

Revista

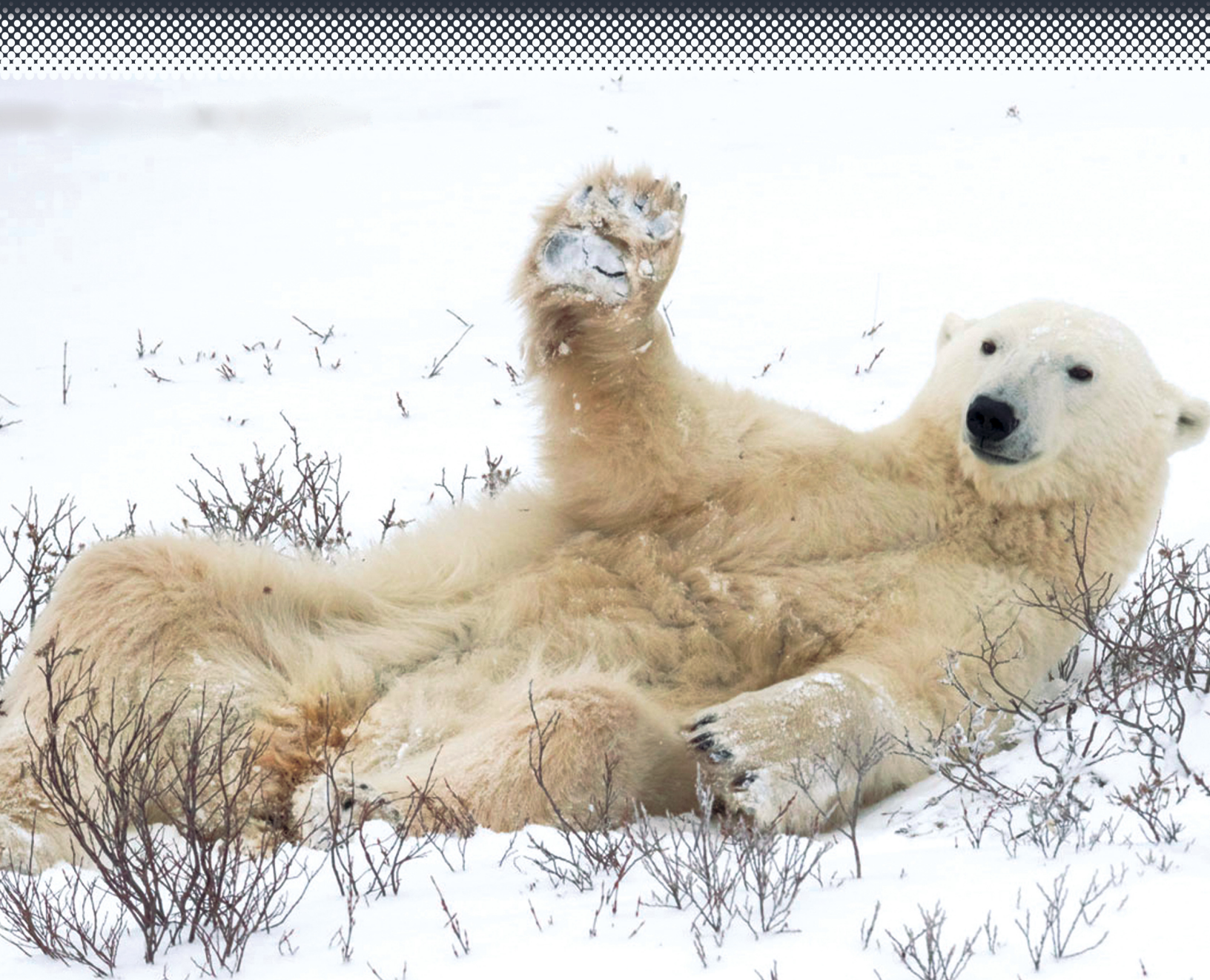
ISSN: 2395-9436

# Milenaria, Ciencia y arte

100 años

UNIVERSIDAD MICHOACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
*Cuna de héroes, crisol de pensadores*

Órgano de divulgación de la Escuela de Enfermería y Salud Pública



*Año 8 No. 13 julio - diciembre 2018*



## A manera de editorial

Saludamos con nuestra portada, a nuestros lectores que pacientemente han esperado la llegada de nuestro número 13, las vicisitudes económicas de nuestra Casa de Estudios nos han retrasado un poco, pero aquí estamos, gracias al empuje de destacados autores que han tenido una gran confianza por esta humilde aventura editorial.

En esta treceava entrega, *Milenaria* revisa novedosos hallazgos, para explicarnos que la respuesta inmune *innata* de los mamíferos tiene memoria y es más específica de lo que creíamos. Para mostrarnos cómo algunos virus modificados podrán suplantar a los antibióticos en contra de las infecciones, contarnos cómo los perfiles genéticos nos ayudan a resolver algunos crímenes e incluso explicarnos el envejecimiento en términos de la física termodinámica.

Nos llama a crear conciencia sobre la donación de órganos, la obesidad infantil, de cómo el estrés modifica el desarrollo del cerebro poniendo como ejemplo el caso de las tortugas marinas; de los efectos del calentamiento global en los santuarios de la mariposa monarca, o de bacterias de plantas que pueden contaminar nuestros alimentos.

Nos alienta al indicarnos que podemos cambiar los paradigmas del desarrollo, conciliando las necesidades sociales con la sustentabilidad ambiental, que los conflictos pueden disminuir trabajando en la enseñanza de la mediación como cultura para la paz y que aunque lentamente, vamos disminuyendo la discriminación al reconocer la igualdad con una mayor participación de las mujeres en distintos ámbitos como puede ser el deportivo.

Pero también nos relaja al invitarnos a realizar actividades acuáticas, al introducirnos en nocturnos pensamientos para disfrutar nuestros caminos con nuestras *aspirinas para el alma* y al reírnos de las cosas cotidianas con el fino humor de *dibujando los días*.

*Milenaria* 13, también presume el edificio nuevo de nuestra escuela, que junto con su inclusión en programas de posgrado, nos encamina a ser pronto una Facultad.

Esperamos que este número sea de su agrado...

DIRECTORA:

ADRIANA CALDERÓN GUILLÉN

DIRECTORA FUNDADORA:

MA. TERESA MALDONADO GUIZA

EDITOR:

LUIS FERNANDO ORTEGA VARELA

COMITÉ EDITORIAL:

AMALIA ÁVILA SILVA,  
GABRIELA BARRAGÁN CAMPOS,  
ERICKA GONZÁLEZ CANCINO,  
MA. TERESA MALDONADO GUIZA,  
MIGUEL ÁNGEL PRADO BOCANEGRA,  
HÉCTOR AARÓN RÍOS MENDOZA,  
ÁLVARO RODRÍGUEZ BARRÓN,  
LUIS MIGUEL VÁZQUEZ RANGEL.

DIAGRAMACIÓN Y DISEÑO:

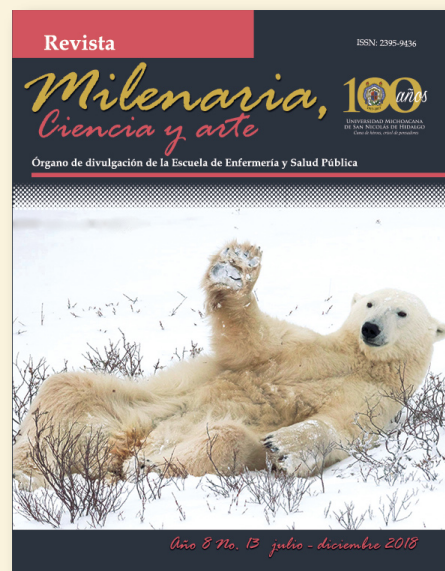
JESÚS MORALES PÉREZ / JOSÉ ANTONIO HUERTA ESPINO

**MILENARIA, CIENCIA Y ARTE**, año 8, no. 13. julio-diciembre de 2018, es una revista semestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, a través de la Escuela de Enfermería y Salud Pública, Gertrudis Bocanegra 330 Col. Cuauhtémoc, C.P.58020, Morelia, Michoacán, México, Tels. (443) 3122490 y 3137698. <http://www.milenaria.umich.mx/> Editor responsable: Luis Fernando Ortega Varela. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del título: 04-2016-022913480800-203, ISSN: 2395-9436 ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Todos los artículos publicados han sido sometidos a un arbitraje doble ciego por parte de al menos dos académicos.

El contenido de los trabajos es responsabilidad de sus respectivos autores, por lo que no refleja necesariamente el punto de vista de nuestra Casa de Estudios.

La revista *Milenaria, Ciencia y Arte* es una aventura editorial de todos, por eso te invitamos a que nos hagas llegar tus comentarios a: [milenariaumsnh@gmail.com](mailto:milenariaumsnh@gmail.com), expresa tus opiniones e intereses para hacer más viva esta publicación. Esta revista puede ser reproducida con fines no lucrativos, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica. De otra forma requiere permiso previo por escrito de la institución y del autor.



## Nuestra portada

Saludos desde Canadá. Fotografía de Simon Gee

**The Comedy Wildlife Photography Awards**, Es un concurso Ingenioso que resalta la importancia de la vida silvestre en forma divertida. Ha tenido un gran éxito desde su aparición en el 2015, la fuerza de las imágenes seleccionadas lo han convertido en un referente de la conservación de la naturaleza.

[https://www.comedywildlifephotography.com/gallery/2018\\_finalists.php/](https://www.comedywildlifephotography.com/gallery/2018_finalists.php/)

RECORDANDO AL ENEMIGO PARA ELIMINARLO

# Inmunidad innata entrenada

Marisol Báez Magaña<sup>1</sup>, Rafael Salgado Garciglia<sup>2</sup>  
y Joel Edmundo López Meza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, <sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, UMSNH. Morelia, Michoacán, México.  
Contacto: rsalgadogarciglia@gmail.com

**RESUMEN:** Todos los seres vivos poseen mecanismos que les permiten defenderse de sus enemigos, de los efectos del ambiente y en general de sustancias que les causan algún tipo de daño o estrés, es decir, tienen la capacidad de discriminar lo propio de lo extraño. A estos mecanismos en su conjunto se les conoce como el sistema inmune. Este sistema es capaz de activar dos tipos de respuestas: la respuesta inmune innata y la respuesta inmune adaptativa. La primera respuesta (sistema inmune innato) está presente en la mayoría de los organismos y constituye la primera barrera de defensa. La adaptativa (sistema inmune adaptativo) se presenta en los vertebrados, como un mecanismo de defensa complementario al sistema inmune innato, considerado más específico. Recientemente, se ha propuesto el término de “inmunidad innata entrenada” para describir que las células en mamíferos del sistema inmune innato también tienen memoria, el que puede ser entrenado para “recordar al enemigo” y eliminarlo. El objetivo de este artículo es abordar el cambio de paradigma de la inmunidad innata y los recientes hallazgos que apuntan a la demostración de una memoria inmune innata y su especificidad.

**Palabras clave:** Agentes infecciosos, defensa, epigenética, inmunidad.

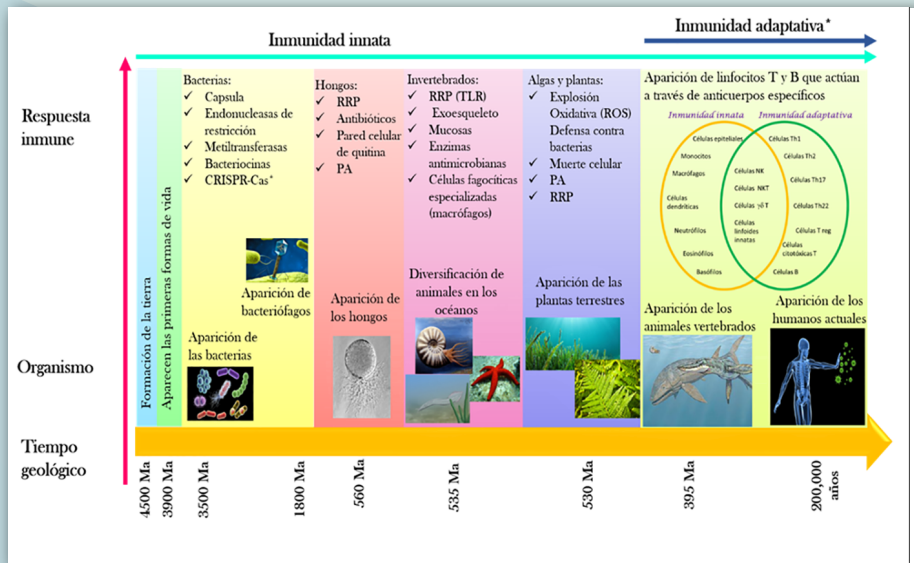
## Diferencias entre la respuesta inmune innata y la respuesta inmune adaptativa

Hasta hace poco tiempo los inmunólogos consideraban que la respuesta inmune innata era una respuesta sencilla, rápida e inespecífica, carente de memoria y constituida principalmente por barreras físicas, químicas. Sin embargo, con las investigaciones se ha demostrado que es una respuesta compleja. En las plantas estas barreras comprenden la presencia de capas de cera, paredes celulares rígidas, enzimas antimicrobianas y metabolitos secundarios. En los animales las barreras son variadas, como las conchas de los moluscos, el exoesqueleto de los crustáceos e insectos, la piel, las mucosas, las enzimas antimicrobianas y la participación de células especializadas como los macrófagos o sus equivalentes, cuya función es eliminar al agente causante del daño y regresar al organismo a la normalidad lo más pronto posible.

