferir en la memoria y causar amnesia. Es por ello que la comprensión moderna de la estructura, el funcionamiento y la organización de la memoria humana viene profundamente determinada por el estudio de la amnesia. No obstante, existen estudios controlados en los que se muestra que los fármacos pueden llevar a un efecto favorable en el proceso de recuperar y mantener los recuerdos (Mashour & Pryor, 2021). Interesantemente, los fármacos quimioterapéuticos empleados en el tratamiento del cáncer podrían inducir problemas de memoria en los pacientes, a este hecho lo han denominado Niebla química. Consecuentemente, se han reportado varios mecanismos por los cuales se puede presentar esta disfunción cognitiva en pacientes por quimioterapia, de las cuales, una de ellas es: la inflamación de neuronas, el estrés inducido por la generación de radicales libres y las alteraciones en los procesos de comunicación neuronal (Rao *et al.*, 2022).

COVID e Hipotálamo

Una parte de la población que se enfermó por COVID-19 presentó signos y síntomas que fueron desde leves a severos. Algunos pacientes con síntomas agudos dieron origen al término secuelas Post-agudas del SARS-CoV-2 o pacientes que continúan enfermándose recurrentemente por Covid “Long COVID” (Covid largo). Los posibles síntomas y síndromes neurológicos asociados con el SARS-CoV-2 incluyen dolor de cabeza, fatiga, mareos, anosmia, convulsiones, alteración de la conciencia, hemorragias, meningoencefalitis, accidentes cerebrovasculares (Nordvig *et al.*, 2021) así como, problemas pulmonares, cardíacos, renales, tiroideos y niebla mental. (Garrigues *et al.*, 2020; Naguib, 2022), entre otros que se siguen estudiando. Datos obtenidos en autopsias de individuos que murieron por cepas relacionadas con el SARS-CoV y pacientes con resfriados comunes como HCoV-229E y HCoV-OC43 expresaron síntomas similares. Los mecanismos de la enfermedad neurológica pueden ser si-





milares a los de otros coronavirus. La infección neuronal por coronavirus no es fenómeno nuevo, el receptor de ACE2 (Enzima Convertidora de Angiotensina 2) es la vía de entrada en las células del Sistema Nervioso Central (SNC) tras la infección. En primera instancia, la directa inoculación del bulbo olfatorio a través de la lámina cribiforme puede introducir el virus al SNC (ver Figura 2) generando la aparición de citocinas proinflamatorias (tales como las: IL-1, IL-6, TNF- $\alpha$ ) y quimiocinas, induciendo la migración rápida de células del sistema inmunológico (neutrófilos, natural killers, macrófagos, entre otros) que secretan enzimas llamadas proteinasas, las cuales son capaces de permear la barrera hematoencefálica e inducir daño neuronal de circuitos que conectan con el hipotálamo. Además, se ha reportado que el hipotálamo juega un papel crítico para el mantenimiento de los cambios homeostáticos en la respuesta inmune a infección virales (Mussa *et al.*, 2021). Por lo que un hipotálamo dañado podría inducir falla en la recuperación e interpretación de la información almacenada en el hipocampo (memoria de largo plazo) (ver Figura 1).

**Niebla Mental**

El término Brain Fog, niebla mental o niebla cerebral, es usado para describir la sensación de lentitud mental o borroso. Puede que se presenten dificultades para prestar atención o recordar lo que estás haciendo. Los pensamientos y respuestas pueden ser lentos. Es posible que se te presenten problemas para seguir las instrucciones o expresar los pensamientos con palabras. Puede que te resulte difícil tomar decisiones simples, planificar cualquier cosa o centrarte en más de una cosa a la vez. Esto se pone de manifiesto al mencionar las experiencias de personas que han experimentado una niebla cerebral relacionada con Long COVID dentro de las cuales se pueden mencionar las siguientes (Gross *et al.*, 2023):

- *"No puedo mantener varios pensamientos... Si me digo a mí mismo que tengo que regar mis plantas, debo hacerlo antes de que me venga a la mente otro pensamiento porque de lo contrario lo olvidaré."*
- *"Tuve que terminar muchas llamadas telefónicas porque ya no podía comprender a los oradores ni comunicarme claramente con ellos."*

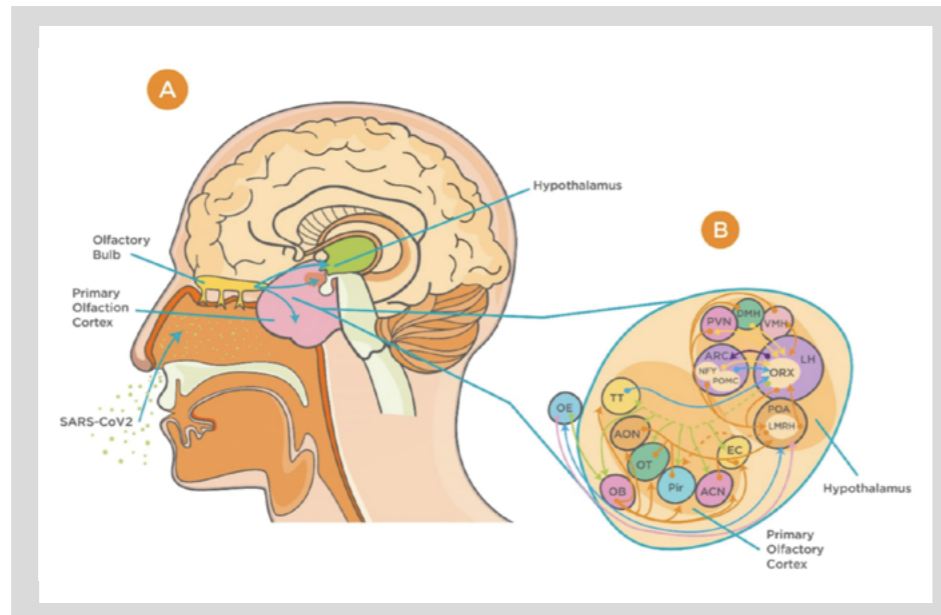


Figura 2. Interrelación entre el hipotálamo y la neuroinvasión del SARS-Cov-2. A) Vista sagital del bulbo olfatorio y el hipotálamo. B) Conexión compleja entre los circuitos del hipotálamo. Esta figura es tomada de Mussa *et al.*, 2021.

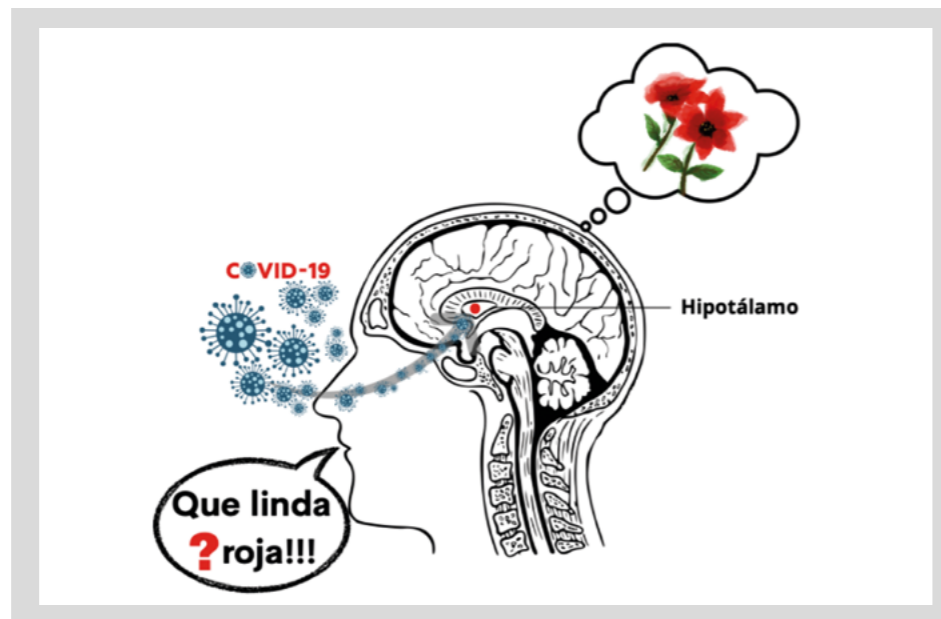


Figura 3. Niebla Mental. Esta figura representa una de las posibles experiencias de Niebla Mental al tratar de recordar un concepto "No podía recordar cómo se deletrea algo, me faltan palabras en las oraciones ..."

*"No podía recordar cómo deletrear palabras, también descubrí que me faltaban palabras de las oraciones y, a veces, escribía cosas que no tenían sentido."*

*"Me sentí perdido conduciendo y tuve que parar y encontrar mi posición en un GPS para poder conducir de vuelta a casa. Es una ruta que he hecho cientos de veces."*

*"Puedo hacerle una pregunta a alguien y luego haré exactamente la misma pregunta 2 minutos después y no recuerdo que les he hecho, tampoco puedo recordar cosas importantes que hayan sucedido en el pasado."*

**Tormenta Inflamatoria y La Memoria**

La niebla cerebral no es nueva y se ha estudiado en pacientes con trastornos inflamatorios, como la enfermedad inflamatoria intestinal. (Dadlani *et al.*, 2023) En todo proceso infeccioso, el primer sistema en activarse es el sistema inmunológico, el cual a través de diversas moléculas de señalización se va a encargar de destruir o tratar de evitar la diseminación del agente patógeno responsable de dicha infección. Esta activación provoca un impacto directo en el sistema nervioso central que puede dar origen a múltiples cambios a nivel neuronal. A las moléculas encargadas de orquestar una respuesta estratégica se les conoce como "citocinas", las cuales se encargan de establecer la comunicación celular para combatir al agente agresor. Si la función de las citocinas es adecuada, el organismo puede sanar. Sin embargo, si la respuesta es exacerbada se genera lo que los expertos mencionan como una tormenta de citosinas, lo cual genera síndrome respiratorio agudo severo (SARS-COV2).

La tormenta de citoquinas inducida por el COVID 19 estimula la producción de una gran cantidad de moléculas de señalización llamadas citocinas por los inmunólogos. Algunas activan la defensa, otras mantienen la respuesta activa y otras más se expresan para detener la respuesta. Si alguna falla, la comunicación entre las células de defensa no funciona adecuadamente y se generan daños o secuelas como la niebla mental. De ser así, podemos pensar que, probablemente el COVID-19 puede causar un compromiso neurológico a través de una lesión directa o indirecta (neuroinvasión), que afecta tanto a neuronas como células gliales e inducir diversas patologías

neurológicas durante o posterior a la infección (Xie *et al.*, 2022). El brain fog, o niebla mental, es uno de los problemas neurológicos descritos en la mayoría de los pacientes a corto plazo, que podría prolongarse en el Long-COVID. Aunque no es un problema severo o incapacitante de la vida, resulta incómodo para quien lo padece. En la Niebla mental o cerebral se experimenta dificultad para concentrarse y focalizar los pensamientos, lo cual puede afectar las capacidades de memorizar y el recuerdo diferido. En algunas ocasiones a este problema le siguen cefaleas, fatiga y sensación de hormigueo y adormecimiento en el cuerpo.