El sistema inmune adaptativo de los animales es más complejo, ya que ayuda a construir una respuesta inmunológica adaptativa contra los “enemigos” a los que previamente se ha enfrentado, un mecanismo desarrollado

*Milenaria, Ciencia y Arte* 3

A manera de editorial . . . . .	2
Inmunidad innata entrenada . . . . .	3
Marisol Báez Magaña, Rafael Salgado Garciglia y Joel Edmundo López Meza	
Bacteriófagos en lugar de antibióticos . . . . .	6
María José Martínez Gallardo	
Pruebas forenses moleculares: del ADN a la identidad de la persona . . . . .	12
Miguel Contreras-Pérez y Gustavo Santoyo-Pizano	
Una mirada al envejecimiento de los seres humanos a través de la termodinámica . . . . .	12
Rafael Francisco Márquez Caballé y Jorge Antonio Montemayor Aldrete	
Donación de órganos; una predilección cívica . . . . .	14
Cynthia Jazmín Gonzáles Murillo, Perla Jacaranda De Dienheim Barriguete	
Obesidad infantil en México, un desafío de Salud Pública	
Candy Ramírez-Hernández; Dallely Aguilar-Méndez y Magdalena Lozano-Zúñiga	
Estrés, neurogénesis y tortugas marinas . . . . .	19
Nancy Marisol Unda Díaz y Alma Lilia Fuentes Farías	
Migración de la mariposa monarca amenazada por el cambio climático . . . . .	22
Nancy Izquierdo-Calderón, Cuauhtémoc Sáenz-Romero y Eligio García-Serrano	
Bacterias endófitas de plantas y su posible repercusión en la salud humana . . . . .	25
Daniel Rojas-Solis y Gustavo Santoyo Pizano	
Paradigmas ambientales del desarrollo y la sustentabilidad . . . . .	28
Dante Ariel Ayala Ortiz	
La enseñanza de la mediación en los niños como forma de resolución pacífica de conflictos . . . . .	31
Wendy Reyes Vargas y María Elena Pineda Solorio	
Lo que se desconoce sobre la participación deportiva de las mujeres y la importancia de creer en sus propias capacidades . . . . .	33
Miriam Martínez Fuentes y María Elena Rivera Heredia	
Actividades acuáticas como herramienta para el bienestar y la salud . . . . .	36
Jaqueline Pisano Báez, Liliana Gómez Pizano, y Blanca Estela Juárez Muñoz	
Una dosis de risa: el clown de hospital . . . . .	39
Daniel Valdovinos Fernández y Claudia Cervantes Durán	
Dibujando los días . . . . .	41
Aspirinas para el alma . . . . .	42



**Figura 1. Pistas de la respuesta inmune innata durante la evolución.** Desde la aparición de las primeras formas de vida, se desarrollaron mecanismos de defensa que les permitieron defenderse de otros organismos y de las condiciones ambientales. Esta evolución continua dio paso a lo que actualmente conocemos como sistema inmune innato y adaptativo, cuya función principal es reconocer lo propio de lo extraño y regresar la homeostasis del organismo. CRISPR-Cas\* es un tipo de sistema inmune adquirido de las bacterias, receptores de reconocimiento de patrones (RRP), péptidos antimicrobianos (PA), receptores tipo Toll (TLR), especies reactivas de oxígeno (ROS), células asesinas naturales (células NK), células NKT (células que pertenecen al tipo NK y a los linfocitos T), células Th (linfocitos T helper), células T reg (linfocitos T reguladores) y células B (linfocitos B).

que “los recuerda” mediante un reconocimiento que realizan los linfocitos, células especializadas procedentes de la médula ósea. Este mecanismo se presenta a través de la generación de anticuerpos, también denominadas inmunoglobulinas, que produce el sistema inmunitario de un organismo cuando detecta microorganismos patógenos (bacterias, hongos o virus) o elementos extraños como los antígenos producidos en ciertas enfermedades (Figura 1).

### Recordar al enemigo para eliminarlo

La respuesta inmune innata es vital para la supervivencia de un organismo, ya que si éste tiene un encuentro con un enemigo (ej. microorganismo) y no logra montar una respuesta adecuada, puede morir. Por ello, una de las estrategias para combatirlo es reconocerlo lo más rápido posible, y si ya se tuvo un encuentro previo, la mejor estrategia es almacenar información que permita recordarlo y así deshacerse de él, de manera más eficiente en un encuentro futuro. Por mucho tiempo se consideró que el sistema inmune innato no presentaba memoria, pero en la última década se ha demostrado que las células de este sistema guardan

información de enfrentamientos con “enemigos”, permitiéndoles montar una respuesta inmune más eficiente. Lo anterior establece que un organismo que presente solo la respuesta inmune innata, también puede desarrollar el mecanismo de “recordar al enemigo” para eliminarlo.

Si nos enfocamos en animales, ya sea que presenten ambas respuestas del sistema inmune, el sistema inmune innato presenta una serie de receptores en la membrana celular conocidos como receptores tipo Toll o TLRs (del inglés Toll-like receptor). Estos receptores, descritos por primera vez en la mosca de la fruta, son una especie de antena que se encuentra monitoreando constantemente el ambiente circundante. Cuando se detecta una señal de daño, inmediatamente desencadenan señales de alarma, que conducen a la producción de un arsenal de moléculas como los péptidos antimicrobianos (una especie de antibióticos), especies reactivas de oxígeno (ej. iones de oxígeno, radicales libres y peróxidos) y de nitrógeno (ej. óxido nítrico y el peroxinitrito), proteínas pro- y anti- inflamatorias como las citocinas y quimiocinas, entre

otras, cuya función es eliminar al agente invasor. Los TLRs, que en humanos se han descrito hasta once, funcionan detectando moléculas que contienen los patógenos conocidos como patrones moleculares asociados a patógenos o microbios (PAMPs o MAMPs).

Supongamos que el enemigo es *Escherichia coli*, una bacteria que en su pared celular contiene lipopolisacárido (LPS). El LPS es un tipo de PAMP presente en bacterias Gram negativas que es reconocido por el receptor TLR4 de humanos. La detección de LPS por el TLR4 permite que la célula establezca una respuesta inmune innata adecuada que puede conducir a la eliminación del patógeno. Con este mecanismo, nuestro organismo detecta a la bacteria y la elimina.

Una gran ventaja de los receptores TLR es que pueden discernir entre diferentes patógenos por el reconocimiento de los diferentes PAMPs. Así, la célula responde de manera adecuada para cada uno; pero también, las células del sistema inmune innato pueden reconocer pequeñas variaciones químicas en algún PAMP que les permiten diferenciar entre bacterias que pertenecen al mismo grupo. Por ejemplo, el LPS de *E. coli* está también presente en las bacterias patógenas Gram negativas *Salmonella*, *Shigella* y *Helicobacter*, pero las células pueden reconocer a cada una, debido a diferencias químicas del LPS como el tamaño de la cadena del ácido graso, la cantidad de ácidos grasos y el orden en que éstos se encuentran acomodados en la molécula confiriéndole al sistema inmune innato cierto nivel de especificidad. Las células del sistema inmune innato también tienen la capacidad de diferenciar a un microorganismo patógeno de uno benéfico, es decir, diferencia a “los amigos” de “los enemigos” y mayormente ataca a estos últimos para eliminarlos.

### Entrenamiento del sistema inmune innato para atacar al enemigo

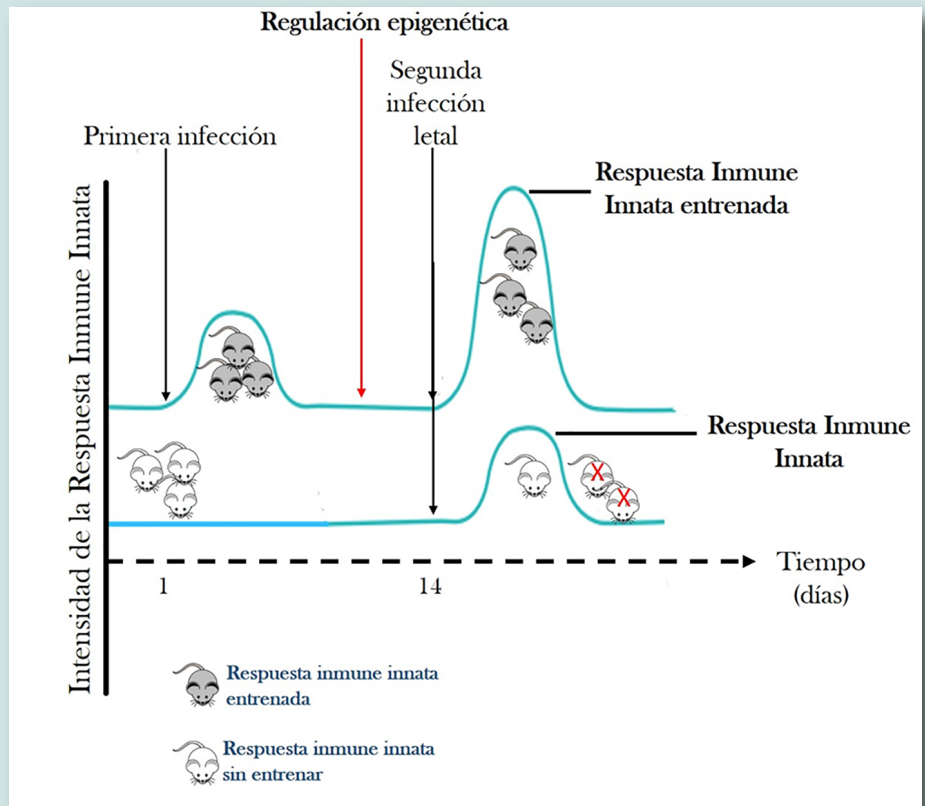
Un grupo de científicos liderados por el Dr. Mihai Netea de la Universidad Nijmegen (en Holanda)



propuso el término de “inmunidad innata entrenada” para describir que las células del sistema inmune innato de mamíferos tienen memoria. Con sus investigaciones demostraron que el sistema inmune innato de los mamíferos puede ser entrenado para “recordar al enemigo” y eliminarlo. Para esto, los autores estudiaron a un grupo de ratones a los que se les bloqueó la respuesta inmune adaptativa y se enfrentaron en el día 1 a una infección baja de la levadura *Candida albicans*. Posteriormente (7 días después), los ratones se enfrentaron a una infección letal. Los ratones que recibieron la dosis baja de levadura mostraron una tasa de supervivencia mayor que el grupo de ratones con la respuesta inmune adaptativa bloqueada tratados con solo una infección letal de la misma levadura. Lo anterior fue atribuido al entrenamiento que les confirió el primer reto al patógeno en los ratones sin respuesta inmune adaptativa (Figura 2), los que además presentaron un incremento en la producción de citocinas en los monocitos (precursores de los macrófagos).

A nivel molecular observaron que este entrenamiento de la inmunidad innata puede ser atribuido a la epigenética. La epigenética tiene que ver con los cambios químicos que ocurren sobre las histonas sin alterar la secuencia del ADN y que determinan la expresión de ciertos genes que reflejan cambios en el fenotipo (la manifestación visible de la expresión de los genes), en este caso el reconocimiento de un “enemigo”.

Los avances en la epigenética han permitido entender el mecanismo de la respuesta de la inmunidad innata entrenada. Cuando una célula del sistema inmune innato está en contacto con un patógeno se producen una gran cantidad de cambios dentro de la célula, entre ellos los cambios epigenéticos que ocurren en los ARN no codificantes, isla de metilación de ADN y las histonas localizadas en regiones del ADN donde se encuentran los genes de la respuesta inmune innata. Una vez que pasa el proceso infeccioso, estos



**Figura 2. Inmunidad innata entrenada.** Durante un segundo evento de infección, la respuesta inmune innata ofrece una mejor respuesta, aumentando la supervivencia de los organismos, este entrenamiento es debido a los diferentes niveles de regulación epigenética que se mantienen durante largos periodos de tiempo, aunque el estímulo no esté presente (modificado de Netea *et al.*, 2016).

cambios se mantienen, permitiendo que las células estén en un estado de alerta para atacar al patógeno invasor. Es por eso que en una segunda infección, las células con memoria reconocen al enemigo y responden de manera eficaz. Ahora se sabe que estos cambios pueden heredarse de una célula madre del sistema inmune innato a su hija, manteniendo estas modificaciones durante meses. Estos avances han permitido romper el dogma de la inmunidad innata, demostrando que ésta puede “recordar al enemigo” para eliminarlo (Figura 2).

La respuesta inmune innata entrenada es una respuesta muy compleja en la que aún falta una gran cantidad de preguntas por responder y mecanismos por descubrir. Las investigaciones en esta área podrían permitir desarrollar nuevas terapias no solo contra agentes infecciosos con el uso de antibióticos, sino además para poder entender la naturaleza de enfermedades crónicas como la inflamación crónica e inclusive el cáncer.

#### Referencias

- Buchmann, K. (2014). Evolution of innate immunity: Clues from invertebrates via fish to mammals. *Front Immunol.*, 5:1-8.
- Kurtz, J. (2005). Specific memory within innate immune systems. *Trends Immunol.*, 26(4):186-92.
- Netea, M.G. (2013). Training innate immunity: The changing concept of immunological memory in innate host defence. *Eur. J. Clin. Invest.*, 43(8):881-884.
- Netea, M.G., Joosten, L.A.B., Latz, E., Mills, K.H.G., Natoli, G., Stunnenberg, H.G., O'Neill, L.A. y Xavier, R.J. (2016). Trained immunity: A program of innate immune memory in health and disease. *Science*, 352(6284):aaf1098-aaf1098.
- Saeed, S., Quintin, J., Kerstens, H.H.D., Rao, N.A., Matarese, F., Cheng, S.C., Ratter, J., Berentsen, K., van der Ent, M.A., Sharifi, N., Janssen-Megens, E.M., Ter Huurne, M., Mandoli, A., van Schaik, T., Ng, A., Burden, F., Downes, K., Frontini, M., Kumar, V., Giamarellos-Bourboulis, E.J., Ouwehand, W.H., van der Meer, J.W., Joosten, L.A., Wijkema, C., Martens, J.H., Xavier, R.J., Logie, C., Netea, M.G., Stunnenberg, H.G. (2014). Epigenetic programming during monocyte to macrophage differentiation and trained innate immunity. *Science*, 345(6204):1-26.
- Takeda, K. y Akira, S. (2004). TLR signaling pathways. *Semin. Immunol.*, 16(1):3-9.

## ¿Bacteriófagos en lugar de antibióticos?

La historia del descubrimiento de medicamentos antimicrobianos incluye más de 15 clases de compuestos que se convirtieron en una pieza clave en el control de infecciones microbianas y, sin lugar a dudas, han salvado muchas vidas. De hecho, se han convertido en una de las formas más exitosas de terapia en medicina clínica. Sin embargo, este éxito se ve comprometido por la aparición y diseminación de resistencia a los antimicrobianos, en parte debido al uso generalizado (excesivo) de estos compuestos en la medicina clínica y veterinaria y la agricultura, limitando la eficacia de los antibióticos en el control y manejo de enfermedades infecciosas (Sybesma et al., 2018).

El alcance del problema de la resistencia a los antimicrobianos en términos de aumento de las tasas de morbilidad y mortalidad, así como los elevados costos de atención médica, ha llamado la atención del público por varias agencias nacionales e internacionales de protección de la salud, incluidos los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia Europea de Medicamentos (EMA). La OMS invita a los socios internacionales, regionales y nacionales a implementar las acciones necesarias para contribuir al logro de los cinco objetivos del plan de acción global sobre resistencia a los antimicrobianos. Si no se toman medidas inmediatas, el número estimado de muertes debido a la resistencia antimicrobiana alcanzará los millones para el año 2050, se espera que el costo para la economía mundial aumente a \$100 trillones, y se espera que la cantidad de personas que viven en la pobreza extrema incremente (Sybesma et al., 2018).