Si bien es cierto, existen varias circunstancias para presentar la niebla mental, por lo que, cabe destacar que estudios en pacientes post-COVID han mostrado asociación entre la infección por el virus y los problemas de memoria. Por lo que probablemente una de las secuelas de haber sido infectado por el virus SARS-COV2 es padecer de Niebla mental.

**REFERENCIAS**

- Dadlani, A., Gala, K., Rai, J., Rai, S., & Dryden, G. (2023). Brain Fog in Patients with Inflammatory Bowel Disease, and Association with Use of Probiotics. *Gastroenterology*, 162(3S), 66-67.
- Garrigues, E., Janvier, P., Kherabi, Y., Le Bot, A., Hamon, A., Gouze, H., Doucet, L., Berkani, S., Oliosi, E., Mallart, E., Corre, F., Zarrouk, V., Moyer, J. D., Galy, A., Honsel, V., Fantin, B., & Nguyen, Y. (2020). Post-discharge persistent symptoms and health-related quality of life after hospitalization for COVID-19. *Journal of Infection*, 81(6), e4-e6. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.08.029>
- Gross, M., Maureen Lamsang, N., Ogawa, E. F., Heyn, P. C., Santos, F. H., Sood, P., Pushpalata, P., Schwertfeger, J., & Faieta, J. (2023). What Do I Need to Know About Long-Covid-related Fatigue, Brain Fog, and Mental Health Changes? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2022.11.021>
- Mashour, G. A., & Pryor, K. O. (2021). Conciencia, memoria y anestesia. En M. A. Gropper, R. D. Miller, N. H. Cohen, L. I. Erickson, L. A. Fleisher, K. Leslie, & J. P. Wiener-Kronish (Eds.), *Miller. Anestesia: Vol. II* (9a ed., pp. 250-266). Elsevier.
- Mussa, B. M., Srivastava, A., Verberne, A. J. M., & Aquaro, S. (2021). COVID-19 and Neurological Impairment: Hypothalamic Circuits and Beyond. <https://doi.org/10.3390/v13030498>
- Naguib, R. (2022). Potential relationships between COVID-19 and the thyroid gland: an update. *The Journal of international medical research*, 50(2). <https://doi.org/10.1177/03000605221082898>
- Nordvig, A. S., Fong, K. T., Willey, J. Z., Thakur, K. T., Boehme, A. K., Vargas, W. S., Smith, C. J., & Elkind, M. S. V. (2021). Potential Neurologic Manifestations of COVID-19. *Neurology: Clinical Practice*, 11(2), e135-e146. <https://doi.org/10.1212/CPJ.0000000000000897>
- Rao, V., Bhushan, R., Kumari, P., Cheruku, S. P., Ravichandiran, V., & Kumar, N. (2022). Chemobrain: A review on mechanistic insight, targets and treatments. *Advances in cancer research*, 155, 29-76. <https://doi.org/10.1016/BS.ACR.2022.04.001>
- Xie, Z., Hui, H., Zhao, Z., Yu, W., Wu, R., Zhu, Y., Song, Y., Cao, B., Shi, W., Zhao, D., Zhao, Y., Li, J., Yao, Q., Duan, Y., Li, J., Zhang, H., Zhou, L., Wang, X., Tian, Y., & Zhao, G. (2022). Nervous system manifestations related to COVID-19 and their possible mechanisms. *En Brain Research Bulletin* (Vol. 187, pp. 63-74). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2022.06.014>



> ALBERTO VINICIO JEREZANO DOMÍNGUEZ



# EL SÍNDROME DE OVARIO POLIQUÍSTICO Y LOS POSIBLES ORÍGENES DE LA DEPRESIÓN EN LAS PACIENTES

POR CINTIA ZERÓN Y VICTORINO ALATRISTE

OVARIO, POLIQUÍSTICO, DEPRESIÓN

## Resumen

El síndrome de ovario poliquístico es un trastorno neuroendocrino que causa infertilidad en mujeres alrededor del mundo. Se ha reportado que cerca del 38% de las pacientes desarrollan depresión, la cual se ha asociado a cambios físicos en las pacientes que provocan una disminución en su autoestima. A través de este artículo se plantea una breve reseña de los factores causales de estas patologías buscando una posible asociación entre ambas. De esta manera, podemos destacar que los cambios metabólicos ocasionan un estado inflamatorio en las pacientes, el cual es clave para la expresión de patrones típicos de la depresión como la elevación de la hormona cortisol, la depleción de sustancias del sistema nervioso llamadas monoaminas y la disminución de la neuroplasticidad neuronal. Aunado a esto, se puede sugerir que el desarrollo de ambas patologías se puede ver potenciado en un "círculo vicioso" promoviendo la una a la otra. Todo esto demuestra la importancia del estudio de la depresión en pacientes con síndrome de ovario poliquístico con la finalidad de obtener una mejor estrategia en su control.

El síndrome de ovario poliquístico (conocido como SOP, por sus siglas en español) es un trastorno neuroendocrino que afecta a las mujeres en edad reproductiva. Se estima que un 6% al 20% de la población mundial puede sufrir esta afectación (Chang y Dumesic, 2019). En México se estima que del 6% al 10% de la población femenina cursa con el síndrome (Moran *et al.*, 2010). Entre las afectaciones a la salud que el SOP causa en las mujeres

se encuentran infertilidad, hirsutismo (crecimiento excesivo de vello en mujeres), mayor riesgo de cáncer endometrial y obesidad; que comúnmente conlleva al desarrollo de resistencia a insulina, dislipidemia y diabetes mellitus tipo 2. Aunado a esto, se han reportado trastornos psicológicos en las pacientes como depresión, ansiedad y desórdenes alimenticios (Chang y Dumesic, 2019).

Se ha reportado que cerca del 38% de las

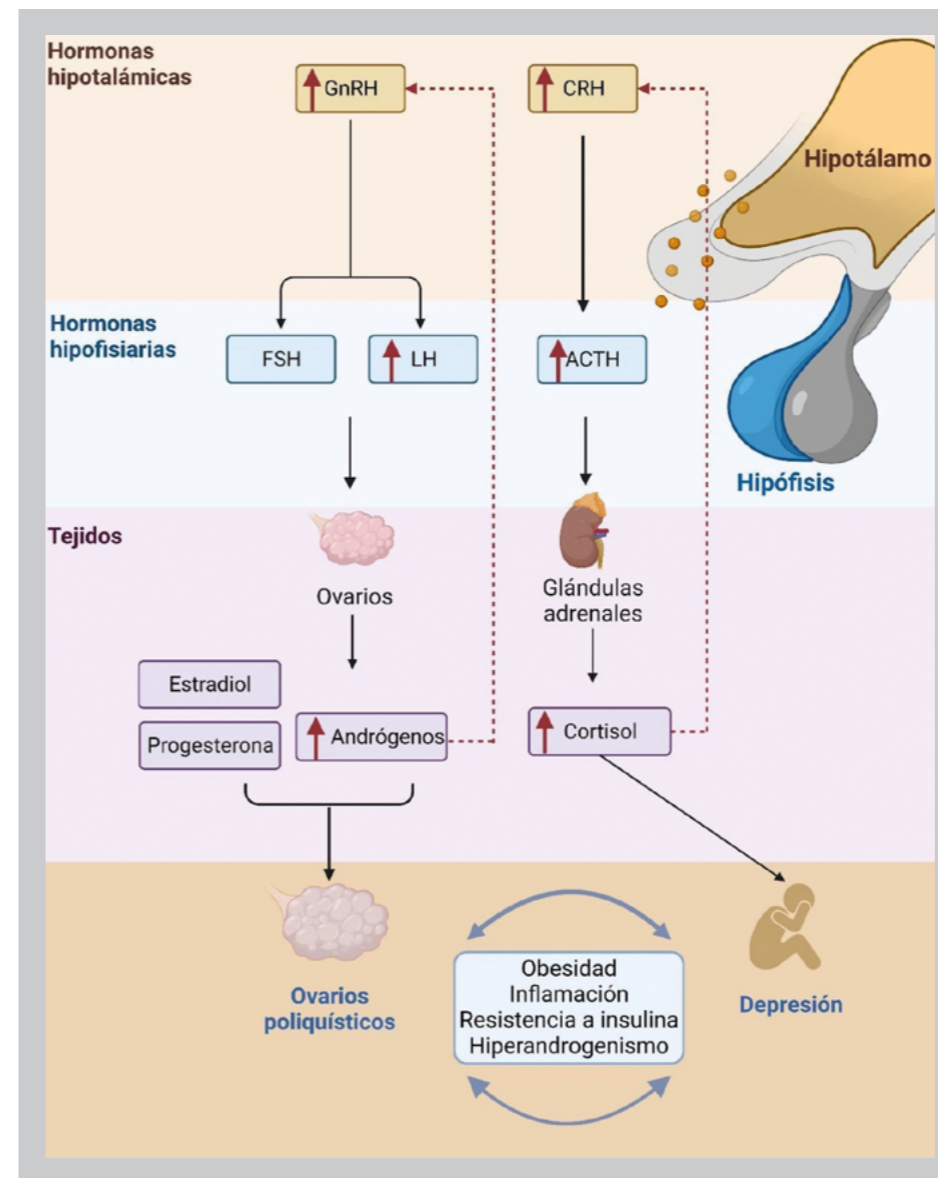


Figura 1. Fisiopatología del síndrome de ovario poliquístico y la depresión. Durante el SOP se presenta un desbalance en el eje H-H-O. Un incremento en la liberación pulsátil de GnRH por parte del hipotálamo causa un aumento en la liberación de LH con respecto de FSH por parte de la hipófisis. En los ovarios, la hormona LH incrementa la producción de andrógenos que conlleva a la formación de quistes ováricos. A su vez, los andrógenos aumentan la liberación pulsátil de GnRH exacerbando la patología. Durante la depresión se encuentran altos niveles de cortisol debido a estrés crónico los cuales causan una hiperactividad del eje H-H-A, aumentando la liberación de cortisol. Ambas patologías se encuentran relacionadas por los signos que presentan como lo son obesidad, inflamación, resistencia a insulina e hiperandrogenismo; dando como resultado un "círculo vicioso" donde podrían estar potencializándose una a la otra. Imagen creada por BioRender.com

pacientes con SOP caen en depresión (Hollinrake *et al.*, 2007). Las razones que se han teorizado es que los cambios físicos como lo son el hirsutismo, el acné, la obesidad y los problemas de fertilidad son los responsables de la falta de autoestima, menor sensación de feminidad y sentimientos depresivos en las pacientes (Kolhe *et al.*, 2022).

La depresión es el más notorio de los desórdenes afectivos y afecta gravemente el funcionamiento psicológico cambiando el estado de ánimo y conducta de la persona empeorando su calidad de vida. Entre sus componentes se observa apatía, pensamientos negativos, sentimientos de culpa e indecisión (reflejados en falta de autoestima y motivación), pérdida de libido y apetito, disturbios del sueño, así como ralentización de pensamientos y acciones. A nivel global, 3.8% de la población sufre de depresión. En México se ha reportado que 9.2% de la población mexicana ha sufrido un trastorno depresivo en su vida (Kolhe *et al.*, 2022).