Para combatir este problema, se ha propuesto como una alternativa el uso de bacteriófagos (fagos), los cuales son la entidad biológica más abundante en la biósfera con un número estimado de  $10^{31}$ , ya que se estima que el número total de células procarióticas es de alrededor de  $10^{30}$  en la biósfera y se cree que los fagos son al menos 10 veces mayores que este valor. Los fagos son virus que infectan

# Bacteriófagos en lugar de antibióticos

María José Martínez Gallardo

Laboratorio de Biología Molecular y Genómica Funcional  
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) Unidad Culiacán, Culiacán, Sinaloa, México  
Contacto: maria.martinez17@estudiantes.ciad.mx

**Resumen:** Los medicamentos antimicrobianos incluyen más de 15 clases de compuestos que se convirtieron en pieza clave en el control de infecciones microbianas y, sin lugar a dudas, han salvado muchas vidas. Sin embargo, este éxito se ve comprometido por la aparición y diseminación de resistencia a los antimicrobianos. La OMS invita a implementar las acciones necesarias para contribuir al logro de los cinco objetivos del plan de acción global sobre resistencia a los antimicrobianos. Para combatir este problema, se ha propuesto como alternativa el uso de bacteriófagos (fagos), que son virus que infectan bacterias alterando el metabolismo de sus huéspedes bacterianos con el fin de replicarse. La terapia con fagos tiene ventajas que la hacen atractiva a los antibióticos. Los bacteriófagos son específicos para sus huéspedes, a diferencia de los antibióticos, que tienen un espectro más amplio y es probable que causen efectos secundarios. Como los fagos solo infectan las células bacterianas y no tienen efecto sobre las células de los mamíferos, no existe riesgo de toxicidad para el huésped. Además, los fagos son prevalentes en la naturaleza, lo que hace que el aislamiento sea un proceso relativamente rápido. El uso de esta alternativa no es una apuesta arriesgada ya que ha sido empleada con éxito en diversos trabajos de investigación, por tanto podría ayudar a combatir el problema actual de la resistencia a antibióticos.

**Palabras clave:** antimicrobianos, bacteriófagos, terapia con fagos

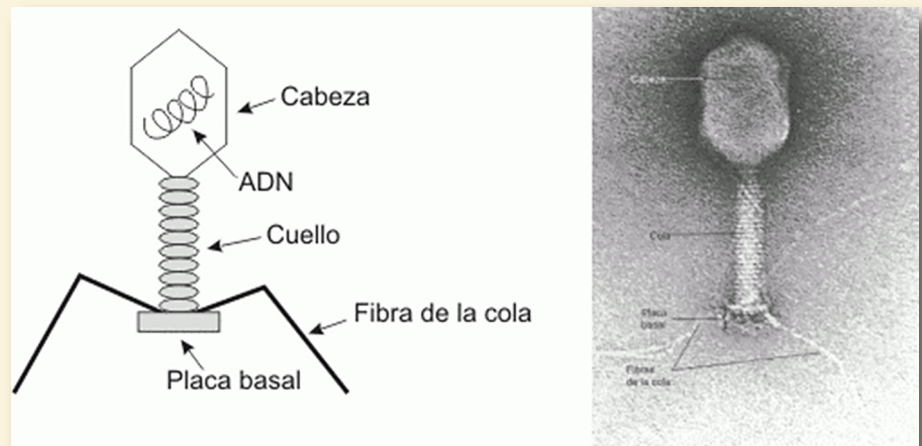


Figura 1. Partes de un bacteriófago: esquema y micrografía. <http://fdetonline.com/de-la-fagoterapia-a-los-antibioticos-y-viceversa/>

bacterias alterando el metabolismo de sus huéspedes bacterianos con el fin de replicarse (Buttimer et al., 2017).

El descubrimiento de los bacteriófagos se atribuye a Frederick Twort y Felix d'Herelle. Hallazgos similares de agentes antibacterianos que insinuaron la existencia de fagos se habían realizado antes que los de Twort y d'Herelle. Sin embargo, fueron los primeros en sugerir este fenómeno como de origen viral. El potencial de los fagos como agentes antibacterianos fue

rápidamente reconocido, con D'Herelle en 1919 demostrando la capacidad de sus preparaciones de fagos para tratar pacientes con disentería en el Hôpital des Enfants-Malades en París. Después de este trabajo, se hicieron muchos estudios e intentos iniciales para usar fagos para tratar infecciones estafilocócicas, cólera y placa bubónica, así como enfermedades causadas por alimentos en humanos (Cuadro 1). También se iniciaron estudios con el objetivo de utilizar fagos para controlar las enfermedades de plantas y animales (Buttimer et al., 2017).



**Tabla 1.** Historia de los estudios de terapia de fagos (El-Shibiny y El-Sahhar, 2017).

Referencia	Año	País	Patógeno	Enfermedad	Descripción
D'Hérelle	1919	Francia	<i>Shigella</i>	Disentería bacteriana	Tratamiento de niños con disentería grave utilizando fagos previamente aislados
Tsulukidze	1936	Georgia	<i>Salmonella Typhi</i>	Peritonitis causada por perforaciones intestinales en la fiebre tifoidea	La mortalidad se redujo de 85% a 20-35%
Sakandelidze y Meipariani	1974	Rusia	<i>Proteus, Staphylococcus y Streptococcus</i>	Peritonitis, osteomielitis, abscesos pulmonares e infecciones posquirúrgicas	Administración subcutánea de fagos a través de heridas quirúrgicas en 236 pacientes resistentes a antibióticos con una tasa de éxito del 92%
Cislo et al.	1987	Polonia	<i>E. coli, Klebsiella, Proteus, Pseudomonas y Staphylococcus</i>	Infecciones cutáneas supurativas	Se observó una tasa de éxito del 74% en 31 pacientes con úlceras cutáneas infectadas crónicamente tras la administración del fago
Stroj et al.	1999	Polonia	<i>K. pneumoniae</i>	Meningitis cerebroespinal	La administración oral de una preparación de fago eliminó con éxito las bacterias del fluido cerebroespinal en un recién nacido
Fadlallah et al.	2015	Francia	<i>S. aureus</i>	Absceso corneal ocular y queratitis intersticial	Gotas para los ojos del bacteriófago con resultados exitosos después de 6 meses
Zhvania et al.	2017	República de Georgia	Staphylococci	Síndrome Netherton	Tratamiento exitoso de las manifestaciones del síndrome de Netherton

Cada partícula fágica (virión) contiene un genoma de ácido nucleico (ADN o ARN) dentro de una envoltura proteica o lipoproteica, denominada cápside (Summers, 2005). Estructuralmente los bacteriófagos consisten, principalmente de tres partes: cabeza, tallo y fibras del tallo. La cabeza encapsula el ácido nucleico. El tallo o cuello es una estructura tubular por la cual el ácido nucleico pasa para la inyección del material genético y las fibras del tallo permiten al fago acoplarse a la membrana bacteriana (Figura 1) (Patel et al., 2015).

De acuerdo con la clasificación taxonómica propuesta por el Comité

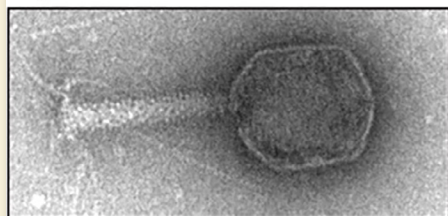
Internacional de Taxonomía de Virus, se establecieron siete órdenes: *Caudovirales* (3 familias), *Herpesvirales* (3 familias), *Legamenvirales* (3 familias), *Mononegavirales* (3 familias), *Nidovirales* (3 familias), *Picornavirales* (3 familias) y *Tymovirales* (3 familias). Setenta y ocho familias de virus no pudieron ser asignadas a estos órdenes (Doffkay et al., 2015).

De los fagos que se han identificado, la mayoría pertenece a los fagos de cola; y estos forman el orden taxonómico: *Caudovirales*. Estos fagos poseen cabezas icosaédricas que contienen genomas compuestos de ADN bicatenario. El orden *Caudovirales* está compuesto por tres

familias de fagos; *Myoviridae* que tienen colas contráctiles rígidas, *Podoviridae* con colas cortas, no contráctiles y *Siphoviridae* con colas flexibles largas. Los fagos que pertenecen a otras familias tienen morfologías altamente variables con genomas de composición variable de ácidos nucleicos (Buttimer et al., 2017).

Los bacteriófagos se pueden dividir en varios grupos de acuerdo con su ciclo de vida; pueden infectar de manera productiva a la bacteria huésped, lo que resulta en más virus o puede entrar en un estado latente cuando sus genomas se integran en el ADN de la célula huésped. Los fagos líticos pueden matar a las células diana mientras que los fagos

### Myoviridae



### Siphoviridae



### Podoviridae



**Figura 2.** Virus del orden *Caudovirales*. Las micrografías electrónicas de transmisión representan las familias *Myoviridae*, *Siphoviridae* y *Podoviridae*, respectivamente (Krupovic et al., 2011).

lisogénicos/templados se vuelven parte del genoma de las células hospedadoras y permanecen allí por un tiempo (Doffkay et al., 2015).

Los fagos pueden tener ciclos de vida lítico o lisogénico como se observa en la figura 3, en donde una vez que el fago reconoce el receptor en la célula hospedera, se adhiere e inyecta su material genético. La siguiente estrategia de replicación dependerá de si el fago es virulento o temperado. Los fagos virulentos, son capaces de replicarse a través del ciclo lítico, un proceso que implica la producción de nueva progenie viral y su liberación de la célula infectada (Salmond y Fineran, 2015).

Por otro lado, los fagos temperados entran o bien al ciclo lítico o forman una asociación estable con el hospedero, llamado lisogenia, donde ensambla su material integrado en cromosoma bacteriano de la célula hospedera. Bajo condiciones de estrés, el profago puede salir del estado lisogénico y producir viriones que son liberados de la bacteria. Generalmente, la salida de la progenie del fago resulta de la muerte celular (Salmond y Fineran, 2015).

La terapia con fagos tiene muchas ventajas que la hacen una alternativa atractiva a los antibióticos. En primer lugar, los bacteriófagos son muy específicos para sus huéspedes, a diferencia de los antibióticos, que tienen un espectro mucho más amplio y es probable que causen disbiosis, infecciones secundarias y otros efectos secundarios. Como los fagos solo infectan las células bacterianas y no tienen efecto sobre las células de los mamíferos, no existe riesgo de toxicidad para el huésped. Además, los fagos son prevalentes en la naturaleza, lo que hace que el aislamiento y la selección de nuevos fagos sea un proceso relativamente rápido en contraste con el desarrollo de antibióticos, que requiere millones de dólares y años de investigación para desarrollar un antibiótico eficaz (El-Shibiny y El-Sahhar, 2017).

Entre las limitaciones del uso de bacteriófagos se encuentra la falta de investigación clínica debidamente documentada ya que no existen protocolos establecidos para la vía de

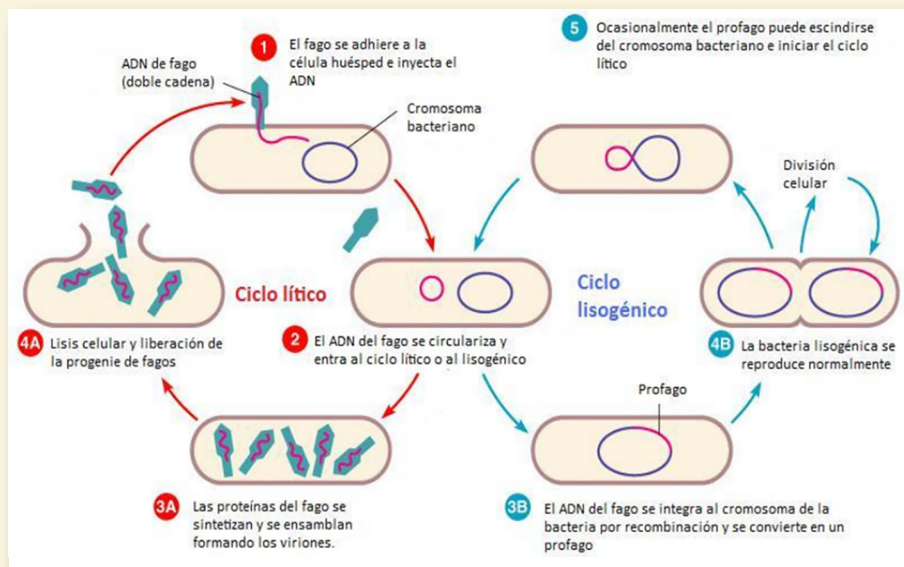


Figura 3. Esquema de los ciclos lítico y lisogénico (correspondiente al fago) explicados en el diagrama (Tortora et al., 2010).

administración, dosis, frecuencia y duración del tratamiento. Los efectos secundarios de la terapia con fagos a largo plazo siguen siendo desconocidos. Por otra parte, la pureza y la estabilidad de las preparaciones de fagos son dudosas sin suficientes datos de control de calidad disponibles. Otra limitación es que así como las bacterias pueden volverse resistentes a los antibióticos también pueden volverse resistentes a los fagos a través de una cantidad de mecanismos. Estos incluyen modificación de los receptores de la superficie del fago en la célula bacteriana, la integración del genoma del fago dentro de la de la bacteria, y pérdida de los genes específicos para replicación o ensamblaje del fago. Sin embargo, los receptores de los fagos son generalmente estructuras que son esenciales para que las bacterias sobrevivan y compitan, entonces hay una fuerte presión evolutiva para los fagos de co-evolucionar con las bacterias. Resistencia a corto plazo en aplicaciones clínicas se pueden superar mediante el uso de cócteles de fagos que se dirigen a diferentes receptores (El-Shibiny y El-Sahhar, 2017).

El uso de esta alternativa no es una apuesta arriesgada ya que ha sido empleada con éxito en diversos trabajos de investigación, por tanto podría ayudar a combatir el problema actual de la resistencia a antibióticos. Por lo cual aún queda mucho que estudiar sobre los bacteriófagos para probar su eficacia y ver si su uso es sostenible.

### Referencias

Buttimer C, McAuliffe O, Ross R, Hill C, O'Mahony J y Coffey A. (2017). Bacteriophages and Bacterial Plant Diseases. *Frontiers in Microbiology*. 8(34): 1-15.

Doffkay Z, Dömötör D, Kovács T y Rákhely G. (2015). Bacteriophage therapy against plant, animal and human pathogens. *Acta Biol Szeged*. 59(2): 291-302.

El-Shibiny A y El-Sahhar S. (2017). Bacteriophages: the possible solution to treat infections caused by pathogenic bacteria. *Can. J. Microbiol*. 63: 865-879.

<http://fdetonline.com/de-la-fagoterapia-a-los-antibioticos-y-viceversa/>

Krupovic M, Prangishvili D, Hendrix R y Bamford D. 2011. Genomics of Bacterial and Archaeal Viruses: Dynamics within the Prokaryotic Virosphere. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 75(4): 610-635.

Patel S, Verma A, Verma V, Janga M, Nath G. (2015). Bacteriophage therapy –looking back in to the future. Disponible en: <http://www.microbiology5.org/microbiology5/book/284-294.pdf>.

Salmond GP y Fineran PC. (2015). A century of the phage: past, present and future. *Nature Reviews Microbiology*. 13(12): 777-786.

Sybesma W, Rohde C, Bardy P, Pirnay J, Cooper I, Caplin J, Chanishvili N, Coffey A, De Vos D, Scholz A, McCallin S, Püschner H, Pantucek R, Aminov R, Doškar J y Kurtböke D. (2018). Silk Route to the Acceptance and Re-Implementation of Bacteriophage Therapy—Part II. *Antibiotics* 7(35): 1-23.

Tortora G, Funke B y Case C. (2010). *Microbiology an introduction*. 10a ed. San Francisco, CA: Ed. Pearson.