Comprender los mecanismos de patogénesis del SOP como de la depresión nos lleva a conocer las posibles asociaciones y el origen de los trastornos depresivos en las pacientes con SOP. A continuación, se hará una breve explicación de la patogénesis de ambas patologías.

## Patogénesis del síndrome de ovario poliquístico

La clave de la patogénesis del SOP se encuentra en el eje hipotálamo-hipofisis-ovario (H-H-O), donde hay un desbalance hormonal. Las pacientes con SOP tienen altas concentraciones de andrógenos (hiperandrogenismo), principalmente testosterona; los cuales se unen a sus receptores (AR) encontrados en el hipotálamo sobre un grupo de neuronas denominadas KNDY (Kisspeptina- Neurokinina B – Dinorfina), esenciales para el control de la liberación pulsátil de GnRH (hormona liberadora de gonadotropinas). Tanto en modelos animales como en pacientes se ha observado que durante el SOP aumenta la liberación pulsátil de GnRH; aumentando su concentración. El GnRH se une a su receptor (GnRH-R) en la hipófisis donde el aumento de señal provocada por la GnRH causa una desregulación en la secreción de las hormonas FSH (hormona foliculo estimulante) y LH (hormona luteinizante). Durante el SOP se reporta un aumento de la liberación de LH



> CINTIA ZERÓN



> VICTORINO ALATRISTE



con respeto de FSH. Ambas hormonas actúan sobre el tejido ovárico ayudando a la maduración de los folículos para la ovulación. Las alteraciones hormonales (LH/FSH) provocan que los ovocitos (precursores inmaduros de los óvulos) no se desarrollen en un óvulo maduro y no ocurre la ovulación. En vez de esto, se forman quistes de ovocitos (Walters *et al.*, 2018). La falta de ovulación y el desarrollo de quistes conllevan a que las pacientes sufran de infertilidad anovulatoria, principal afectación en el SOP (Chang y Dumesic, 2019).

El hiperandrogenismo en las pacientes también trae consigo alteraciones metabólicas. El exceso de andrógenos conlleva al desarrollo de resistencia a insulina e hiperinsulinemia por parte del páncreas para tratar de compensar la falta de acción insulínica. Las alteraciones metabólicas aumentan los depósitos de grasa central e inflamación en las pacientes. Los adipocitos a su vez aumentan la producción de andrógenos y secreción de citocinas inflamatorias. Además, la insulina actúa en el ovario impidiendo el desarrollo de los ovocitos y ayudando a elevar las concentraciones de testosterona ovárica (Walters *et al.*, 2018).

Como podemos comprender, la patogénesis del SOP deriva en un círculo vicioso donde un signo tras otro conlleva en el mantenimiento de la enfermedad comprendida por trastornos endocrinos y metabólicos en las pacientes, desarrollando infertilidad anovulatoria, obesidad, resistencia a insulina y un estado inflamatorio.

#### Patogénesis de la depresión

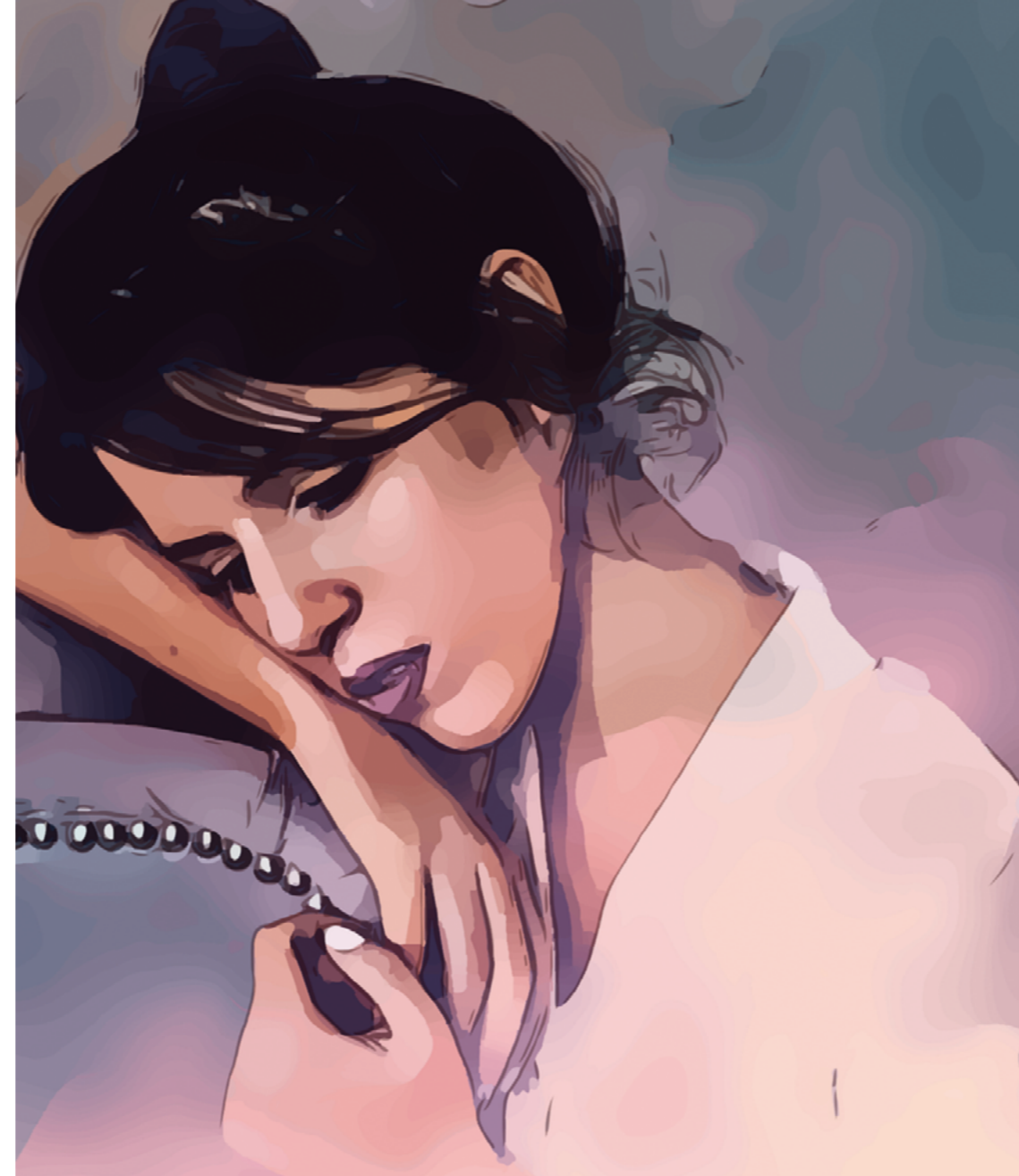
Explicar el inicio de un trastorno depresivo en un paciente es todavía más complejo, ya que normalmente se encuentran ligados a experiencias propias. Algunos estudios demuestran como inductores un trauma durante la infancia, eventos de estrés crónico o violencia (Pérez-Padilla *et al.*, 2017).

Entre los probables mecanismos que conducen a la depresión se encuentra la disminución de los niveles de monoaminas: 5-HT (serotonina), NA (noradrenalina) y DA (dopamina). Las monoaminas son neurotransmisores cuyas funciones principales son la regulación del apetito, libido, placer, moti-

vación, conciencia, sueño; funciones que se ven afectadas durante la depresión (Pérez-Padilla *et al.*, 2017). Otro mecanismo importante es el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (H-H-A) ya que se han reportado altos niveles de cortisol en pacientes depresivos. La liberación de cortisol en respuesta a estrés crónico conlleva a una retroalimentación negativa conduciendo a la desregulación del eje H-H-A potenciando así mayor secreción de cortisol. Altos niveles de cortisol han sido asociados con anomalías estructurales en el cerebro como atrofia de proyecciones dendríticas (prolongaciones de las neuronas que sirven como receptoras de impulsos nerviosos), menor neuroplasticidad (habilidad del sistema nervioso de modificarse para crear nuevas conexiones neuronales en respuesta de estímulos, desarrollo, disfunción o daño) y muerte neuronal (Sapolsky, 2000). Relacionado a la estructura cerebral, también se han reportado atrofia en áreas del hipocampo y corteza cerebral, disminución neuronal en locus coeruleus (área noradrenérgica), falta de actividad dopaminérgica en el núcleo accumbens y afectación en áreas límbicas (importantes en ánimo y cognición). El factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF) y el factor de crecimiento nervioso (NGF) son sustancias encargadas de la neurogénesis y plasticidad neuronal en el sistema nervioso central y periférico; los cuales curiosamente también se encuentran disminuidos en pacientes depresivos (Korgaonkar *et al.*, 2014). Por último, las citocinas proinflamatorias también pueden contribuir al desarrollo de la depresión, ya que estas causan una depleción de las monoaminas (Shelton y Miller, 2011) (Ver Figura 1).

#### Posibles interacciones entre el SOP y la depresión

Como mencionamos con anterioridad, algunos signos típicos del SOP son obesidad (50%), resistencia a insulina (75%) y un estado inflamatorio persistente. Se ha reportado un aumento en la incidencia de depresión en pacientes con SOP obesas y con resistencia a insulina, por lo que, algún mecanismo esencial en las alteraciones metabólicas podría estar ligado a la patogénesis de los cuadros



depresivos de las pacientes. Además, ambas patologías muestran un aumento en marcadores proinflamatorios (Kolhe *et al.*, 2022). Por estas razones podemos llegar a pensar que los cambios metabólicos y el proceso inflamatorio inducen la depresión en pacientes con SOP.

#### Alteraciones metabólicas e inflamación y su relación SOP-Depresión

Como se mencionó anteriormente, el aumento de los depósitos de grasa central, así como el estado de resistencia a insulina provocan un aumento de marcadores inflamatorios. Algunos de ellos demostrados en pacientes con SOP son TNF- $\alpha$ , IL-4, IL-1, IL-6, IFN- $\gamma$  (Kolhe *et al.*, 2022). Estos marcadores pueden causar una depleción en los niveles de 5-HT y DA, neurotransmisores que se en-

cuentran disminuidos durante la depresión. Los marcadores proinflamatorios activan la enzima indoleamina 2,3-dioxigenasa, la cual es una proteína que causa la depleción de triptófano (precursor de 5-HT o también llamado serotonina), que a su vez causa una disminución en su producción (Shelton y Miller, 2011). Además, la IL-1 $\beta$  y el TNF- $\alpha$  aumentan la expresión de la bomba de recaptación de 5-HT, disminuyendo su presencia en los espacios sinápticos (Zhu *et al.*, 2010).

Aparte de la alteración en los niveles de monoaminas, también se ha reportado que las citocinas proinflamatorias causan alteraciones en la neuroplasticidad, atrofia y muerte neuronal, alteraciones observadas en la depresión (Lasoñ *et al.*, 2013). Otro cambio importante en la patogénesis del SOP que mencionamos es el aumento de los niveles de cortisol. De acuerdo con estudios, se observa que las citocinas proinflamatorias aumentan la actividad del factor liberador de corticotropinas (CRF), el cual aumenta la actividad del eje H-H-A, alterando también la neuroplasticidad (Miller *et al.*, 2013). Por último, otra asociación es que altos niveles de IL-6 causan trastornos del sueño, común en pacientes depresivos (Leonard, 2001).