# Pruebas forenses moleculares: del ADN a la identidad de la persona

Miguel Contreras-Pérez y Gustavo Santoyo-Pizano

Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, UMSNH. Morelia, Michoacán, México.  
Contacto: miguel82cp@gmail.com

**Resumen:** El ADN (ácido desoxirribonucleico) se encuentra en cada una de nuestras células y su estudio nos permite conocer la identidad de la persona a la que pertenece el mismo, esto mediante el uso de técnicas moleculares como la reacción en cadena de la polimerasa o PCR por sus siglas en inglés (Polymerase Chain Reaction), que no es más que la amplificación de fragmentos específicos de ADN. En las pruebas forenses moleculares se amplifican fragmentos de tamaño pequeño repetidos en tándem conocidos como STR (Short Tandem Repeats), así como polimorfismos del cromosoma Y o del ADN mitocondrial y el marcador de sexo de la amelogenina, los cuales pasan rigurosos procesos de validación y estandarización para ser utilizados con fines legales; mediante el uso de estos marcadores se generan perfiles genéticos con los que se nutren bases de datos en las que se comparan las muestras de los vestigios biológicos encontrados en las escenas del crimen; la asignación de un perfil positivo mediante la comparación de estos marcadores moleculares es sumamente confiable, ya que el encontrar una persona con un perfil genético idéntico es de  $7 \times 10^{-18}$ , es decir, uno en cien mil billones, lo cual es prácticamente imposible, por lo que es de suma importancia el fortalecer las bases de datos de perfiles genéticos así como las colaboraciones internacionales para permitir una rápida y confiable identificación de los vestigios biológicos, con lo que se logrará la resolución de crímenes que sin el uso de estas técnicas sería imposible.

**Palabras clave** ADN, PCR, perfil genético.

## Introducción

Los diversos organismos vivos, incluyendo los humanos, contenemos ADN o ácido desoxirribonucleico en cada una de nuestras células. El ADN, por lo tanto, contiene toda la información genética (también conocido como genoma) que nos identifica como individuos únicos; es decir, ahí encontramos una huella molecular que permite diferenciarnos con otras personas; esto, a pesar que nuestro genoma es 99.9% idéntico.

En la actualidad el uso de técnicas moleculares para la identificación de personas en las ciencias forenses permite una precisa identificación a través del análisis de nuestra huella molecular o ADN. A través de las pruebas forenses moleculares también se puede determinar la paternidad, el parentesco entre familiares o resolver algún crimen cometido donde involucre el análisis de muestras celulares que contengan ADN, incluyendo cabello, sangre, esperma, etcétera (Gehrig & Teyssier, 2002).

Para poner un poco de contexto, hasta antes de las pruebas forenses

moleculares, era muy complicado identificar a una persona a la que pertenecían los vestigios biológicos encontrados en algún lugar, debido a que estos se encontraban degradados o en proporciones muy pequeñas. Al profundizar en el estudio del ADN, se crearon técnicas para amplificarlo y de pequeñas muestras se logró obtener una mayor cantidad de material para analizar, logrando así desarrollar una técnica que sea útil para la identificación de personas (Schneider, 2007). Como se había comentado anteriormente, las secuencias de nuestro ADN son muy similares, por lo que es necesario identificar regiones con diferencias específicas que permitan reconocer pequeñas variaciones. En ocasiones se puede analizar desde una sola célula y obtener el material genético completo, o al menos, identificar ciertos marcadores o genes que permitan su análisis. Una de las técnicas utilizadas para la amplificación del ADN es la reacción en cadena de la polimerasa (o PCR, Polymerase Chain Reaction) (Erlich *et al.*, 1991), que es la técnica en la que, mediante el uso de pequeñas secuencias de nucleótidos llamadas primers, se obtienen millones de copias de una región específica del ADN, logrando

con esto aislar diversas regiones del ADN para su análisis e identificación. Existen diversos artículos sobre el tema de la PCR, por lo que se recomienda su lectura para profundizar en el tema (ver Rodríguez Sánchez y Barrera Saldaña, 2004).

## ¿Qué regiones del ADN se amplifican para la identificación forense?

En el ADN existen regiones que son utilizadas para la síntesis de proteínas conocidas como genes (ADN codificante) y debido a que tienen una función esencial en el organismo, por lo general son genes de secuencia poco variables. Por otra parte, las regiones que no son utilizadas para la síntesis de proteínas (ADN no codificante) son segmentos de secuencias altamente variables, por lo que se pueden encontrar diversos tipos de mutaciones, también conocidas como polimorfismos. Los polimorfismos de secuencia (cambio de uno o más nucleótidos en una secuencia de ADN que se conocen como SNP's por sus siglas en inglés) y los polimorfismos de longitud (producidos por la inserción o deleción de uno o más nucleótidos, los cuales forman el ADN repetitivo en tándem o VNRT por sus siglas en inglés). Es precisamente en este ADN en el que se enfocan las pruebas de genética forense. Los polimorfismos de longitud también se pueden dividir en ADN satélite (de 50 a 500 pares de bases [pb]), ADN minisatélite (7 a 49 pb) y ADN microsatélite (2 a 6 pb), siendo los más usados el ADN minisatélite y el ADN microsatélite (Schlötter, 2000).

Como ya se mencionó, el 99.9% del ADN es similar entre todas las personas, para solucionar este problema, la identificación forense se basa en el uso de las secuencias cortas repetidas en tándem (STR's por sus siglas en inglés), debido a que estas se forman por herencia del padre y de la madre y son diferentes entre la población, excepto en el caso de los gemelos que comparten saco vitelino (Jobling & Gill, 2004).

Las secuencias STR's deben de pasar varios filtros antes de su uso para la identificación de personas, ya que

*Milenaria, Ciencia y Arte 9*

previamente deben ser estandarizados y pasar arduas pruebas de repetitividad y reproducibilidad (Moretti *et al.*, 2001). Se utilizan 15 STR's de 4 a 5 pb en la unidad de repetición y no pasan de las 200 pb en su secuencia total, ya que esto les brinda mayor estabilidad tanto a la degradación como a los artefactos. Los 15 STR's utilizados actualmente (ya que son los que hasta el momento se encuentran validados y autorizados) son D8S1179, D21S11, D7S820, CSF1PO, D3S1358, THO1, D13S317, D16S539, D2S1338, D19S433, vWA, TPOX, D18S51, D5S818 y FGA (Ruitberg *et al.*, 2001).

### STR's ¿La única opción para el análisis de los vestigios biológicos?

Adicional al uso de estos 15 STR's de ADN nuclear, también se usan polimorfismos SNP's de ADN mitocondrial y del cromosoma Y (alosoma o cromosoma sexual), así como el marcador de sexo de la amelogenina (Dos Santos-Rocha *et al.*, 2018). El ADN mitocondrial sirve principalmente para buscar polimorfismos en muestras degradadas, debido a que es más estable y por lo tanto se conserva íntegro durante más tiempo que el ADN nuclear, principalmente se usa para la identificación de personas a partir de restos óseos. Los polimorfismos del cromosoma Y se utilizan principalmente en estudios de paternidad, ya que este se hereda de padre a hijo, y los cambios que pueda tener solo son derivados de mutaciones, aunque también se emplea ampliamente cuando se tienen muestras mezcladas de material genético masculino y femenino. El gen de la amelogenina es usado para determinar el sexo de la persona de la cual provienen los vestigios biológicos. Esto es debido a que este gen se puede encontrar en el cromosoma X (AMELX) obteniendo un amplificado de 106 pb, o también puede estar presente en el cromosoma Y (AMELY) obteniendo un amplificado de 112 pb. Por lo tanto, al realizar electroforesis de una muestra de origen masculino (XY) se observen dos bandas y en las muestras de origen femenino (XX) solo se observe una banda,

permitiendo así discernir el sexo de la persona a partir de una muestra de ADN (Velarde-Félix *et al.*, 2008).

### Análisis genético forense

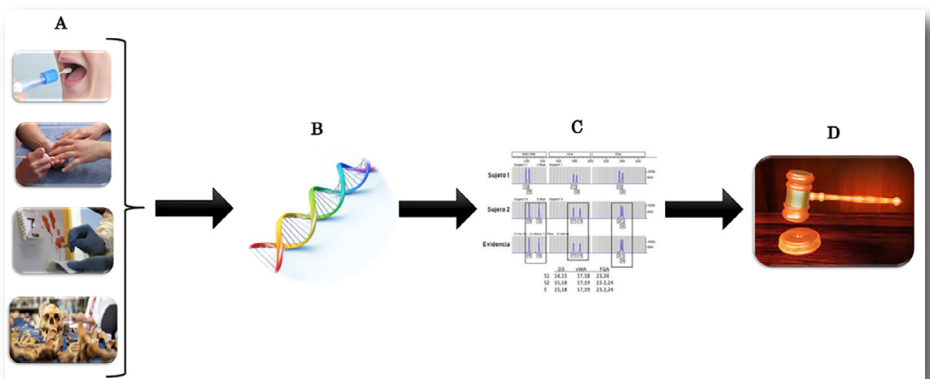
La cantidad e integridad del ADN que se obtiene de los vestigios biológicos recuperados era una limitante mayor a considerar en los años 80's y 90's, ya que al tener que realizar una amplificación y una secuenciación por cada STR a analizar, exigía una gran cantidad de muestra íntegra, y por lo tanto, un costo muy elevado (Urquhart *et al.*, 1994). En la actualidad existen secuenciadores automáticos y PCR multiplex, que son aquellos aparatos que realizan amplificaciones simultáneas de los diferentes STR's a partir de una sola muestra mediante el uso de primers (secuencias cortas de nucleótidos), marcados con fluoróforos (componente de una molécula que hace que ésta sea fluorescente), lo que permite obtener perfiles genéticos con muestras escasas, disminuyendo costos y tiempo de análisis, pudiendo rápidamente comparar los perfiles genéticos (STR's amplificados) de las muestras obtenidas en algún caso de estudio. Los equipos más usados son aquellos que amplifican 9 STR's más el marcador de sexo de la amelogenina y los que amplifican 15 STR's más el marcador del sexo de la amelogenina (Butler, 2015<sup>1</sup>); el proceso general para realizar los análisis genéticos forenses se puede observar en la **Figura 1**.

Al realizar el perfil genético de 15 STR's (de los vestigios biológicos y/o de los presuntos culpables) se incrementa notablemente la capacidad de identificar

la correspondencia a los perfiles genéticos comparados, esto de manera sumamente confiable, ya que la posibilidad de encontrar al azar a una persona con 15 STR's idénticos al de otra persona es de  $7 \times 10^{-18}$ , es decir, uno en cien mil billones, lo cual es prácticamente imposible; ahí radica la importancia de crear bases de datos con perfiles genéticos, para así tener con que comparar los perfiles obtenidos de los vestigios biológicos de las escenas del crimen (Butler, 2015<sup>2</sup>).

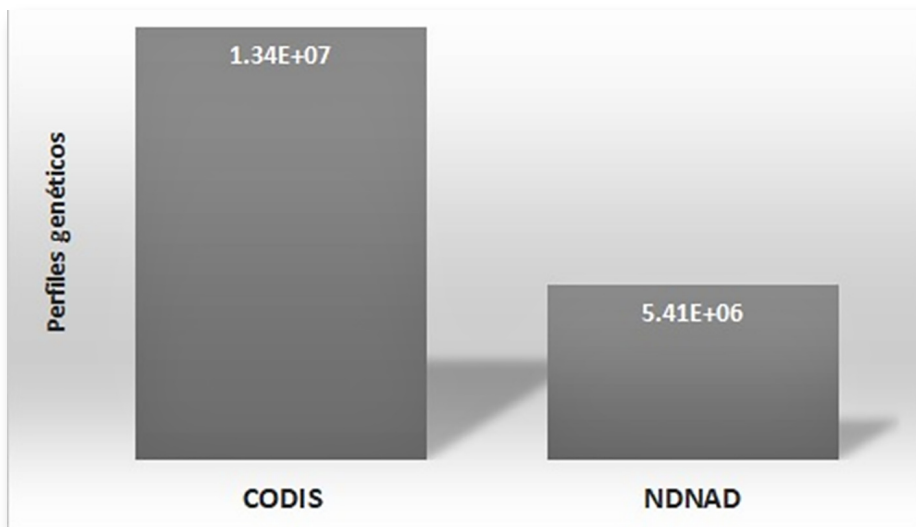
Actualmente, en los Estados Unidos de América se realizan bases de datos de todos los reos, para que adicional a tener una base de datos con sus huellas digitales, también tener una base de datos con su huella digital genética, es decir su perfil genético, las cuales se guardan en el Combined DNA Index System (CODIS por sus siglas en inglés) (Baechtel *et al.*, 1991). Existen también bases de datos europeas, siendo la más conocida la United Kingdom National DNA Database (NDNAD por sus siglas en inglés) ya que fue la primer base de datos forense mundial creada en 1995 (Schneider & Martin, 2001), teniendo estas una gran cantidad de perfiles genéticos (**Figura 2**) y existiendo esfuerzos para homologar el contenido de estas bases de datos y lograr así tener una base de datos mundial, lo que conlleva a desarrollar estrategias para el manejo y conservación de esta información (Wallace *et al.*, 2014)

Para que el perfil genético de algún vestigio obtenido de una escena de un crimen, prueba de paternidad o identificación de una persona



**Figura 1.** Análisis molecular de vestigios en medicina forense; **A.-** Toma de muestra de vestigios a analizar (saliva, células epiteliales, sangre, etcétera); **B.-** Extracción de ADN; **C.-** Amplificación y comparación de STR's de las bases de datos o sospechosos en el caso; **D.-** Dictamen de la procedencia de los vestigios.





**Figura 2.** Perfiles genéticos en las bases de datos CODIS y NDNAD (Datos obtenidos de las páginas oficiales <https://www.fbi.gov/services/laboratory/biometric-analysis/codis/ndis-statistics> y <https://www.gov.uk/government/statistics/national-dna-database-statistics> a Junio de 2018)

desaparecida tenga una aplicación legal, se debe tener especial cuidado en la toma de las muestras y la cadena de custodia de las mismas, todo ello para evitar la contaminación de las mismas (Lee *et al.*, 2013). Una vez en el laboratorio, se debe analizar el máximo de polimorfismos disponibles para obtener un perfil genético completo y comparar los resultados obtenidos con los de él o los sospechosos y finalmente elaborar el informe médico-legal que puede ser utilizado para deslindar responsabilidades en un juicio (Guillén *et al.*, 2000). En la actualidad diversos laboratorios ofrecen este tipo de pruebas, sin embargo, los costos aún siguen siendo relativamente altos, lo que restringe el acceso a estas metodologías para los países subdesarrollados y en menor medida a los países en vías de desarrollo, existiendo también la escasez de personal calificado en las dependencias gubernamentales e instituciones privadas, por lo que en esta área existe un gran número de oportunidades de desarrollo.

### Conclusiones y perspectivas

En la actualidad las técnicas moleculares en diversos campos, incluida la medicina forense, ha tenido grandes avances en cuanto a la rapidez y precisión con la que se pueden analizar las muestras, ya que como se mencionó, las pruebas forenses moleculares comenzaron analizando 1 STR a la vez y ahora se analizan 15 STR's o más de manera simultánea,

dando mayor fidelidad y confiabilidad de los resultados obtenidos. Sin duda que, en pocos años, las pruebas moleculares forenses no sólo incluirán estos marcadores genéticos, sino que se tendrá la validación de otros marcadores en el genoma. Además, se contará con equipos que analizaran dichas muestras de manera conjunta, utilizando menores cantidades de ADN, así como muestras degradadas, incompletas o mezclas de diferentes personas. Debido a que estas técnicas se encuentran cada vez más al alcance de Universidades y Centros de Investigación en el país, se realizarán aportes importantes a la validación y ampliación de las mismas, logrando tal vez de esta forma, homologar las bases de datos internacionales y tener así una única base de datos de perfiles genéticos globales. Lo anterior es indispensable en un país como México, donde no existe o es limitada la información sobre muestras forenses analizadas en los Estados de la República. Además, de que no existen protocolos de información que estandaricen la información en una sola base de datos para todo el país. Lo anterior ayudaría a determinar de una forma más rápida o eficiente la identificación de personas desaparecidas o el esclarecimiento de crímenes.

### Referencias

Baechtel F.S., Monson K.L., Forsen G.E., Budowle B., Kearney J.J. (1991) Tracking the

Violent Criminal Offender through DNA Typing Profiles — a National Database System Concept. En: Burke T., Dolf G., Jeffreys A.J., Wolff R. (Eds.) *DNA Fingerprinting: Approaches and Applications. Experientia Supplementum* (Vol. 58:356-360). Basel, Switzerland: Birkhäuser

Butler, J.M.<sup>1</sup> (2015). Data, Models, Thresholds. En: J.M. Butler (Ed.), *Advanced Topics in Forensic DNA Typing: Interpretation*. (3ª Edición, Vol. 3:25-46). Gaithersburg, Maryland, USA: Academic Press

Butler, J.M.<sup>2</sup> (2015). STR Profiles: Multiplex PCR, Tri-Alleles, Amelogenin, and Partial Profiles. En: J.M. Butler (Ed.), *Advanced Topics in Forensic DNA Typing: Interpretation*. (3ª Edición, Vol. 3:109-127). Gaithersburg, Maryland, USA: Academic Press

Dos Santos-Rocha, A., Salviano-Soares de Amorim, I., De Almeida-Simao, T., De Souza-Da Fonseca, A., Grazinoli-Garrido, R. & Luiz-Mencalha, A. (2018). High-Resolution Melting (HRM) of Hypervariable Mitochondrial DNA Regions for Forensic Science. *Journal of Forensic Sciences*, 63(2):536-540.

Erich, H.A., Gelfand, D. & Sninsky, J.J. (1991). Recent Advances in the Polymerase Chain Reaction. *Science*, 252:1643-1651.

Gehrig, C. & Teyssier A. (2002). Forensic DNA Analysis. *Chimia*, 56(3):71-73.

Guillén, M., Lareu, M.V., Pestoni, C., Salas, A. & Carracedo, A. (2000). Ethical-legal problems of DNA databases in criminal investigation. *Journal of Medical Ethics*, 26:266-271.

Jobling, M.A. & Gill, P. (2004). Encoded Evidence: DNA in Forensic Analysis. *Nature Reviews | Genetics*, 5:739-751.

Lee, S.B., Crouse, C.A. & Kline M.C. (2013). Optimizing Storage and Handling of DNA Extracts. En: J.G., Shewale (Ed.), *Forensic DNA Analysis: Current Practices and Emerging Technologies*. (1ª Edición, Vol. 1:19-37). Foster City, California, USA: CRC Press.

Moretti, T., Baumstark, A., Defenbaugh, D., Keys, K., Smerick, J. & Budowle, B. (2001). Validation of Short Tandem Repeats (STRs) for Forensic Usage: Performance Testing of Fluorescent Multiple STR Systems and Analysis of Authentic and Simulated Forensic Samples. *Journal of Forensic Sciences*, 46(3):647-660.

Rodríguez Sánchez, I. P., & Barrera Saldaña, H. A. (2004). La reacción en cadena de la polimerasa a dos décadas de su invención. *Ciencia UANL*, 7(3).

Ruitberg, C.M., Reeder, D.J. & Butler, J.M. (2001). STRBase: a short tandem repeat DNA database for the human identity testing community. *Nucleic Acids Research*, 29(1):320-322.

Schlöterer, C. (2000). Evolutionary dynamics of microsatellite DNA. *Chromosoma*, 109:365-371.

Schneider, P.M. & Martin, P.D. (2001). Criminal DNA databases: the European situation. *Forensic Science International*, 119:232-238.

Schneider, P.M. (2007). Scientific standards for studies in forensic genetics. *Forensic Science International*, 165:238-243.

Urquhart, A., Kimpton, C.P., Downes, T.J. and Gill, P. (1994). Variation in Short Tandem Repeat sequences — a survey of twelve microsatellite loci for use as forensic identification markers. *International Journal of Legal Medicine*, 107:13-20.

Velarde-Félix, J.S., Molina-Benítez, C.E., Solórzano-Rosales, S.R., Cázarez-Salazar, S.G., Rendón-Aguilar, H., Murillo-Llanes, J. & Ríos-Tostado, J.J. (2008). Identificación del sexo mediante análisis molecular del gen de la amelogenina. *Revista Mexicana de Patología Clínica*, 55(1):17-20.

Wallace, H.M., Jackson, A.R., Gruber, J. & Thibedeau, A.D. (2014). Forensic DNA databases-Ethical and legal Standards: A global review. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 4:57-63.

## Introducción.

El envejecimiento ha sido materia de estudio a lo largo de la historia. Actualmente, el aumento en la esperanza de vida de la población ha cobrado gran importancia, pues mientras en unos países los ancianos son apreciados por su estatus, en otros como Estados Unidos e Inglaterra ocurre un maltrato frecuente hacia ellos a través de prácticas y actitudes discriminatorias (Wolpert, 2013).

Sabemos que si las personas envejecen de manera saludable, podrán aportar sabiduría y vivir mejor por más tiempo. El estudio científico del envejecimiento contribuye a mejorar la salud de las personas mediante el desarrollo de herramientas conceptuales y prácticas utilizables por el personal del sector salud. Aquí presentamos algunos aspectos básicos de una teoría termodinámica que permite aplicaciones sencillas y prácticas (Montemayor-Aldrete et al., 2014).

## Principios termodinámicos para el estudio de la vida.

Para entrar en materia, primero describiremos algunos conceptos esenciales. La termodinámica estudia las modificaciones ocurridas en un sistema (que puede ser cualquier elemento del universo, como una persona) al intercambiar materia y energía con sus alrededores. Los principios de esta ciencia, en que se basa la teoría del envejecimiento que vamos a presentar, son los siguientes:

La **ley cero de la termodinámica** establece las condiciones en las cuales no existe flujo de calor entre dos sistemas (situación de equilibrio térmico). Esta ley nos permite medir la temperatura, que es una variable muy importante, útil para construir y calibrar termómetros.

La **primera ley de la termodinámica** establece que: "La energía total de un sistema y sus alrededores se mantiene constante durante sus interacciones, no se crea ni se destruye, sólo se transforma." La energía se puede transferir a través de diferencias de temperaturas entre la fuente energética y el receptor (flujo de calor), por la realización de un trabajo y mediante reacciones químicas.

*12 Milenaria, Ciencia y Arte*

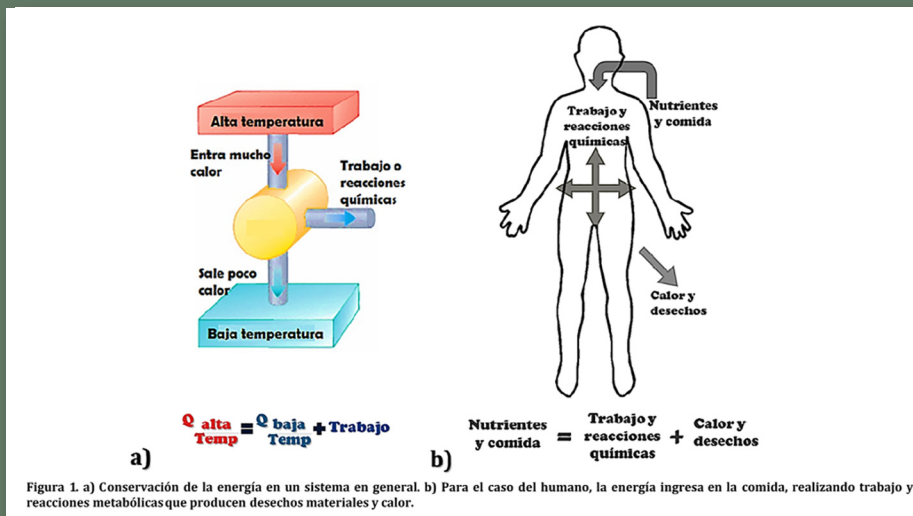


Figura 1. a) Conservación de la energía en un sistema en general. b) Para el caso del humano, la energía ingresa en la comida, realizando trabajo y reacciones metabólicas que producen desechos materiales y calor.

# Una mirada al envejecimiento de los seres humanos a través de la termodinámica.

Rafael Francisco Márquez Caballé y Jorge Antonio Montemayor Aldrete

Departamento de Estado Sólido, Instituto de Física, UNAM. Ciudad de México, México.

Contacto: yaaxbalam@ciencias.unam.mx

**Resumen:** Se describen los fundamentos básicos de una reciente teoría del envejecimiento de los humanos basada en la termodinámica, cuyas tres primeras leyes en las cuales se basa son explicadas de manera simple. La teoría establece que la duración de la vida es inversamente proporcional al ritmo metabólico promedio del humano, de forma que todo estilo de vida que aumente este ritmo (alcoholismo, tabaquismo, sobrepeso, etc.), conduce a una disminución en la duración de la vida. Las aplicaciones de esta teoría pueden ser un coadyuvante de medidas institucionales en medicina preventiva.

**Palabras clave:** Envejecimiento, termodinámica, salud pública, medicina preventiva.

Toda reacción química reorganiza la estructura molecular de la materia, cuya cantidad se mantiene constante. Los alimentos contienen energía química capaz de realizar distintos tipos de trabajo en el cuerpo humano, como ocurre con las reacciones bioquímicas metabólicas; al final de todos los procesos corporales, materia y energía ingeridas se transforman en calor y desechos (figura 1).

Por su parte, la **segunda ley de la termodinámica** establece que la energía se degrada mediante su uso, es decir, que una cantidad fija de energía utilizada para realizar trabajo una vez, no puede realizar el mismo trabajo nuevamente. Así, la energía liberada en forma de calor y desechos a los alrededores por un sistema ya no puede ser utilizada por él (figura 2). Un ejemplo de esto es la combustión de una vela. Lo anterior se describe mediante un concepto llamado

entropía, el cual nos informa qué fracción de la energía disponible sigue siendo útil para realizar trabajo. A un cuerpo o sistema que ha gastado toda su energía libre o que no tiene forma de acceder a ella, le corresponde un estado de máxima entropía; se dice que este sistema ha llegado al equilibrio térmico. Para un humano, a este estado se llega con la muerte (pues el ser no puede comer ni respirar para obtener energía); para la vela cuando ha terminado la combustión.

## Envejecimiento en seres humanos.

Desde 1944 quedó establecido que los seres vivos obedecen la primera y segunda leyes de la termodinámica al requerir energía externa para vivir, que es proporcionada por los nutrientes que obtienen del medio donde habitan (Schrödinger, 1992). Retomando estas ideas, Montemayor et al., desarrollaron una teoría general para describir el envejecimiento de los seres vivos, la cual



considera que el aprovechamiento de la energía libre por ellos a través de su tasa de producción de entropía por unidad de volumen (que resulta proporcional al ritmo metabólico por unidad de volumen, que es la tasa a la que ocurren las reacciones metabólicas corporales) varía con la edad, produciéndose cuatro etapas cronológicas (figura 3): Un máximo del ritmo metabólico durante la niñez (1), que posteriormente baja a un estado estacionario en la etapa adulta (2) para decaer de manera aproximadamente lineal conforme envejece el sistema (3), hasta un punto crítico en que falla y el ser muere.

De este esquema teórico, en la etapa (3) del envejecimiento, se manifiesta una pérdida paulatina de la capacidad del organismo para aprovechar la energía libre suministrada por los nutrientes. Ello ocurre debido a que con cada latido del corazón, que distribuye la energía hacia todas las células del cuerpo, el sistema biológico se desordena un cierto porcentaje; a esa cantidad le llamamos coeficiente de envejecimiento o desgaste por ciclo, denotado por  $\theta$ . Así, con cada ciclo, el sistema es un poco menos eficiente para realizar sus funciones fisiológicas, por tanto el ritmo metabólico por unidad de volumen disminuye con el transcurso del tiempo, hasta que se llega a una edad en la que el organismo es incapaz de aportar la energía mínima necesaria para que todo el sistema siga funcionando adecuadamente y cualquier eventualidad repentina produce la falla mortal.

El análisis de las curvas metabólicas de la figura 3 nos permite encontrar la

siguiente expresión para los humanos, que mantienen una temperatura aproximadamente constante a lo largo de su vida:

$$t_T = \frac{K_S}{\theta} \quad (1),$$

donde  $\theta$  es el ritmo metabólico promedio por unidad de volumen a lo largo de toda la vida,  $t_T$  es el tiempo total de vida y  $K_S$  es una constante que indica la energía total disipada por unidad de volumen durante la vida, válida para todo individuo. Se observa que la duración de vida es inversamente proporcional al ritmo metabólico promedio (por unidad de volumen) del ser vivo, y se deduce que todo estilo de vida que aumente el ritmo metabólico conduce a una disminución en la duración de la vida, pues esto genera más desorden interno durante la vejez que se ve reflejado en una mayor. Esto ocurre en general, o para cada órgano vital en específico, como los pulmones en el caso del fumador crónico, el hígado en el alcohólico o, en el caso de la obesidad, para los diversos órganos que son esforzados más de lo normal por largos periodos de tiempo. De esta forma, comparar los datos para órganos de personas con estilos de vida sano y no sano da información cuantitativa del daño que se puede evitar.

### Resultados y conclusiones.

Apoyándose en los análisis previos, los programas de control y baja de peso en adultos, así como los de prevención de alcoholismo y tabaquismo podrán producir mejoras en la calidad de vida y

disminuir la incidencia de enfermedades crónico-degenerativas de la población. Otro resultado importante de esta teoría fue explicar físicamente por qué en promedio las mujeres viven más que los hombres; la diferencia entre los datos para europeos y los correspondientes a la teoría es de 2.5%.

Con estos resultados y otros obtenidos en el trabajo de (Márquez Caballé, 2017), se pueden desarrollar herramientas que permitirán realizar estudios físico-estadísticos de diversos órganos y sistemas vitales de la población mexicana adulta, en colaboración con sectores de medicina social. En ese supuesto será posible realizar análisis económicos y de medicina preventiva que podrán permitir la elaboración de mejores políticas de salud pública para nuestro país.

### Referencias

Márquez Caballé, R. F., (2017). *Estudio de la disipación de energía por medio de ciclos en sistemas vivos a través de una teoría de termodinámica irreversible*. (Tesis de Licenciatura). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México.