Para finalizar, también es importante mencionar algunos mecanismos que podrían estar potenciando el mantenimiento de ambas patologías como un "círculo vicioso". Los altos niveles de cortisol a través de los receptores glucocorticoides aumentan los depósitos de grasa central causando obesidad central e hiperandrogenismo (Miller *et al.*, 2013). Otro dato curioso es que la depleción de neurotransmisores monoaminérgicos (que también regulan el eje H-H-O) conllevan con altos niveles de testosterona, contribuyendo al mantenimiento del SOP (Chaudhari *et al.*, 2018).

#### Conclusión

Existen varios posibles mecanismos de la prevalencia de la depresión en el SOP como lo son la obesidad, resistencia a la insulina e inflamación. Comprender completamente la patogenia de la depresión en el SOP ayudaría a encontrar una terapia adecuada para su control y mejorar la calidad de vida de las pacientes.

#### REFERENCIAS

- Chang, R. J., & Dumesic, D. A. (2019). Polycystic Ovary Syndrome and Hyperandrogenic States. En Yen and Jaffe's Reproductive Endocrinology (pp. 520-555.e13). Elsevier.
- Chaudhari, N., Dawalbhakta, M., & Nampoothiri, L. (2018). GnRH dysregulation in polycystic ovarian syndrome (PCOS) is a manifestation of an altered neurotransmitter profile. Reproductive Biology and Endocrinology: RB&E, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12958-018-0354-x>
- Hollinrake, E., Abreu, A., Maifeld, M., Van Voorhis, B. J., & Dokras, A. (2007). Increased risk of depressive disorders in women with polycystic ovary syndrome. Fertility and Sterility, 87(6), 1369-1376. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2006.11.039>
- Kolhe, J. V., Chhipa, A. S., Butani, S., Chavda, V., & Patel, S. S. (2022). PCOS and depression: Common links and potential targets. Reproductive Sciences (Thousand Oaks, Calif.), 29(11), 3106-3123. <https://doi.org/10.1007/s43032-021-00765-2>
- Korgaonkar, M. S., Fornito, A., Williams, L. M., & Grieve, S. M. (2014). Abnormal structural networks characterize major depressive disorder: a connectome analysis. Biological Psychiatry, 76(7), 567-574. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2014.02.018>
- Lasoñ, W., Budziszewska, B., Basta-Kaim, A., Kubera, M., & Maes, M. (2013). New trends in the neurobiology and pharmacology of affective disorders. Pharmacological Reports: PR, 65(6), 1441-1450. [https://doi.org/10.1016/s1734-1140\(13\)71504-4](https://doi.org/10.1016/s1734-1140(13)71504-4)
- Leonard, B. E. (2001). The immune system, depression and the action of antidepressants. Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry, 25(4), 767-780. [https://doi.org/10.1016/s0278-5846\(01\)00155-5](https://doi.org/10.1016/s0278-5846(01)00155-5)
- Miller, A. H., Haroon, E., Raison, C. L., & Felger, J. C. (2013). Cytokine targets in the brain: impact on neurotransmitters and neurocircuits: Review: Cytokine targets in the brain. Depression and Anxiety, 30(4), 297-306. <https://doi.org/10.1002/da.22084>
- Moran, C., Tena, G., Moran, S., Ruiz, P., Reyna, R., & Duque, X. (2010). Prevalence of polycystic ovary syndrome and related disorders in Mexican women. Gynecologic and Obstetric Investigation, 69(4), 274-280. <https://doi.org/10.1159/000277640>
- Pérez-Padilla, E. A., Cervantes-Ramírez, V. M., Hijuelos-García, N. A., Pineda-Cortés, J. C., & Salgado-Burgos, H. (2017). Prevalencia, causas y tratamiento de la depresión mayor. REVISTA BIOMÉDICA, 28(2). <https://doi.org/10.32776/revbiomed.v28i2.557>
- Sapolsky, R. M. (2000). Glucocorticoids and hippocampal atrophy in neuropsychiatric disorders. Arch Gen Psychiatry, 57(10), 925-935.
- Shelton, R. C., & Miller, A. H. (2011). Inflammation in depression: is adiposity a cause? Dialogues in Clinical Neuroscience, 13(1), 41-53. <https://doi.org/10.31887/dcn.2011.13.1/rshelton>
- Walters, K. A., Gilchrist, R. B., Ledger, W. L., Teede, H. J., Handelsman, D. J., & Campbell, R. E. (2018). New perspectives on the pathogenesis of PCOS: Neuroendocrine origins. Trends in Endocrinology and Metabolism: TEM, 29(12), 841-852. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2018.08.005>
- Zhu, C.-B., Lindler, K. M., Owens, A. W., Daws, L. C., Blakely, R. D., & Hewlett, W. A. (2010). Interleukin-1 receptor activation by systemic lipopolysaccharide induces behavioral despair linked to MAPK regulation of CNS serotonin transporters. Neuropsychopharmacology: Official Publication of the American College of Neuropsychopharmacology, 35(13), 2510-2520. <https://doi.org/10.1038/npp.2010.116>

# RESVERATROL: UN POLIFENOL CON PROPIEDADES NEUROPROTECTORAS DURANTE EL ENVEJECIMIENTO

POR DANIEL JUÁREZ SERRANO, ALFONSO DÍAZ

COMUNICACIÓN, CIENCIA

## Resumen

El envejecimiento es un proceso de deterioro progresivo y aumenta la prevalencia de enfermedades crónico-degenerativas. El estrés oxidativo es un desequilibrio entre los antioxidantes endógenos y las moléculas oxidantes (radicales libres), estas últimas se caracterizan por tener un electrón desapareado en su última capa de valencia, las más importantes son las derivadas del oxígeno y nitrógeno. En este sentido, el cerebro es uno de los órganos más vulnerables al ataque de estos radicales libres, debido a su alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados y alto consumo de oxígeno, los efectos se ven evidenciados por una disminución significativa de funciones motoras y cognitivas que han sido descritas en diversos modelos preclínicos. Para contrarrestar los efectos de la edad, se han descrito diversas moléculas tanto naturales como sintéticas, uno de los más estudiados es el resveratrol que, aunque su biodisponibilidad es baja debido a su rápida excreción y su extenso metabolismo se han comprobado diversas propiedades, incluida su función antioxidante, antienvjecimiento, anticancerígena y neuroprotectora. Por lo anterior, se considera al resveratrol como una importante opción farmacoterapéutica de prevención y/o regeneración para retrasar el deterioro cerebral durante el envejeci-

miento y así mejorar la calidad de vida de la población adulta mayor.

## Introducción

El envejecimiento es un proceso inevitable e irreversible y hay una gran heterogeneidad en la forma de envejecer, determinada por factores biológicos, socioculturales y económicos. Con el paso de la edad se presenta un deterioro en la salud, afectándose funciones cognitivas y motoras, las cuáles se asocian a la prevalencia de enfermedades crónico-degenerativas (ECD) (Cantón, 2018). Actualmente, se han desarrollado varias estrategias para contrarrestar los efectos del envejecimiento entre las que se incluyen la restricción calórica y la suplementación con diversos productos naturales que han demostrado ser benéficos en el deterioro motor y cognitivo que se presenta durante el envejecimiento. Entre los compuestos más importantes se encuentran los fitoquímicos, como la vitamina C, tocoferoles como la vitamina E, carotenoides y compuestos polifenólicos como el resveratrol, que en diferentes dosis farmacológicas constituyen una alternativa para el tratamiento de diversas enfermedades crónicas y del envejecimiento.

El resveratrol es una fitoalexina producida por más de 70 especies de plantas en respuesta a infecciones y situaciones estresantes, como daño mecánico, baja temperatura, radiación ultravioleta y pesticidas. Es

un polifenol presente en frutos secos, como nueces y cacahuates, y en frutos silvestres como bayas, uvas y vino tinto. Se presenta como dos isómeros (variantes) estructurales: cis (isómero inactivo y trans-resveratrol (isómero activo). El isómero cis puede producirse cuando la isoforma trans se expone a la luz solar, artificial o ultravioleta, en un rango de longitud de 254-366 nm. Diversos factores físicos exógenos y de estrés biológico impactan en el contenido de resveratrol en un alimento o bebida; además, existen factores endógenos que interfieren con la biosíntesis del resveratrol (Salehi, *et al.*, 2018).

El resveratrol posee diversas propiedades biológicas, entre las que se incluye su efecto cardioprotector, antiinflamatorio, anticancerígeno y anti-envejecimiento. No obstante, la propiedad del resveratrol mejor descrita es su capacidad para actuar como antioxidante (Aguilar-Alonso, *et al.*, 2018). La actividad antioxidante del resveratrol depende de la disposición de los grupos funcionales hidroxilo (OH) en la estructura nuclear. Por lo tanto, su configuración, sustitución y el número total de OH influyen sustancialmente en varios mecanismos de actividad antioxidante, como la capacidad de eliminación de radicales y de quelación de iones metálicos (Salehi, *et al.*, 2018).

Debido a sus características fisicoquímicas, el resveratrol es capaz de reducir el estrés oxidativo por diferentes vías, algunas de ellas son (ver Figura 1):

- 1.- Estabilización directa de productos intermediarios de la lipoperoxidación.
- 2.- Actuar como antioxidante dependiendo de las propiedades redox de sus grupos hidroxifenólicos.
- 3.- Eliminación de radicales libres de  $O_2$ , formados en la mitocondria.
- 4.- Regulación de la eficiencia del sistema antioxidante endógeno.

Por otro lado, se ha demostrado que la administración intravenosa de resveratrol en ratas produce una mayor absorción de esta molécula en comparación con la administración oral. Sin embargo, es importante señalar que si bien la administración intravenosa puede proporcionar una mayor concentración plasmática de trans-resveratrol libre que la administración oral típica, no es clínicamente práctica si se desea la autoadministración crónica (Li, *et al.*, 2017).

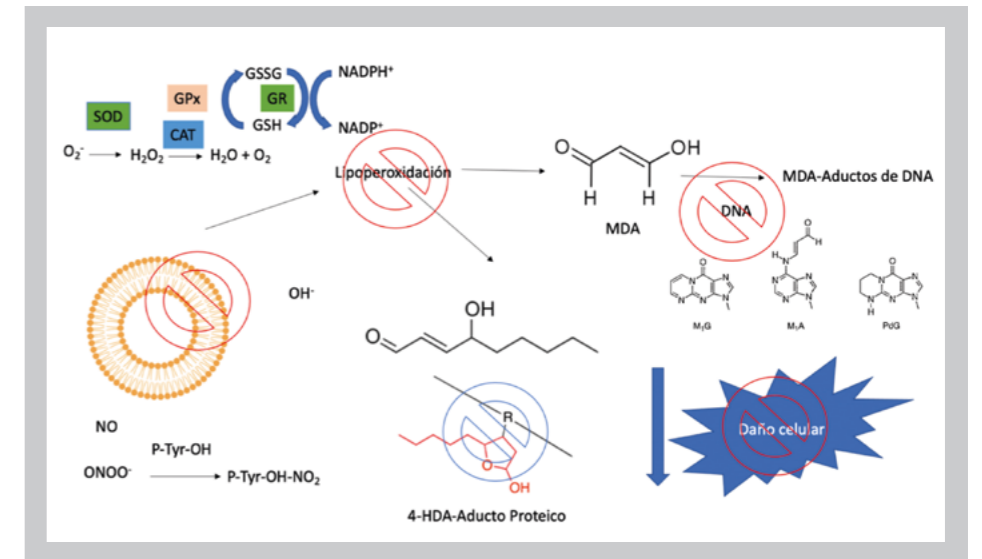


Figura 1. Papel del sistema antioxidante endógeno frente a los mecanismos de daño celular durante el envejecimiento. Los elementos enzimáticos y no enzimáticos del sistema antioxidante endógeno frenan el desarrollo de procesos oxidativos como la lipoperoxidación y desgaste de las macromoléculas celulares.