Montemayor-Aldrete, J. A., Ugalde-Vélez, P., Del Castillo-Mussot, M., Vázquez, G. J., & Montemayor-Varela, E. F. (2014). *Second Law of Thermodynamics Formalism Applied to Finite Duration through Cycles of Living Dissipative Systems*. *Advances in Aging Research*, 3(05), 368.

Schrödinger, E. (1992). *What is life? With mind and matter and autobiographical sketches*. Cambridge University Press.

Wolpert, L. (2013). *Por tí no pasan los años. La sorprendente naturaleza del envejecimiento*. México D.F. Méx. Tusquets.

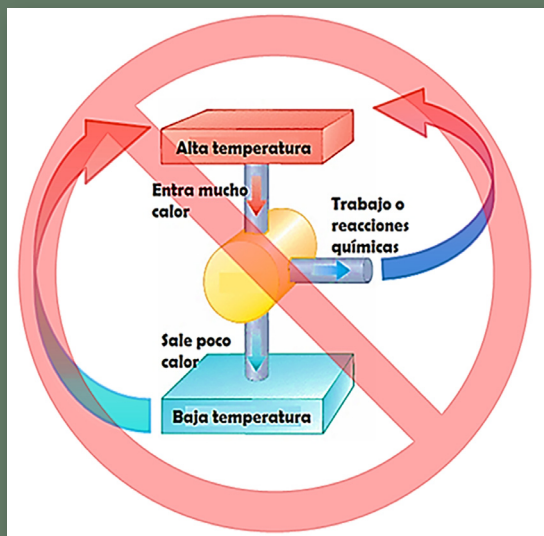


Figura 2. La segunda ley de la termodinámica indica que la energía se degrada, impidiendo que realice el mismo trabajo más de una vez.

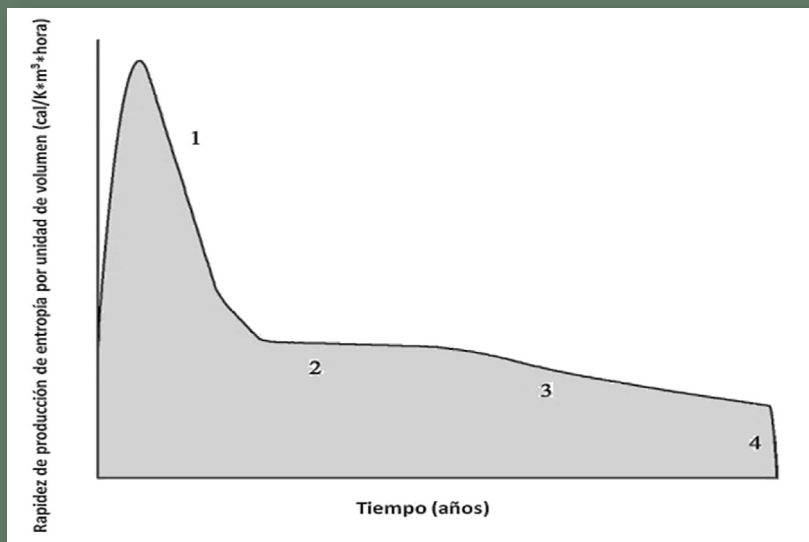


Figura 3. Diagrama esquemático de la rapidez de producción de entropía por unidad de volumen vs. tiempo, se muestran cuatro etapas cronológicas de la vida. El área bajo la curva representa la energía total disipada a lo largo la vida. (Montemayor-Aldrete et al., 2014).

# Donación de órganos; una predilección cívica

Cynthia Jazmín **Gonzáles Murillo**, Perla Jacaranda **De Dienheim Barriguete**

Escuela de Enfermería y Salud Pública, UMSNH. Morelia, Michoacán, México.  
Contacto: [cjgmsp@hotmail.com](mailto:cjgmsp@hotmail.com)

**RESUMEN:** Cuando se habla de órganos, es inevitable pensar en un hospital y no hacer referencia mental a la asistencia de un personal clínico, junto a un paciente grave o convaleciente. Pero al hablar de donación se piensa en un acto altruista o algo “gratuito”. En el presente trabajo se realizó un análisis del panorama estadístico de la donación de órganos a nivel nacional, siendo los órganos más necesitados riñón y cornea. Desarrollar una cultura para mejores oportunidades en la asignación de órganos en México, sería una estrategia a implementar mejorable, de manera que se fortalezcan los lazos informativos, así como los procesos implicados en la recuperación y asignación de órganos, podremos establecer como país características específicas así como el protocolo universal en cada región para la procuración e inclusive el buen manejo de los órganos. El ciclo de las políticas, el planteamiento de problema y la demanda de órganos excedente en nuestro país nos conlleva a buscar acciones políticas, pero sobre todo a detonar la misma como un ángulo eficaz y coactivo de ciudadano a ciudadano. Al formar parte del personal de salud se complementa el compromiso de ser voceros en materia de donación con cada uno de los pacientes así como con los habitantes de la comunidad, haciendo conciencia de la importancia de la donación de órganos como factor equilibrante en la mejora de la calidad de vida de los enfermos al tiempo que se promueve el altruismo en la ciudadanía.

**Palabras clave:** Trasplante de órganos, Muerte encefálica, Donador

El trasplante de órganos es una operación quirúrgica con la cual se traslada al organismo “receptor” un órgano o tejido tomados del “donante”. Para que un órgano pueda ser apto para ser trasplantado es necesario que se encuentre en buen estado y funcionando, lo cual implica que tenga una buena irrigación sanguínea que garantice su oxigenación (Lucas, 2006: 168). La Ley General de Salud define la donación de órganos como el consentimiento tácito o expreso de la persona para que, en vida o después de su muerte, su cuerpo o cualquiera de sus componentes se utilicen para trasplantes (LGS, 2018).

En la mayoría de las intervenciones quirúrgicas de trasplantes se utilizan órganos de personas que han fallecido (donador cadavérico), pero también una persona en buen estado de salud puede donar uno de sus órganos vitales (donador vivo) (Cantú, 2013).

La donación intervivos se realiza siempre y cuando no implique un riesgo grave para la salud del donador, por lo que sólo pueden ser donados los órganos pares (García, 2009).

Una persona donante puede llegar a salvar la vida de hasta 8 personas más, pudiendo donar: hígado, corazón, páncreas, riñones, pulmón. A la vez

pueden donarse algunos tejidos como lo son: córneas, piel, huesos, médula ósea, válvulas cardíacas, arterias y venas, tendones y cartílago. Es importante aclarar que si una persona muere por paro cardiorrespiratorio solo podrá donar tejidos: hueso, cartílagos, corneas, tendones, piel y vasos sanguíneos; y si una persona pierde la vida por muerte encefálica podrá donar órganos y tejidos dependiendo del caso y estado del cuerpo.

La muerte encefálica se establece por la pérdida de la función irreparable del encéfalo (que comprende tres partes: cerebro, cerebelo y bulbo raquídeo), ya que es el encéfalo el encargado de desarrollar la parte esencial de esta actividad de coordinación y regulación, por lo que su falla irreversible indica la muerte (Lucas, 2006).

Si se analiza el panorama de donación de órganos y trasplantes en el país, es muy lamentable mencionar la falta de equidad de la distribución de centros actualizados y autorizados para trasplantes, así como la falta de personal capacitado para realizar dichos procedimientos, la falta de insumos necesarios para la realización de los mismos, pero sobre todo y la más destacable que es la falta de cultura nacional en la donación de órganos y trasplantes.

En México cuando se iniciaron los trasplantes en 1963, se realizaban en hospitales de tercer nivel, únicamente confinados en el Distrito Federal, (actualmente CDMX). En 2018 después de 38 años, contamos con 176 centros de trasplantes de los diversos órganos y

**TARJETA DE DONADOR**

DONACIÓN DE ÓRGANOS Y TEJIDOS	DONACIÓN DE ÓRGANOS Y TEJIDOS
Yo _____ Fecha y firma _____	A mi Familia le comparto mi deseo de donar A) Cualquiera de mis Órganos y/o Tejidos <input type="radio"/> B) Sólo mis Órganos y Tejidos siguientes: <input type="radio"/>
Testigo _____ Nombre y firma _____	Para fines de trasplantes después de mi muerte, siempre y cuando las condiciones médicas, legales y administrativas lo permitan.
Testigo _____ Nombre y firma _____	Y expreso mi deseo, no revocable, para que me apoyen dando aviso al coordinador hospitalario de la donación, y logremos que una más de nuestras historias como familia y la de muchas otras, continúen.

Informes: 01 800 201 78 61 y 62 [www.cenatra.salud.gob.mx](http://www.cenatra.salud.gob.mx)

SALUD SECRETARÍA DE SALUD

CENTRO NACIONAL DE TRASPLANTES

Figura 1. Tarjeta oficial de donador de órganos.

<https://www.gob.mx/cenatra/acciones-y-programas/tarjeta-de-donador>

**¿Quieres convertirte en donante de órganos?**

Toda persona viva o después de muerta, puede donar órganos sin importar edad, sexo, etnia o religión.

VIVOS	NO VIVOS
Riñón	Corazón
Hígado	Intestino
Pulmón	Hígado
	Riñón
	Páncreas
	Pulmón
	Córneas
	Huesos

La ley permite que cualquier persona mayor de 18 años pueda ser donante en vida aunque no sea familiar.

Para muchos pacientes, los trasplantes son la única alternativa de vida. Fomentemos la cultura de donación de órganos para dar a más personas la oportunidad de una vida plena.

Figura 2. Diferencias entre donantes vivos y no vivos.

<http://salud.yucatan.gob.mx/infografias/donacion-de-organos/>



tejidos, dentro del territorio nacional, que cuentan con suficientes recursos humanos, financieros y materiales, en donde su nivel de productividad es adecuado, así como el apego y cumplimiento con la normatividad existente (Frenk, 2006).

El sistema de salud actual se ha enfocado a fortalecer el Sistema Nacional de Trasplantes y Donaciones; no solo en el personal de salud sino que se ha tratado de sensibilizar a los ciudadanos que conformamos el país. Pues al obedecer las pautas en las campañas de donación de órganos se ha mejorado la estadística en cuanto a la donación y trasplante de órganos. La donación de órganos ha mejorado, no solo en cuanto a cifras sino a la perspectiva cambiante de la población; anteriormente 7 de cada 10 mexicanos estaban en contra de la misma propiciando así un cambio estadístico considerable donde en la actualidad 7 de cada 10 mexicanos están a favor de la donación de órganos. Resurgiendo así un comparativo donde en el año 2012 existía una tasa de 3.7 donaciones por cada millón de habitantes, siendo en el año 2017 un avance notorio con el 4.5 de donaciones por cada millón de habitantes.

Incentivar la cultura de la donación de órganos, no es una tarea fácil pero tampoco imposible siempre que nos fijemos un objetivo como lo es el preservar la vida. En nuestro país existen universidades que implementan programas con el fin de mejorar la cultura de la donación de órganos y tener como resultado el trasplante de alguno. Por lo cual se han dado a conocer estados que le apuestan a la mejora continua de la cultura en esta materia, además de elevar sus tasas de la misma en la estadística nacional; tal es el caso de Guanajuato, Querétaro, Sonora, Ciudad de México y Aguascalientes.

Resaltemos el caso Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) donde se implementó la conferencia de "Procuradores" donde los estudiantes, así como el personal de

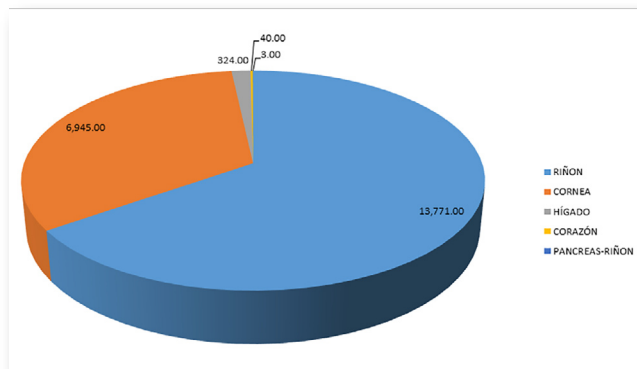


Figura 3. Lista de espera de trasplantes en el primer semestre del 2018. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/329303/BEL-CENATRA\\_II\\_No.\\_2-mayo\\_2018-alta.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/329303/BEL-CENATRA_II_No._2-mayo_2018-alta.pdf)

salud de la Secretaría de Salud fomentaría la donación de órganos dentro y fuera de las aulas, así como a nivel nacional el Grupo Nacional Provincial (GNP). Establece su programa "AMIGO SECRETO" donde sensibiliza a la población a donar sus órganos (Aburto, 2016).

El sistema de donación de México comparado con el Sistema de España tiene tres enfoques: religión, solidaridad y considerar el cuerpo como un templo sagrado. Estos tres ámbitos serían considerados como una triada para fortalecer la cultura de la donación, pero a su vez el mejorar los mecanismos de acción y las estrategias menos politizadas en nuestro país con el coactuar del ciudadano.

En lo que va del año 2018 nuestro panorama se diversifica y actualiza día a día teniendo como resultados del primer trimestre un total de 528 establecimientos sanitarios con licencia para procesos de donación y trasplante, como acciones específicas de 412 procuración, 392 para trasplante y 62 bancos. La lista de espera en este periodo se encuentra encabezada por Riñón en un total de 13771 personas en espera, seguido de córnea en 6945, hígado en cifra de 324, corazón en 40 y el binomio Riñón – Páncreas en 3; dando un total de 20 633 personas en la lista. En este rubro la dependencia con más lista de espera es el Instituto Mexicano de Seguro Social (IMSS) con un total de 13 833 y en el rubro privado 2659.

El análisis por órgano para trasplante nos adentra en el mundo de la estadística analítica donde podemos decir que hasta la fecha se han realizado 1013 trasplantes de córnea en nuestro

país específicamente en los estados de la Ciudad de México, Nuevo León y México en el rubro privado siendo estas corneas nacionales. Cabe destacar que a su vez en el rubro público en el Centro Médico Nacional la Raza. Hablando en materia renal se han procurado y finalizando en la trasplantación un total de 503 cadavéricos y 1513 de donantes vivos, siendo los estados procuradores la Cd. De México, Jalisco y Guanajuato en los centros IMSS y Centro Médico Nacional de Occidente.

En el aspecto de estadística hepáticas tenemos hasta el momento un total de 54 trasplantes de los cuales 49 provienen de persona fallecida y 5 de personas muertas, procurados en la Ciudad de México, Jalisco y Nuevo León de la Secretaría de Salud así como también del ámbito privado. Cabe destacar el Instituto Zubirán, el Hospital 20 de Noviembre y el Hospital la Raza. En el ámbito de cardiología se han procurado solamente 4 corazones en lo que va reportado acontecidos en la Cd. De México, Nuevo León siendo por orden en el IMSS, ISSSTE y Privado siendo el Hospital La Raza y el 20 de Noviembre.

Analizando la estadística tenemos un total de 615 personas fallecidas por Muerte Encefálica (ME) un total de 559 captados en la Cd. De México, Guanajuato y México mientras que por Paro Cardíaco Irreversible (PC) 57 es en la Cd. De México, Guanajuato y México; provenientes de la Secretaría de Salud, IMSS y en el ámbito privado. (Aburto, 2016)

Según la Ley General de Salud todas las personas son donadores tácitos, pero también establece que es un derecho el no querer donar los órganos. Se puede afirmar que el camino tiene una división transitoria y podemos escoger entre cualquiera de las dos decisiones o simplemente abstenernos de tomar una de las dos; en cuyo caso la familia puede decidir el destino de los órganos del paciente fallecido (LGS, 2018), aunque desgraciadamente el tiempo apremia y las listas de espera son extensas.

Es importante aclarar que no todas las personas que estén deseosas de ser donadores puedan serlo, pero en su totalidad deberán ser mayores de edad para evitar problemas éticos y legales. A nivel estatal en Michoacán a lo que va de Enero – Agosto del presente año se cuenta con una lista de espera de 595 pacientes siendo que en el estado se realizan de 40 a 50 trasplantes al año; por lo cual el Instituto Mexicano del Seguro Social busca certificar una segunda clínica como proveedora del servicio y ampliar estas estadísticas. Se detalla que se tiene 210 pacientes en espera de corneas, 380 esperan un riñón, 2 de hígado y 3 de corazón. El hospital que actualmente se encuentra realizando actividades de trasplante es la Unidad 83 Hospital General de Charo, el cual desde el año 2014 hasta la fecha ha realizado 178 trasplantes (Villegas, 2018).

En México en este 2018 se pretende mejorar la calidad de vida de pacientes específicamente con hemodiálisis y diálisis para reducir las estadísticas porcentuales de cada uno de los procesos de trasplantes. Cada uno de los estados de nuestro país se visualiza como proveedor de diferentes tipos de donaciones y a su vez de trasplantes; empleando metas se mejora el panorama de salud de la población central pero a su vez de la población mexicana total.

Para la identificación de los posibles donadores en los diversos nosocomios del país, cada uno de los mismos cuenta con la figura de un coordinador hospitalario de donación; el cual específicamente refiere sus actividades a la promoción, realización de la donación, así como a la trasplante del órgano en cuestión, trabajando en equipo con médicos, trabajadoras sociales, enfermeras, cirujanos y demás autoridades involucradas en el área de la donación.

La promoción de la donación y la información a la población sobre de la

misma, así como de los trasplantes ha sido efectiva pero no ha tenido el impacto que se esperaba, sin embargo; es importante destacar que la donación y trasplantes se han incrementado en nuestro país y también a nivel mundial.

Los documentales, películas, cortos y demás que se han elaborado a lo largo de la historia en torno al tema de donación y trasplantes en nuestro país no remonta a la difícil cultura que



Figura 4. Donación de órganos.  
<https://tvindependencia.com/a-la-alza-la-cultura-de-donacion-de-organos-en-el-estado-de-guanajuato/>

tenemos, y los tabúes que no permiten crecer el conocimiento real acerca del tema, los aspectos religiosos, así como el arraigo de cada una de las personas hacia los cadáveres de sus familiares, hace más difícil favorecer a personas que requieren un trasplante y permitir de esta manera darle oportunidad de prolongar la vida de más personas, favoreciendo de esta forma el valor del altruismo.

### CONCLUSIONES

Como miembros del personal de salud, tenemos el deber de fomentar la cultura de la donación de órganos, informando de forma adecuada a la población para sensibilizar a los adultos y/o padres de familia de pacientes que han tenido muerte encefálica, acerca de la importancia de donar los órganos funcionales, no sólo en virtud de que el paciente fallecido ya no los necesita, sino para favorecer el valor del altruismo y mejorar la calidad de vida de los pacientes receptores que necesitan de un órgano para poder seguir viviendo. Por medio de uso publicitario como lo son las capsulas informativas, campañas de promoción y

prevención de accidentes donde se puede enfatizar en el caso de las licencias de conducir el poder disminuir el porcentaje de renuencia al momento de desear ser un donador de órganos y quedara estipulado ahí la aceptación del donante en caso de accidente.

Si analizamos comparativamente las donaciones y trasplantes del año 1990 a lo que va del 2018, el reconocimiento y estudio del tema así como la prevalencia del mismo ha ido en aumento notoriamente; desde el ámbito legislativo hasta el clínico de manera que se puede disminuir a su vez las listas de espera e impactar en distintos puntos del planeta, puede afirmarse que en el contexto de altruismo, es el mejor y mayor símbolo de dar tratamientos para muchos pacientes con fallas multiorganicas. Darle el valor

internacional al tema sería la mejor forma de fomentar no solo en nuestro país sino en el mundo las estrategias y estipular condiciones para llevar a cabo el rescate orgánico de varias vidas.

### Referencias

Aburto, M. J. S. (2016) Resultados 2015- 2016, balance a dos años de gestión en el CENATRA, en *Boletín Estadístico-Informativo. Centro Nacional de Trasplantes (CENATRA)*, No. 2, Volumen: I, Periodo: Enero-Diciembre 2016. Recuperado de: . Sin DOI.

Cantú, M. (2013). *Bioética e investigación en salud*. México: Trillas.

Frenk, J. Trasplante de órganos, acción eficaz que demanda solidaridad, en: *Detrasplantes*. Revista del Centro Nacional de Trasplantes, Núm.10, 2006, julio-diciembre. Recuperado de: <http://www.cenatra.gob.mx/revistas/DETRASPLANTES10.pdf>. Sin DOI.

García, G. (2008). *Normativa en Bioética, Derechos Humanos, Salud y Vida*. México: Trillas.

Ley General de Salud -LGS.- Congreso de la Unión. Cámara de Diputados. Recuperado de: . Sin DOI.

Lucas, R. (2006). *Bioética para todos*. México: Trillas.

Villegas, M. (2018). *Michoacán: 40 trasplantes de órganos al año; 595 pacientes en espera*, en *Quadratin* Agencia Mexicana de Información y Análisis. Recuperado de: . Sin DOI.



# Obesidad infantil en México, un desafío de Salud Pública

Candy Ramírez-Hernández; Dallely Aguilar-Méndez  
y Magdalena Lozano-Zúñiga

Maestría en Enfermería y Salud Pública, Facultad de Enfermería UMSNH. Morelia, Michoacán, México.  
Contacto: ramirezhernandez.c@hotmail.com



Figura 1. "La nutrición óptima es comer las cosas adecuadas, en las porciones adecuadas, en el momento adecuado", fotografía de: Nancy García.

**Introducción:** La obesidad infantil es una enfermedad crónica caracterizada por alteraciones metabólicas e incremento de la grasa corporal (Bermejo et al., 2016). Esta condición está asociada a múltiples factores: genéticos, culturales, sociales, biológicos y de comportamiento (Alba, 2016). Actualmente, es un problema de salud pública en México y en el mundo debido a su incremento alarmante y a las consecuencias que genera en la calidad de vida de quien la padece (Ortega, Noguera & Aguilar, 2016). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017), tan sólo para el año 2016 se registraron más de 41 millones de casos de niños con sobrepeso y obesidad afectando principalmente a países de medianos y bajos ingresos.

En México, según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2016), tres de cada diez menores en edad escolar, presentan sobrepeso u obesidad, lo que repercute en instituciones de salud como el Instituto Mexicano del Seguro Social y la Secretaría de Salud, al generarse gastos no previstos, puesto que más allá del enfoque biológico, implica aspectos psicológicos, sociales y culturales (Arzate, 2016). Además, influye en el desarrollo de enfermedades durante la edad adulta, como diabetes mellitus, hipertensión arterial y arterioesclerosis (Visiedo et al., 2016).

**Resumen:** La obesidad infantil es una enfermedad crónica determinada por alteraciones metabólicas, considerada un problema de salud pública en México y en el mundo, debido a su incremento alarmante y a las consecuencias que genera en la calidad de vida de quien la padece. México es líder mundial en obesidad infantil. Por ello, representa un desafío de salud, al grado de requerir implementar programas que favorezcan el desarrollo saludable del infante. El objetivo de este artículo es reflexionar sobre la problemática actual de salud referente a la obesidad infantil en México. El abordaje de la obesidad infantil deberá centrarse en la promoción y educación para la salud, mediante estrategias que resalten la importancia del ejercicio y de una alimentación sana, por lo que la participación del equipo de salud en la atención primaria, es fundamental.

**Palabras clave:** prevención y control, obesidad pediátrica, personal de salud.

Aunado a ello, representa un desafío de salud, ya que se requiere implementar estrategias enfocadas en la prevención y tratamiento de la obesidad, así como acciones que favorezcan el desarrollo saludable del infante, sin embargo, existen pocos estudios enfocados a ello.

Cabe resaltar que la alimentación y ejercicio del infante son esenciales para un adecuado crecimiento y desarrollo del mismo, de manera que los programas deberán centrarse en el fomento de conductas saludables (García et al., 2017). Asimismo, es primordial hacer énfasis en la promoción de prácticas de ejercicio, dado que el sedentarismo es una causa social que propicia la obesidad (Jaimovich et al., 2016). Por tal motivo, el presente documento tiene como objetivo reflexionar sobre la problemática actual de salud referente a la obesidad infantil en México.

## Políticas públicas sobre prevención de obesidad infantil en México

Las políticas públicas se orientan en dos aspectos fundamentales, el primero de ellos está destinado a la promoción de una alimentación saludable y el segundo está enfocado en promover las actividades físicas, sin embargo, para establecer planes de acción se requiere contar con la participación del gobierno nacional, de manera que se cumpla con los estándares de calidad, infraestructura y recurso suficiente para su fundación (Mussini & Temporelli, 2013).

De acuerdo a lo establecido por la Secretaría de Salud (2013), la implementación de programas para prevención, detección y diagnóstico temprano de obesidad infantil son un desafío para el sistema de salud en México, debido a la prevalencia de esta enfermedad no transmisible caracterizada por ser uno de los factores principales de morbilidad y mortalidad en el país.

El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), tiene como finalidad contribuir en el desarrollo del niño, por lo que diseñó una plataforma integral, basada en la búsqueda de programas sectoriales, entre ellos el de nutrición. Por ello, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura hace referencia a la importancia de reforzar las campañas de promoción sobre una alimentación sana.

En México se contempla en el artículo 4° de la Constitución Política, que toda persona tiene derecho a la protección de la salud. Del mismo modo, en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 se establece la promoción de una protección social que garantice al individuo el acceso a los servicios de salud y con ello evitar problemas inesperados que repercutan de manera negativa en el desarrollo de la persona.

Asimismo, la Norma Oficial Mexicana 031 establece los criterios para mejorar la



Figura 2. “¿Gorditos o enfermos?, la obesidad infantil en México”, El Herald de Saltillo, 2015.



Figura 3. “El hambre y la obesidad en América Latina, dos caras de la misma moneda”, UNICEF/LeMoyne.

salud del niño a través de la implementación de programas de prevención y control de las principales enfermedades que pueden afectarlos, de igual forma, el Gobierno Federal ha normado el control de la nutrición mediante una adecuada vigilancia del crecimiento y desarrollo del infante.

### Panorama epidemiológico de la obesidad infantil en México

Desde el año 1998, la OMS reportó a la obesidad como un problema mundial. Actualmente, la obesidad infantil es considerada la epidemia del siglo XXI, convirtiéndose en un desafío importante de salud, dado que México representa una de las naciones con mayores índices de sobrepeso y obesidad (Almolda, Furuya & Grijalva, 2014).

Según lo establecido por la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2016), en el año 2012 la prevalencia de sobrepeso y obesidad en infantes de 5 a 11 años era de 34.4 %, con mayor incidencia en zonas rurales. La Secretaría de Salud refiere que México es líder mundial en obesidad infantil, tan sólo de enero a noviembre del 2014 se registraron 35 mil 157 casos nuevos. Por tal motivo, resulta conveniente incrementar estrategias que contribuyan a detener el crecimiento acelerado de dicha problemática, ya que de continuar con ese ritmo se afectará en el mundo a un total de 70 millones de infantes (Gómez, 2016).

La OMS calcula que la mortalidad causada por diabetes aumentará a 50% en los próximos 10 años; adicionalmente, se incrementará la aparición de otras enfermedades crónicas no transmisibles

que repercutirán de manera negativa en hombres y mujeres (Ortega-Cortés, 2013).

### Repercusiones de la obesidad infantil

Durante los primeros años de vida, la nutrición del infante es importante para un adecuado crecimiento y desarrollo del mismo, a su vez una inadecuada alimentación determina consecuencias metabólicas que pueden repercutir en la calidad de vida, por esta razón la obesidad infantil debe abordarse como una problemática alarmante al propiciar la aparición de enfermedades crónicas en la edad adulta (Cu et al., 2015).

Cabe resaltar que la obesidad no es un trastorno único, se acompaña de diversas alteraciones que inciden en la morbilidad y mortalidad a causa de la ocurrencia elevada de enfermedades cardiovasculares (Tarazona et al., 2017).

Una detección oportuna evitará el inicio de patologías como diabetes, problemas respiratorios y síndrome metabólico. Se requiere contribuir de manera eficaz a través de la promoción de hábitos saludables, concientización a la familia, para que sean ellos quienes ejerzan una participación activa en el desarrollo óptimo del infante, a través de la implementación de una nutrición adecuada y el fomento de prácticas de ejercicio (Alba, 2016).

### Conclusiones

La promoción y educación para la salud, deberá centrarse en estrategias que resalten la importancia de una alimentación adecuada e implementación de programas destinados al fomento de hábitos saludables. Estas acciones son

esenciales para contribuir en el abordaje de la situación mencionada, de la misma forma, la colaboración del equipo multidisciplinario de salud es de suma importancia, puesto que dentro de sus funciones está el transmitir a la población los conocimientos necesarios en materia de prevención y control de este problema, que hoy en día se está convirtiendo en una pandemia. Se deberán buscar tácticas innovadoras que permitan crear un cambio en los estilos de vida, alimentación y ejercicio, con ello se logrará disminuir la aparición de complicaciones que puedan repercutir en un futuro en la calidad de vida y salud de la persona afectada. Se sugiere a la población afectada consultar la guía de práctica clínica sobre prevención y diagnóstico de la obesidad infantil, la cual se encuentra en el catálogo de guías de práctica clínica: SS-025-08. <http://educads.salud.gob.mx>.