Después de ingresar al cuerpo por vía oral, la vida media del resveratrol en el plasma sanguíneo es de 8 a 14 minutos, y para sus metabolitos es de aproximadamente 9,2 horas. El resveratrol se absorbe a una tasa relativamente alta a través del intestino delgado y se transporta a través de los enterocitos (células intestinales) (Thadhani, 2019). En el torrente sanguíneo, el resveratrol se une a ciertos transportadores proteicos como la albúmina sérica o lipoproteínas de alta densidad (HDL), lipoproteínas de baja densidad (LDL) y lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL). En este sentido, es importante mencionar que, aunque su biodisponibilidad es muy baja (<1%) ha mostrado capacidad de actuar en órganos periféricos como el estómago, hígado, miocardio, riñón y cerebro, en regímenes variables en tiempo, dosis y organismos, mostrando diversas funciones benéficas (Kiskova, *et al.*, 2020).

Wang *et al.* (2002) fueron los primeros en demostrar que el resveratrol tiene la capacidad de cruzar la barrera hematoencefálica y ejercer un efecto protector contra la lesión cerebral isquémica, ya que después de la inyección intraperitoneal de resveratrol, demostraron que el resveratrol tiene una actividad máxima alcanzada entre una y cuatro horas en suero, hígado y cerebro.

## Papel del resveratrol sobre el envejecimiento

El envejecimiento se basa en la hipótesis de que la pérdida funcional y estructural de órganos y sistemas se debe a la acumulación de daños inducidos por las especies reactivas de oxígeno (ROS) y especies reactivas de nitrógeno (RNS), las cuáles son producidas por todas las células aeróbicas y su presencia en exceso se ha identificado como una fuente importante de daño celular (Di Meo, *et al.*, 2016).

La vida cotidiana requiere una amplia gama de comportamientos motores y cognitivos. Con el paso de la edad, los individuos comienzan a mostrar descensos en el rendimiento en una variedad de dominios, incluida la memoria de trabajo, el procesamiento espacial y la memoria a largo plazo. En este sentido, uno de los órganos más susceptibles al ataque por radicales libres es el cerebro debido a su alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados y por su alta tasa de consumo de oxígeno. Dentro de las principales características del envejecimiento cerebral, se encuentra la reducción en el volumen que se aprecia particularmente en las regiones del sistema límbico, tales como el hipocampo, la corteza entorrinal y otras regiones como la corteza prefrontal, así como también, el



> ALFONSO DANIEL DÍAZ FONSECA



incremento en la posibilidad de inducir a un accidente cerebrovascular e isquemia debido al engrosamiento vascular.

En contraste, evaluaciones estereológicas (análisis de conteo celular) realizadas en ratones de 12-28 meses han revelado que hay una pérdida significativa de neuronas de Purkinje en otra región como el cerebelo asociadas al envejecimiento (Woodruff-Pak, *et al.*, 2010).

Diversas investigaciones han analizado las actividades neuroprotectoras del resveratrol en diferentes modelos (ver Figura 2), tal es el caso de Navarro Cruz, *et al.* (2018) que describieron que la administración oral de resveratrol durante ocho meses permite un desarrollo en el rendimiento cognitivo, particularmente en la memoria a largo plazo, regulación de marcadores de estrés oxidativo y de productos asociados al deterioro de la membrana de las neuronas (proceso conocido como lipoperoxidación), la producción de óxido nítrico, así como una activación de enzimas antioxidantes como catalasa (CAT), superóxido dismutasa (SOD) y el sistema de glutatión a través de la regulación de vías de señalización como la vía de Nrf2, FOXO y sirtuinas, que son procesos a nivel celular sobre los cuales el resveratrol ha demostrado tener una actividad neuroprotectora.

Por su parte, Flores, *et al.* (2016) demostraron que el volumen reducido de diferentes regiones cerebrales por el envejecimiento se correlaciona con déficits cognitivos en los procesos de aprendizaje y memoria pero que en contraste un tratamiento con resveratrol evita una reducción del número de espinas dendríticas en las regiones límbicas en animales ancianos. Adicional a esto, Hernández-Hernández, *et al.* (2016) sugieren que el resveratrol induce modificaciones de la morfología dendrítica ya que observaron un aumento significativo en la longitud dendrítica y la densidad de neuronas piramidales en corteza prefrontal e hipocampo, cambios que pueden explicar el efecto terapéutico del resveratrol en el envejecimiento y en la enfermedad de Alzheimer.

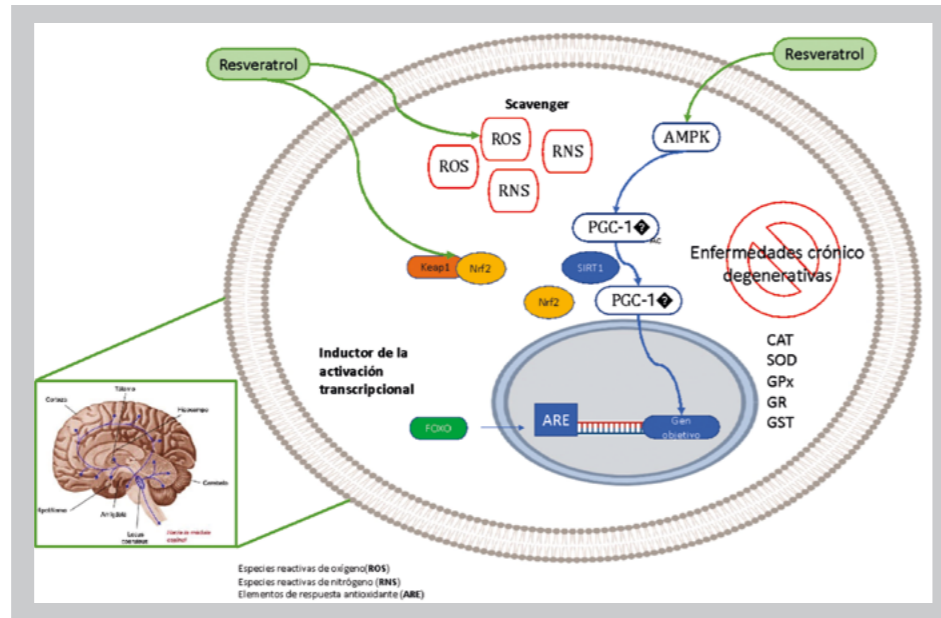


Figura 2. Mecanismos implicados en la actividad neuroprotectora del resveratrol.

Aunque hace algunas décadas se creía que las únicas células de importancia en el Sistema Nervioso Central (SNC) eran las neuronas, se sabe ahora que la Neuroglia y específicamente los astrocitos no solo funcionan como células de soporte, sino que están involucradas en una variedad de funciones biológicas tales como: migración y diferenciación neuronal, regulación del flujo sanguíneo cerebral, control metabólico, control de la concentración iónica y modulación sináptica, así como el mantenimiento de la barrera hematoencefálica (Araujo, *et al.*, 2019).

Los informes en modelos animales sobre el envejecimiento han demostrado que los astrocitos incrementan su presencia en regiones cerebrales, presentando cambios de comportamiento en ratones macho de 24 semanas de edad (Clarke *et al.*, 2018). Los astrocitos presentes en el giro dentado y CA1 del hipocampo han presentado una hipertrofia dependiente de la edad, así como una marcada reorganización de las proteínas estructurales de las neuronas. La activación glial puede prevenirse como lo demuestra Kodali, *et al.* (2015) en un modelo de ratas administradas con resveratrol en una dosis de (40mg/kg) durante cuatro semanas. Por lo anterior, se considera al resveratrol como una importante opción farmacoterapéutica de prevención y/o regeneración para retrasar el deterioro cerebral durante el envejecimiento y así aumentar la calidad de vida de la población adulta mayor.

REFERENCIAS

- CAguilar-Alonso, P., Vera-López, O., Brambila-Colombres, E., Segura-Badilla, O., Avalos-López, R., Lazcano-Hernández, M., & Navarro-Cruz, A. R. (2018). Evaluation of Oxidative Stress in Cardiomyocytes during the Aging Process in Rats Treated with Resveratrol. *Oxidative medicine and cellular longevity*; 2018(1): 1-9.
- Araujo, A. P. B., Carpi-Santos, R., & Gomes, F. C. A. (2019). The Role of Astrocytes in the Development of the Cerebellum. *The Cerebellum*; 18(6): 1017-1035.
- Cantón, S. B. F. (2018). El proceso de envejecimiento en México, el contexto socio sanitario y sus implicaciones respecto a los incidentes adversos. *Boletín CONAMED*; 16(1): 17-23.
- Clarke, L. E., Liddelow, S. A., Chakraborty, C., Münch, A. E., Heiman, M., & Barres, B. A. (2018). Normal aging induces A1-like astrocyte reactivity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*; 115(8): E1896-E1905.
- Di Meo, S., Reed, T., Venditti, P., & Victor, V. (2016). Role of ROS and RNS sources in physiological and pathological conditions. *Oxidative medicine and cellular longevity*; 2016(1): 1-44.
- Flores, G., Vázquez-Roque, R. A., & Diaz, A. (2016). Resveratrol effects on neural connectivity during aging. *Neural regeneration research*; 11(7): 1067-1068.
- Kiskova, T., Kubatka, P., Büsselberg, D., & Kassayova, M. (2020). The plant-derived compound resveratrol in brain cancer: a review. *Biomolecules*, 10(1), 1-19.
- Kodali, M., Parihar, V. K., Hattiangady, B., Mishra, V., Shuai, B., & Shetty, A. K. (2015). Resveratrol prevents age-related memory and mood dysfunction with increased hippocampal neurogenesis and microvasculature and reduced glial activation. *Scientific Reports*, 5(1), 8075.
- Li, T. P., Wong, W. P., Chen, L. C., Su, C. Y., Chen, L. G., Liu, D. Z., Ho, H. O., & Sheu, M. T. (2017). Physical and pharmacokinetic characterizations of trans-resveratrol (t-rev) encapsulated with self-assembling lecithin-based mixed polymeric micelles (saLMPMs). *Scientific Reports*, 7(1), 1-10.
- Monserrat Hernández-Hernández, E., Serrano-García, C., Antonio Vázquez-Roque, R., Díaz, A., Monroy, E., Rodríguez-Moreno, A., & Flores, G. (2016). Chronic administration of resveratrol prevents morphological changes in prefrontal cortex and hippocampus of aged rats. *Synapse*, 70(5), 206-217.
- Navarro-Cruz, A. R., Ramírez y Ayala, R., Ochoa-Velasco, C., Brambila-Colombres, E., Avila-Sosa, R., Pérez-Fernández, S., & Aguilar-Alonso, P. (2017). Effect of chronic administration of resveratrol on cognitive performance during aging process in rats. *Oxidative medicine and cellular longevity*; 2017(1): 1-8.
- Salehi, B., Mishra, A., Nigam, M., Sener, B., Kilic, M., Sharihi-Rad, M., & Sharifi, J. (2018). Resveratrol: A double-edged sword in health benefits. *Biomedicine*; 6(3): 1-20.
- Thadhani, V. M. (2019). Resveratrol in management of diabetes and obesity: clinical applications, bioavailability, and nanotherapy. *Resveratrol-Adding Life to Years, Not Adding Years to Life*; A. Badria, F., Ed, 139-156.
- Wang, Q., Xu, J., Rottinghaus, G. E., Simonyi, A., Lubahn, D., Sun, G. Y., & Sun, A. Y. (2002). Resveratrol protects against global cerebral ischemic injury in gerbils. *Brain research*, 958(2), 439-447.
- Woodruff-Pak, D., Foy, M., Akopian, G., Lee, K., Zach, J., Nguyen, K., & Thompson, R. (2010). Differential effects and rates of normal aging in cerebellum and hippocampus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*; 107(4): 1624-1629.

# GRADA

Donde estamos todos



Somos un medio de comunicación creado con la ilusión y el objetivo de **reconocer y dar el lugar que le corresponde al deporte amateur, universitario y profesional de Puebla.**

Consulta nuestra sección de deporte universitario.

# ¿CÓMO SE DETERMINA LA DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL PLANETA? LOS SATÉLITES Y LA FÍSICA DE NEWTON

POR MARCO A. MORA RAMÍREZ Y MAYRA N. MÁRQUEZ SPECIA

SATÉLITES, ESCASEZ DE AGUA, CAMBIO CLIMÁTICO

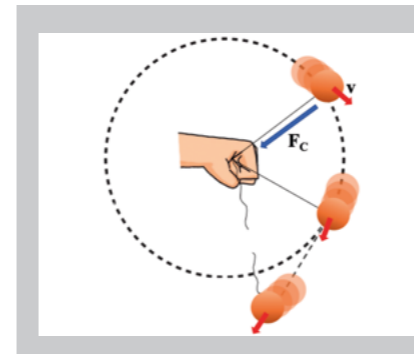
## Resumen

**El agua de nuestro querido planeta es un recurso amenazado por el aumento en la demanda de servicios y alimentación de una población global en crecimiento sostenido, este recurso además es frágil ante los efectos del cambio climático. El objetivo de esta lectura es reflexionar sobre la importancia de un principio de física básica en la operación de nuevas tecnologías satelitales que nos permiten actualmente evaluar la disponibilidad de agua subterránea en el planeta para generar información relevante y hacer un uso eficiente de este recurso.**

La India es la quinta economía en el mundo, y va camino a convertirse en la economía que más rápido crece a nivel mundial, así mismo parece que superará a China en población este año (Hannah, 2023). La agricultura es una de las actividades esenciales para la India y se practica en la región norte que colinda con la cordillera montañosa del Himalaya, donde se emplea agua extraída del subsuelo cuya disponibilidad depende de la recarga abundante de aguas subterráneas para satisfacer las necesidades agrícolas y de agua potable. Hace 15 años se pensaba que el agua del deshielo del Himalaya recargaba el agua subterránea de manera tal que la extracción de este recurso para la agricultura estaba garantizada (Verma & Jamwal, 2022). Sin embargo, hoy en día sabemos que, en

2020 por ejemplo, los recursos de aguas subterráneas extraíbles ascendieron a 397,62 billones de metros cúbicos, cifra que es inferior a la recarga de ese mismo año. Esto resalta la importancia de conocer la disponibilidad de agua subterránea y monitorearla a lo largo de los años. El caso de la India es tan solo un ejemplo de lo que ocurre similarmente en distintas regiones del mundo.

Actualmente, el agua subterránea disponible en el planeta se puede estimar mediante los datos que generan un par de satélites gemelos en combinación con modelos del clima (Houghton *et al.*, 1996). Para explicar el funcionamiento de esta aplicación debemos recordar algunos elementos de física que estudiamos a nivel bachillerato, nos referimos a las leyes de Newton y el movimiento circular. En este contexto una de las primeras preguntas que surge es ¿qué mantiene a un objeto girando en círculo? La respuesta es la fuerza centrípeta, sí, la que apunta hacia el centro del círculo de la trayectoria que recorre el objeto (Resnick, R., Halliday, D., y Krane, 1992). De aquí en adelante se usará  $F_c$  para referirnos a esta fuerza. Para ilustrar detalles del movimiento circular, imagine a un deportista de alto rendimiento en el lanzamiento de martillo en los juegos olímpicos, como se observa en la Figura 1. Recordando que el lanzamiento de martillo consiste en lanzar lo más lejos posible a una bola de metal unida a una empuñadura mediante un cable de acero. Para lograr este fin, el deportista debe girar lo más rápido posible sobre su propio eje mien-



tras jala hacia él ( $F_c$ ) la empuñadura, y cuando es conveniente debe soltar la empuñadura ( $F_c = 0$ ) y el martillo saldrá volando, dejando de moverse en círculo y comenzando un viaje inicialmente en línea recta (ver Figura 1). Como se comentó, el deportista debe girar lo más rápido posible, al inicio comienza girando a una cierta velocidad y cada vez más rápido, pero mientras incrementa la velocidad de giro, y por lo tanto la velocidad de la bola de acero, tiene que hacer cada vez mayor fuerza para seguir jalando hacia él el cable. En otras palabras, la velocidad de la bola de acero depende de la  $F_c$ : a mayor  $F_c$  mayor la velocidad de la bola de acero. Este hecho es aprovechado por los satélites como se explica a continuación.

Ahora, pensemos en el caso de los satélites que orbitan alrededor de la tierra, cuyo movimiento podría aproximarse como un movimiento de trayectoria circular. Nuevamente la primera pregunta es ¿qué mantiene a un satélite girando en círculo?, como hemos dicho previamente, la respuesta es la fuerza centrípeta. En el caso del lanzamiento de martillo está claro que el atleta "jala" hacia sí mismo el cable de acero y proporciona la fuerza centrípeta, pero en el caso de los satélites orbitando alrededor de la tierra es la fuerza de atracción gravitacional la que mantiene a los satélites orbitando alrededor de la Tierra. Esta fuerza, claramente no es una fuerza de contacto, es más bien una fuerza de largo alcance entre dos objetos y cuya magnitud dependerá de la separación entre las masas de los objetos ( $m_1$  y  $m_2$ ) y la separación entre ellos ( $r$ ), como se contempla en la Ley de la Gravitación Universal (Tan, 2008). Es importante notar que, a mayor masa, de cualquiera de los objetos, habrá mayor fuerza. Este hecho es fundamental para explicar lo que sucede con dos satélites gemelos.

Por otro lado, como parte de la misión GRACE-FO la comunidad europea lanzó los dos satélites gemelos que están en órbita alrededor de la Tierra y constantemente envían señales de microondas entre sí para medir la distancia entre ellos (NASA, 2023). La Figura 2 muestra las etapas del sobrevuelo de los satélites gemelos sobre la superficie del planeta, notando que en ocasiones

Figura 1. La fuerza centrípeta es necesaria para mantener la trayectoria circular de un objeto y en ausencia de ésta el objeto sigue una trayectoria en línea recta. En el lanzamiento de martillo es conveniente girar lo más rápido posible para instantes después eliminar repentinamente la fuerza centrípeta ( $F_c$ ) que es cuando el atleta suelta la empuñadura.

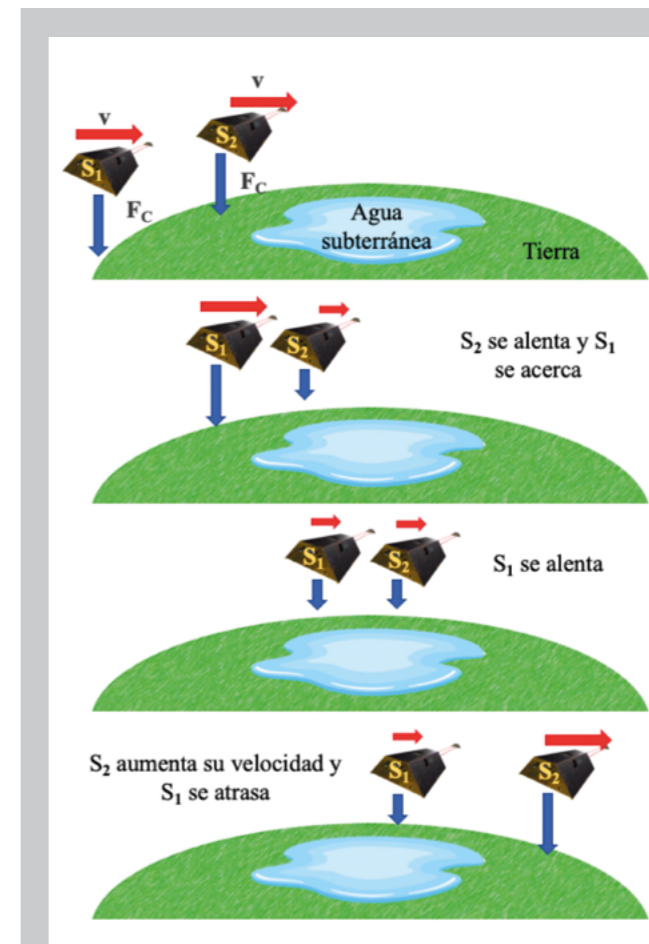


Figura 2. Etapas del sobrevuelo de los satélites gemelos para detectar anomalías gravitacionales. Nótese que a mayor masa debajo del satélite (y mayor  $F_c$ ) hay una mayor velocidad.



> MARCO MORA RAMÍREZ



> MAYRA MÁRQUEZ SPECIA



pasan arriba de regiones con menor densidad de masa, como podrían ser cuerpos de agua o agua subterránea. La distancia de separación entre ellos varía entre 170 km a 220 km. La razón de la variación en la distancia de separación se explica porque a medida que los satélites gemelos sobrevuelan la Tierra, pasan por encima de áreas de gravedad ligeramente más fuerte (mayor concentración de masa), pero afectan primero al satélite principal (que va adelante), aumentando su velocidad y por tanto lo alejan del satélite secundario. A medida que los satélites continúan, el satélite secundario también es influenciado (arrastrado) hacia el satélite principal cuando pasa por encima de esa misma anomalía de la gravedad. El cambio en la distancia sería ciertamente imperceptible para nuestros ojos, pero el sistema de microondas extremadamente preciso está diseñado para detectar cambios minúsculos en la distancia entre los satélites. Un dispositivo de medición altamente preciso conocido como acelerómetro, ubicado en el centro de masa de cada satélite, mide las aceleraciones no gravitacionales (como las debidas al arrastre atmosférico) de modo que sólo se consideran las aceleraciones generadas por gravedad. Los receptores del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) del satélite determinan la posición exacta del satélite sobre la Tierra dentro de un centímetro o menos. Toda esta información de los satélites se utiliza para construir mapas mensuales del campo de gravedad promedio de la Tierra, ofreciendo detalles de cómo varía la disponibilidad de agua subterránea, aunque también se usa para determinar la cantidad de agua en los grandes lagos y los cambios del nivel del mar. La Figura 3 ilustra la variación anual (2002-2005) de la disponibilidad de agua subterránea en la región norte de la India en el mes de noviembre (Studio, 2016).

El problema de la detección de agua subterránea ha sido tomado como ejemplo para ilustrar la importancia del vínculo de los conceptos básicos de física en problemas actuales y de relevancia global, como es el problema de escasez del agua y del cambio climático (Busalacchi, 2013)

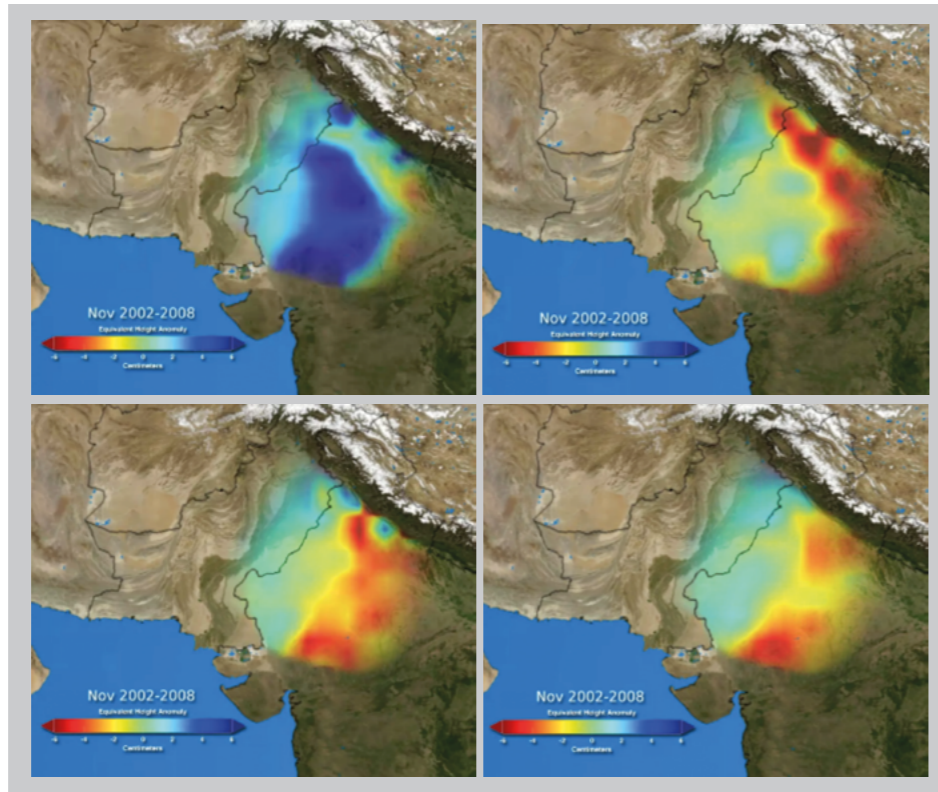


Figura 3. Algunos mapas de disponibilidad de agua subterránea en la región norte de la India. Los colores cálidos hacia el rojo indican una disminución en la disponibilidad de agua. Fuente: NASA, 2019.

REFERENCIAS

- Busalacchi, A. J. (2013). Effects of Climate Change on Water Availability. ECS Meeting Abstracts. <https://doi.org/10.1149/ma2013-02/4/213>
- Hannah, E.-P. (2023). India overtakes China to become world's most populous country. The Guardian. <https://www.theguardian.com/world/2023/apr/24/india-overtakes-china-to-become-worlds-most-populous-country>
- Houghton, J. T., Meira Filho, L. G., Callander, B. A., Harris, N. (Neil), Katterberg, A., Maskell, K. (Kathy), Lakeman, J. A., I. I. P. on C. C. W. G., UNEP, & WMO. (1996). Climate change 1995: The Science of Climate Change. Cambridge University Press, for the Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://digitallibrary.un.org/record/223181>
- NASA, J. P. L. (2023). GRACE-FO. <https://gracefo.jpl.nasa.gov/>
- Resnick, R., Halliday, D., y Krane, K. S. (1992). Física (Vol 2). Compañía Editorial Continental.
- Studio, N. S. V. (2016). India ground water depletion. Groundwater Depletion in India Revealed by GRACE. <https://www.youtube.com/watch?v=ewkXGrtjurl>
- Tan, A. (2008). Newton's Law of Gravitation. In Theory of Orbital Motion (pp. 26-46). Encyclopedia Britannica. [https://doi.org/10.1142/9789812709134\\_0002](https://doi.org/10.1142/9789812709134_0002)
- Verma, R., & Jamwal, P. (2022). Sustainence of Himalayan springs in an emerging water crisis. Environmental Monitoring and Assessment, 194(2), 1-18. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09731-6>

REVISTA DE DIVULGACIÓN  
**PHYSIOS**

CIENCIA+TECNOLOGÍA+CONOCIMIENTO

Physios es una publicación mensual, impresa y digital, que tiene como objetivo la divulgación del conocimiento. Valoramos tanto los descubrimientos novedosos como la capacidad para explicar conceptos complejos a un público no especializado.

A nuestros lectores les fascinará poder encontrar en el siguiente número sus investigaciones, por lo que **SE CONVOCA** a enviar sus artículos con una redacción clara, sencilla, libre de tecnicismos en la medida de lo posible.

ESPECIFICACIONES PARA LA PUBLICACIÓN:

- Los artículos deben ser originales y no deben haberse publicado en otro medio o revista.
- Los artículos deberán contar con **Título** que no exceda las 15 palabras, un **Resumen** con extensión máxima de 200 palabras, tres **Palabras clave** que describan el área del conocimiento que enmarca la publicación, el **contenido del artículo** deberá abarcar una extensión de entre 900 a 1,500 palabras, se solicita la inserción de hasta tres **Figuras** para ilustrar el contenido, así como contar con entre cinco a 15 **referencias** de consulta. Todo lo anterior en formato APA, séptima edición.

ESPECIFICACIONES PARA AUTORES:

- Los artículos pueden tener hasta tres autores y, en caso de ser necesario, deberán especificar que no existe conflicto de intereses.
- Deberán declarar que los datos reportados en el artículo **no son resultado de falsificación, plagio, autoplagio o duplicidad**.
- Se debe especificar la **adscripción y correo de contacto** de cada uno de los autores.
- Deberán anexar una semblanza de cada autor, con una **fotografía** con fondo blanco y en alta resolución.
- Agregar su número de registro **ORCID** en caso de contar con este.
- Al enviar un artículo los **autores autorizan la difusión y publicación** que la revista haga de este.

TODO LO ANTERIOR SE ENVIARÁ AL CORREO ELECTRÓNICO:  
**PHYSIOSMX@GMAIL.COM**



Physios digital

# LOS ARTESANOS EN EL PUEBLO MÁGICO DE HUAMANTLA, TLAXCALA

POR LEONARDO CONTRERAS MARISCAL

HUAMANTLA, PUEBLO MÁGICO, ARTESANÍA

## Resumen

**A**dentrarnos en las comunidades de México nos lleva a recorrer sitios donde nuestros sentidos nos permiten acercarnos a la apreciación por lo local, lo hecho a mano, el talento de nuestros artesanos, la belleza del paisaje, los sabores y colores, las texturas y la calidez de la gente. Las artesanías en los destinos turísticos se convierten en una evidencia de la experiencia del viaje, se comercializan para el consumo turístico e intenta satisfacer los deseos de los turistas.

En Pueblos Mágicos como Huamantla la artesanía se coloca como una de las alternativas económicas recurrentes; el turismo encuentra en el sector artesanal una ventaja competitiva sustentada en la promoción activa de consumir la cultura de los destinos. La compra de estos productos, como parte de la experiencia turística, permite a los turistas cumplir las expectativas de ponerse en contacto con la cultura local, uno de los propósitos del llamado turismo cultural. Pero la relación entre turismo y artesanías no se reduce a la compra-venta, el proceso de producción artesanal se ha convertido en un elemento importante para la reproducción social de sus productores. Los lugareños han incorporado la producción de artesanías en su vida diaria con la finalidad de obtener ingresos económicos.

La ciudad de Huamantla Tlaxcala fue

nombrada Pueblo Mágico el 14 de agosto de 2007 durante la fiesta en honor a la Virgen de la Caridad; el encanto se configura entorno a la religiosidad y al ritual de veneración que se concreta con la procesión en *la noche que nadie duerme*.

Localidades rurales del país han involucrado sus territorios, sus actividades productivas y sus formas de vida en proyectos de turismo comunitario, etnoturismo, ecoturismo, agroturismo, etc., en parte por comunidades sometidas por las políticas hegemónicas del desarrollo, pero también atraídas por la posibilidad de obtener ingresos para su subsistencia; muchas localidades deciden o se ven forzadas a colocar sus recursos en procesos de producción de valor (Marín, 2015, p. 11).

Las representaciones huamantlecas que se han puesto al servicio de esta actividad son la historia, la gastronomía, la tradición y la fiesta brava, el alfombrismo, los títeres, los muéganos, la arquitectura, las haciendas, los campos de dalias, la Malinche y las artesanías (ver tabla 1). El reto es reactivar *la economía local, generar procesos de inclusión, de reparto de la riqueza y de preservación del patrimonio de la localidad* (Figueroa et al., 2015, p. 150).

En Huamantla las artesanías se encuentran entre las formas productivas que incorpora el turismo para su desarrollo, se trata de un sector que, aunque inserto en la dinámica del turismo, no está totalmente sometido a las leyes del capitalismo; se elaboran en un contexto de pobreza; a través de su venta se

Tabla 1: INVENTARIO DE LOS ATRACTIVOS TURÍSTICOS EN HUAMANTLA TLAXCALA

Tipo de patrimonio	Categoría	Atractivo
Patrimonio natural	Formaciones físicas y biológicas	El volcán la Malinche
		Los coloridos campos de dalias
Patrimonio arquitectónico	Monumentos, y edificios cercanos al Parque Juárez	El museo nacional del títere Rosete Aranda
		Las esculturas del Parque Juárez
		El palacio municipal
		El museo de la ciudad y la casa de cultura
		El parador turístico San Luis
		La plaza de toros, el museo o la escuela taurinos
		El ex convento Franciscano, la parroquia de San Luis Toulouse, la basílica de la Caridad y las iglesias de los barrios de la ciudad
	Las haciendas	San Juan Bautista
		San Francisco Tecuac
		San Diego Xalpatlahuaya
		El Balcón
		Santa Bárbara
		San Francisco Soltepec
	Celebraciones y Conocimientos	Las artesanías
Las artesanías con piedra de cantera		
Los títeres		
La fiesta patronal		Los globos de Cantoya
		La procesión de la Virgen de la Caridad y el alfombrismo
		La carrera de las carcachas
		El desfile de las flores o el de los burladeros
Saberes, tradiciones y creencias	Leyendas	La Huamantlada
		La Calle de la Calavera

Fuente: Elaboración propia

obtienen ingresos utilizados para comprar aquello que permite cubrir las necesidades vitales; el dinero no es un fin, es un medio.

Los talleres artesanales son domésticos, funcionan con mano de obra familiar; se organizan dentro del hogar durante el tiempo libre o después de haber cumplido las labores cotidianas. Sandoval (2013, p. 133) argumenta que "las artesanías se elaboran de manera manual en sus propios ritmos y horarios de producción; hay una división sexual del trabajo; funcionan con escaso capital y usan herramientas rústicas".

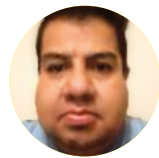
## Los obstáculos del artesanado huamantleco

Artesanos huamantlecos enfrentan una serie de desafíos; los principales son:

- Dificultad para conservar elementos culturales ancestrales.
- Penetración de los souvenirs y productos manufacturados que se ofrecen bajo el título de artesanías.
- Altos costos de la materia prima y falta de capital para proveerse de insumos.
- Presencia del intermediarismo.
- Exigencias del mercado por imponer diseños ajenos a las tradiciones y al contexto artesanal local.

El artesanado en Huamantla tiene que hacer frente a los costos de los insumos para seguir produciendo. La mayoría trabaja con recursos propios; algunos han recurrido a los programas de apoyo que brindan las estancias de gobierno (El Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías, Dependencias de Desarrollo Económico, Cultura y/o Turismo, Casas de la Cultura); hay productores que colectivamente han podido acceder a créditos ofrecidos por instituciones bancarias, y una minoría ha logrado recibir apoyos de organismos internacionales (Zapata, 2007).

Otro de los problemas del sector artesanal es el intermediarismo; aprovechando la falta de canales de distribución; comerciantes se apropian de una parte del valor que generan la venta de artesanías, dejando a productores con una ganancia muy pequeña. En el sector artesanal es muy común que las unidades productivas transfieran el valor de su trabajo a los llamados *coyotes*.



> LEONARDO CONTRERAS MARISCAL





En los eventos en Huamantla la disputa por los espacios para la promoción y la venta artesanal es una constante; las relaciones con el ayuntamiento es una determinante para acceder o no a los espacios. Lo importante es la imagen que se ofrece al visitante, se pretende homogeneizar el perfil de los comercios por el bien del turismo y del Pueblo Mágico (ver Imagen 1).

El sector artesanal resulta ser reserva de mano de obra y sus prácticas domésticas reproducen con costo cero la fuerza de trabajo que el capital utiliza estacionalmente en la agricultura, la ganadería o en la agroindustria. La artesanía se ha posicionado como un pilar que permite el desarrollo del turismo; se ha orientado a las necesidades del mercado; y en un mundo en pandemia; Facebook, Twitter o Instagram han permitido promocionar y vender sus productos.

**Una diversidad de artesanos en el Pueblo Mágico de Huamantla**

Pese a las dificultades en su quehacer, el sector artesanal en Huamantla se desarrolla a partir de diferentes actividades (ver Imagen 2):

- En la calle de Abasolo Poniente 114 destaca una panadería atendida por la familia Martínez. Los hermanos Fernando y Armando son los pioneros en elaborar muéganos, la tradición se remonta aproximadamente a 120 años; para estas personas confeccionar estos dulces es un orgullo pues permite el sustento económico y social familiar. Los Martínez (2022, entrevista) cuentan que: (...) *“No hay fecha exacta que precise el inicio de la tradición de los muéganos, pero que se elaboraban desde los tiempos de la Revolución Mexicana; por ser Huamantla un lugar de paso entre Veracruz y la CDMX; en la estación del ferrocarril vendían los muéganos a los viajeros acompañados de nieve de limón.”*

- Con el propósito de preservar la riqueza gastronómica de Huamantla, cada año se lleva a cabo el *Festival del Muégano*. La familia Martínez (2022, entrevista) precisa que este evento se realiza durante la cuaresma (...) inicia el Miércoles de Ceniza. Posteriormente, durante los viernes después del Viacrucis, afuera de los templos se venden muéganos y antojitos huamantlecos. Los Martínez a partir de un taller comparten a turistas la manera en que trabajan; utilizan las redes sociales y lo moderno para promocionar lo tradicional.



Imagen 1: El Festival del Muégano en Huamantla, 2018. Fuente: abctlax.com



Imagen 2: Artesanías huamantlecas. Fuente: Elaboración propia, 2022

- Cada fin de semana artesanos se reúnen en el Parque Juárez para ofrecer sus productos. A través de colores, texturas y formas conquistan a turistas con sus pinturas relacionadas con la tauromaquia, la vida campirana, las flores o los paisajes; los señores Hugo Robles Hernández, Ignacio Espinoza Cárdenas, Romarico Vieyra exhiben sus trabajos en óleo, acuarela y lápiz principalmente.
- Productores de dalias han incorporado la actividad turística a su cotidianidad; han construido estrategias para encontrarse con los visitantes durante los meses de julio y agosto; en sus coloridos campos comparten su trabajo a partir del paisaje, la conversación, la gastronomía y la venta de bulbos y/o plantas.
- En una de las casetas que se colocan los fines de semana en el Parque Juárez destaca el arte en miniatura de la familia Andrade; sus muñecas, los trastes, las casas, las cocinas y toda una serie de figuras son elaboradas con una pasta de maíz que hacen alusión al juguete tradicional.
- Don José Luis Ramírez Macías destaca por sus artesanías y por los matachines<sup>1</sup>; este señor asegura que *“dedicarse a este oficio es gratificante; nací artesano, desde que era pequeño hacia mis juguetes con lo que tenía y así fui desarrollando esa capacidad hasta llegar a lo que hago hoy en día”* (Ramírez, 2018, entrevista).

- Las artesanías que elabora don Antonio Ortega Grande con fibra del nopal, semillas (capulines, melón, café, aguacate, girasol) y madera son representativas de Huamantla; a través de lámparas, aretes, collares, marcos, tarros y joyeros se refleja la riqueza de la identidad de este lugar.
- El señor Cantero Altamirano Hernández, ofrece en el Parque Juárez

metates, metlapiques, molcajetes, tejolotes. Este comerciante platica que: *“el trabajo con la piedra es una actividad de la que se puede vivir, pero se necesitan apoyos para comercializar y promocionar sus productos”* (Altamirano, 2018, entrevista).

- Felipe Hernández Quiroz de *“Titerear-te Marionetas Gerónimo”* confecciona títeres de diferentes tamaños y materiales que utiliza para sus espectáculos o que le encargan sus clientes; con ayuda de su esposa diseñan y producen las vestimentas de sus personajes. La compañía familiar *“La Bruja”* mantiene viva la tradición de los títeres; con dedicación y pasión han entregado su vida a esta actividad. El grupo de títeres llamado *“Machincuepa”*, dirigido por la maestra Rocío Pérez ofrece funciones para todo tipo de eventos y/o también brinda a sus clientes talleres para la elaboración de títeres. Las compañías titiriteras trabajan arduamente para continuar la tradición en un mundo tan ansioso de novedad, superficialidad y consumismo.
- El señor Juan José Palacios Menéndez (2022, entrevista) diseña, elabora y vende figuras decorativas relacionadas con la cultura taurina; este artesano ha tenido que desarrollar nuevas formas de producir (materiales, técnicas) y de comercializar sus productos, una de sus prioridades es satisfacer las necesidades de sus clientes y para ello estar vigente es un requisito.

En Huamantla familias enteras han adoptado *la artesanía* como una alternativa económica. Se presentan como productores de muéganos, titiriteros, floricultores; pintores y/o artistas varios; desde la manera en que se adaptan a la actividad turística pareciera ser que transforman sus prácticas productivas, pero en el trasfondo social, lo que hacen es una manera de enfrentar al capital con los mecanismos que tienen en la mano.

**REFERENCIAS**

- Altamirano, H., C. (2018). Entrevista. Productor y vendedor de metates y artículos de piedra. 21 de marzo. Huamantla, Tlaxcala, México.
- Familia Martínez, (2022). Entrevista. Productores de muéganos, 4 de mayo, Huamantla, Tlaxcala, México.
- Figueroa, R., & Martínez, A. (2015). Pueblos Mágicos: La política mexicana de turismo cultural, conjunción de iniciativas para el desarrollo de la identidad nacional. Pueblos Mágicos: discursos y realidades. Una mirada desde las políticas públicas y la gobernanza, 135-170.
- <https://abctlax.com/sin-incidentes-se-disfruto-de-los-viernes-de-mueganos-reporta-la-direccion-de-seguridad-publica-de-huamantla/>
- Marín, G., G. (2015). Sin tierras no hay paraíso. Turismo, organizaciones agrarias y despojo territorial: una introducción pp. 5-38; en Marín G (coordinador), Sin tierras no hay paraíso. Turismo, organizaciones agrarias y apropiación territorial en México recuperado en [http://www.pasosonline.org/Publicados/pasosedita/PSEdita15\\_Opti.pdf](http://www.pasosonline.org/Publicados/pasosedita/PSEdita15_Opti.pdf).
- Palacios, M., J., J. (2022). Entrevista. Productor de artesanías relacionadas con el arte taurino, 7 de abril. Huamantla, Tlaxcala, México.
- Ramírez M. J., L. (2018). Entrevista. Productor de artesanías, 20 de abril. Huamantla, Tlaxcala, México.
- Sandoval C, R. (2013). El taller domestico productivo: elemento cultural y estrategia de sobrevivencia en la región purépecha. Ra Ximhai, 9(2), pp. 127-144.
- Urry, J., (2002). El turismo y el ojo fotográfico, en Culturas itinerantes, pp. 186-205. Routledge.
- Zapata, M. E. y Suárez, B. (2007). Las artesanías, sus quehaceres en la organización y en el trabajo. Ra Ximhai. Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable, pp. 591-620.

<sup>1</sup> Personajes de una danza huamantleca que representan una virtud, un vicio o característica de la humanidad, el señor José Luis Ramírez tradicionalmente elabora al diablo (maldad), un niño (inocencia, un indígena (adulto), una cotorra (rumor), un lagarto (sigilo), cerdo (gula), un gato (compañía), un payaso (risa) y una bruja (miedo)

Escucha

efekto10

NOTICIAS



A TRAVÉS DE:

efekto10

Ke Buena 89.7 fm

DE 6 A 9 DE LA MAÑANA

# APARTADO MEX

LA ESENCIA DE LA VERDAD



**SIGUÉNNOS EN REDES**

**@APARTADOMEX**





Somos **referente**  
**en educación**



Secretaría  
de Educación

con más de **300**  
**universidades**

y planes académicos de

**excelencia**

**#PueblaAcelera**



Gobierno de Puebla



Un gobierno **presente**