### Referencias

- Alba, R. (2016). Prevalencia de obesidad infantil y hábitos alimentarios en educación primaria. *Enfermería Global*. 15(2), 40-51. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/eglobal.15.2.212531>
- Almolda, E; Furuya, M & Grijalva, I. (2014). Obesidad infantil: un problema de salud. *Revista médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 52(1), 121-240. Disponible en: [http://revistamedica.imss.gob.mx/sites/default/files/pdf\\_interactivo/rm2014-suplemento1-flippingbook.pdf](http://revistamedica.imss.gob.mx/sites/default/files/pdf_interactivo/rm2014-suplemento1-flippingbook.pdf)
- Arzate, J. (2016). Obesidad infantil y narcisismo. *Revista Psicomotricidad, Movimiento y Emoción*. 2(2), 1-13. Disponible en: <http://cies-revistas.mx/index.php/Psicomotricidad/article/view/64/Pdf>
- Bermejo, A; Orozco, F; Ordóñez, J & Parga, C. (2016). Obesidad infantil, nuevo reto mundial de malnutrición en la actualidad. *Biociencias*. 11(2), 27-36. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6118646>



# Estrés, neurogénesis y tortugas marinas

Nancy Marisol Unda Díaz y Alma Lilia Fuentes Farías

Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA)-UMSNH. Morelia, Michoacán, México.  
Contacto: nancy.ma.diaz2602@gmail.com

**Resumen:** El estrés se define como una respuesta fisiológica a un estímulo que el organismo percibe como amenazante. En la naturaleza hay diferentes condiciones en que los animales se encuentran sometidos a estrés, como lo es el estar en posibilidad constante de ser depredado, la disponibilidad de alimento que a lo largo del año puede variar por cuestiones climáticas, o por las condiciones de conservación del entorno, el proceso de reproducción que implica competencia y el desarrollo que involucra retos fisiológicos constantes, que dependen en gran medida de todo lo anterior. Las tortugas marinas son un ejemplo de una población animal sometida a estrés principalmente por la actividad antropogénica. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UINC) considera a las 8 especies existentes de tortugas marinas como amenazadas o en peligro de extinción. Es por ello que durante décadas, se han implementado estrategias de conservación, siendo una de las principales la creación de viveros para la incubación de los huevos en nidos artificiales, es decir hechos por el hombre. Al respecto se ha especulado que la manipulación, rotación o vibración, a la que son sujetos los huevos durante su traslado, así como el ambiente de incubación artificial induce estrés crónico embrionario, que pudiera afectar de manera negativa el desarrollo del organismo. Existe evidencia de que el estrés crónico embrionario tiene efectos negativos a nivel fisiológico en los organismos, entre ellos, en los niveles de la hormona indicadora de estrés (conocida como, corticosterona, en reptiles), así como en la morfología de las neuronas de diferentes áreas del cerebro que presentan retraso en su desarrollo.

**Palabras clave:** Tortugas marinas, vivero, corticosterona.

## Estrés

¿Cuántas veces has escuchado la palabra estrés? ¿Te suena familiar? Estrés es una palabra que cotidianamente se usa. Se escucha tanto en el trabajo como en la escuela y hospitales. Es muy común oír hablar de estrés, de hecho se considera una enfermedad de la sociedad moderna. Te has preguntado ¿si los animales silvestres lo sufren? Antes de continuar preguntémosnos ¿Qué es el estrés? ¿Para qué sirve? y ¿Realmente es como piensa la mayoría, por entero negativo?

## El estrés ¿amigo o enemigo?

Un investigador llamado Selye en 1936 define al estrés como un factor de alarma, en donde el individuo presenta cambios conductuales y fisiológicos (a nivel hormonal y sistema nervioso central) para poder responder de una manera más adecuada hacia él estresor que comúnmente se define como una amenaza. El protagonista de la respuesta neuroendócrina al estrés es

el eje Hipotálamo, hipófisis o pituitaria, adrenal (HPA). ¿Cómo funciona este mecanismo? El organismo al detectar un evento amenazante genera por parte del hipotálamo un aumento en la liberación de la hormona liberadora de corticotropina (CRH) y arginina vasopresina (AVP). La presencia de estas sustancias, estimula a la hipófisis para que libere la hormona adrenocorticotropa (ACTH) a la circulación general del cuerpo. Esta actúa sobre la corteza de las glándulas adrenales o suprarrenales induciendo la síntesis y la liberación de glucocorticoides (Fig1.), cortisol en mamíferos o corticosterona en reptiles. Esta hormona actúa en diferentes órganos teniendo una función específica. El eje HPA en reptiles es similar a la descrita en otros vertebrados (Linch, 1995), incluye elementos similares como la liberación de la CRH, el cuál es un elemento clave del eje HPA presente en el cerebro de tortugas (Bugnon *et al.*, 1984) el cual es similar al de los mamíferos. Las neuronas

Camacho, I; Rodríguez, J; Oswaldo, E; Rodríguez, M; & Musalem, C. (2015). Prevalencia de obesidad en preescolares, escolares y adolescentes en el Hospital Regional Licenciado Adolfo López Mateos del ISSSTE. Revista Especialidad Médica Quirúrgica. 20(2), 152-157. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/quirurgicas/rmq-2015/rmq152e.pdf>

El Heraldo de Saltillo, (2015). ¿Gorditos o enfermos?, la obesidad infantil en México. Recuperado de <http://www.elheraldodesaltillo.mx/2015/12/16/gorditos-o-enfermos-la-obesidad-infantil-en-mexico/> García, P; Noyola, P; Hernández, M & Peralta, J. (2017). Orientación nutricional sobre el consumo adecuado de bebidas en escolares. Revista de Salud Pública y Nutrición. 16(2), 19-27. Disponible en: <http://respyn.uanl.mx/index.php/respyn/article/view/30>

Gómez, S. (2016). Prevalencia, determinantes y prevención de la obesidad infantil. Tesis Doctoral. 1-154. Disponible en: <http://www.tdx.cat/handle/10803/403607>

Jaimovich, S; Campos, C; Bustos, J; Campos, M; Lillo, V & Herrera, L. (2015). Efectos de una intervención on line en conductas de autocuidado asociadas a la alimentación. Enfermería global. 14(3), 72-83. Disponible en: <http://revistas.um.es/eglobal/article/view/206301/177201>

Mussini, M & Temporelli, K. (2013). Obesidad: un desafío para las políticas públicas. Estudios sociales. 21(41), 166-184. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/estsoc/v21n41/v21n41a7.pdf>

Norma Oficial Mexicana NOM-031-SSA2-1999, Para la atención a la salud del niño. México, DF. Diario Oficial de la Federación. Disponible: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/031ssa29.html>

Organización Mundial de la Salud. (2017). Datos y cifras sobre obesidad infantil. Nota descriptiva. [Internet]. [Citado 15 de octubre de 2017]. Disponible en: <http://www.who.int/end-childhood-obesity/facts/es/>

Ortega, D; Noguera, J; & Aguilar, H. (2016). Diseño de intervención conductual para mejorar hábitos alimenticios y actividades físicas en niños de edad escolar con obesidad. Jóvenes en la ciencia. 2(1), 85-89. Disponible en: <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/1004/643>

Ortega-Cortés, R. (2013). Costos económicos de la obesidad infantil y sus consecuencias. Revista Médica Instituto Mexicano Seguro Social. 52(1), S8-S11. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/4577/457745485003/>

Tarazona, M; Rosas, J; Salazar, J; Lozano, A., & Wilches, G. (2017). Factores de riesgo de sobrepeso y obesidad infantil en escolares de tres instituciones educativas de Cúcuta. Revista Inbiom. 4(1), 45-51. Disponible en: [http://ojs.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/INBIOM/article/view/2416/1296](http://ojs.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/INBIOM/article/view/2416/1296)

UNICEF & LeMoyne, (2018). El hambre y la obesidad en América Latina, dos caras de la misma moneda. Recuperado de <http://www.onunoticias.mx/el-hambre-y-la-obesidad-en-america-latina-dos-caras-de-la-misma-moneda/>

Visiedo, A; Sainz, P; Crone, D; Aznar, S; Pérez, F; Sánchez, R; Velázquez, F; Berná, J & Zamora, Z. (2016). Programas para la prevención de la obesidad en escolares de 5 a 10 años: revisión de la literatura. Nutrición Hospitalaria. 33(4), 814-824. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.375>

paraventriculares presentan terminales en la hipófisis que responde a la liberación de ACTH (Mancera *et al.*, 1991), lo cual se ha descrito en la adenohipófisis del lagarto *Cnemidophorus lemniscatus* (Del Conte, 1980).

Todo el proceso anterior descrito, en conjunto acelera el ritmo cardiaco, la respiración y aumenta la glucosa en todo el cuerpo con el fin de tener la suficiente energía para huir, escapar o ponerse a salvo. De esta forma el estrés, es considerado como amigo, es un proceso fundamental de supervivencia. Prepara al organismo para dar una respuesta adecuada a cualquier cambio que se perciba, como evento inusual o amenazante. El estrés ha sido un factor importante durante la evolución, ha permitido que especies de animales incluyendo la nuestra hayan sobrevivido; es por ello que Selye (1936), menciona que un poco de estrés es saludable. Pero ¿qué pasa cuando el estrés sobrepasa los límites adaptativos? ¿qué pasa cuando durante meses o años se está sometido a angustia o peligro?

### El enemigo y los animales silvestres

Si bien el efecto del estrés en los animales domésticos ha sido bien documentado, la severidad y el número de factores de estrés que afligen a los animales silvestres han sido subestimados. Te preguntarán si en verdad los animales sufren de estrés, e inmediatamente te vendrá a la mente ¡Claro, los animales en cautiverio! y sí, no te equivocas, las instalaciones en donde se encuentran es percibida como algo amenazante. Se sabe que los animales que se encuentran en cautiverio presentan mayor ansiedad e incluso muestran miedo. Pero ¿en la naturaleza?, lo más común es pensar que el único estrés al que están sometidos los animales es el que produce estar a merced del posible depredador. Sin embargo los animales

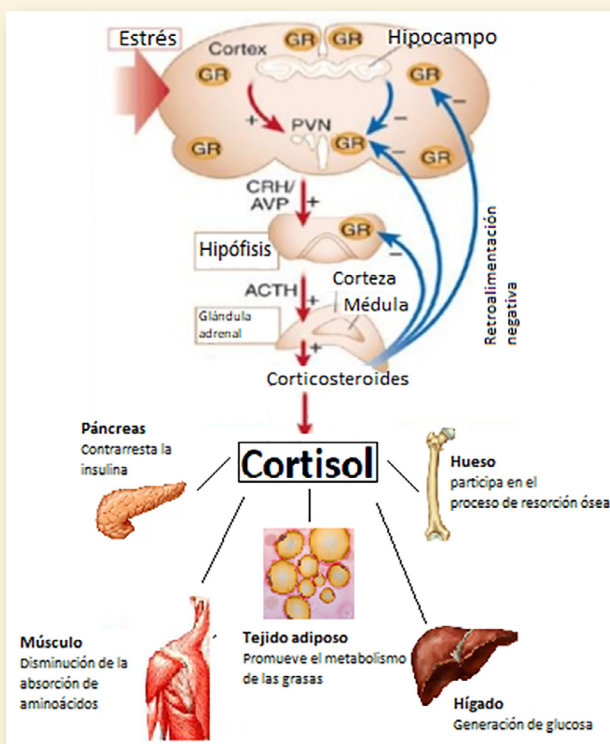


Fig. 1 Regulación del eje Hipotálamo-hipófisis-suprarrenal (HPA) de los glucocorticoides. El núcleo paraventricular hipotálamico (PVN) recibe información del hipotálamo sobre un estímulo y del hipocampo. El PVN libera hormona liberadora de corticotropina (CRH) y arginina vasopresina (AVP) en la circulación. CRH y AVP a través de la ruta vascular para acceder a la hipófisis, que responden con la liberación rápida de la hormona adrenocorticotrópica (ACTH). A su vez, la ACTH alcanza la corteza suprarrenal donde se activa la síntesis y secreción de hormonas glucocorticoides. Los glucocorticoides regulan la actividad del eje HPA, a través de la retroalimentación negativa actuando a nivel de la hipófisis donde inhiben la liberación de ACTH, y al nivel del PVN donde inhiben la liberación de CRH y AVP.

en su hábitat tienen que enfrentar circunstancias que suelen ser estresantes, como la competencia por alimento, competencia para reproducirse, enfermedades, etc. Sin embargo la causa principal es la perturbación del hombre en sus ambientes; que ha ocasionado pérdida de hábitat y contaminación en ellos, generando en los organismos presentan un estrés crónico, teniendo consecuencias muy negativas en las poblaciones.

De esto tenemos cierto grado de “conciencia” pero curiosamente hay ejemplos en donde al pretender proteger estamos dañando sin saberlo. En dicho contexto, el Laboratorio del Eco-fisiología Animal del Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA) se encuentra realizando estudios sobre las prácticas de conservación de tortugas marinas y si estas medidas generan estrés en las tortugas.

### ¡Las tortugas marinas se estresan!

La práctica de conservación mayormente llevada a cabo, no solo en México sino a nivel mundial, consiste en identificar los nidos creados por las hembras (NN), también llamados nidos naturales y trasladarlos a nidos hechos por el hombre (NH) o artificiales en una área de playa protegida denominada vivero (Fig. 2). Durante este proceso los huevos son expuestos a movimientos de rotación o vibración causada por la manipulación afectando el desarrollo de los organismos negativamente (Limpus *et al.*, 1979; Sönmez *et al.*, 2011).

Los resultados obtenidos de los estudios que se están llevando a cabo en el INIRENA demuestran que los embriones de la tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*) incubados en NH están sujetos a estrés crónico embrionario, ¿Las razones? El ambiente incubatorio del nido natural versus nido artificial parece ser muy diferente, es decir, al parecer la mano del hombre no ha podido semejar el nido que naturalmente la tortuga construye. Herrera-Vargas *et al.*, 2017, mostraron que efectivamente los embriones/fetos de tortugas incubadas en nidos de vivero sufren de estrés crónico embrionario con efectos negativos a corto y largo plazo en la salud de los individuos.

Otro aspecto que se ha abordado es el efecto del estrés crónico en el proceso de neurogénesis. La neurogénesis se define como el nacimiento y proliferación de neuronas nuevas en el cerebro (Lledo *et al.*, 2006). El estrés es un factor importante en la regulación de la neurogénesis. Se sabe que el estrés crónico puede ocasionar alteraciones en ciertos sistemas metabólicos, teniendo como consecuencia una disminución en la neurogénesis (Abush & Akirav, 2013). Se ha demostrado que la exposición a diferentes estímulos estresantes, como el olor de un depredador, un choque



eléctrico, la representación jerárquica en un grupo social, entre otros, disminuye la supervivencia de las nuevas células en el hipocampo (Dagyte *et al.*, 2009).

El proceso de neurogénesis es mucho más activo durante el desarrollo embrionario. Entonces, si ha sido demostrado que las tortugas golfinas incubadas en nidos hechos por el hombre presentan estrés durante su desarrollo, podríamos pensar que estas tortugas ¿presentan efectos negativos en el proceso de neurogénesis? La respuesta es sí. Nuestros estudios han demostrado que las tortugas que son incubadas en nidos hechos por el hombre presentan una disminución en el número de células nuevas en el cerebro (Fig3.).

El eje HPA en mamíferos y reptiles ha sido conservado durante la evolución y los mecanismos por los cuales es mediada su función fueron conservados a lo largo de su historia evolutiva (Ottaviani & Franceschi, 1998). Todo lo anterior en conjunto, nos lleva a concluir que las tortugas incubadas en NH serán tortugas que presentaran procesos de memoria y aprendizaje alterados (Bennett, 2008).

En conclusión, estos resultados sugieren que los huevos incubados de manera artificial son sometidos a estrés crónico durante su desarrollo, lo cual podría estar afectando al momento de la emergencia, incluso a lo largo de su vida. Por lo tanto la incubación artificial es una práctica que se debe de ejercer con mucho cuidado, teniendo en cuenta que la manera ideal de la incubación de los huevos sea de manera natural. Tomando en cuenta los efectos negativos de los viveros se deberán seguir realizando investigaciones, así como reforzar el manejo adecuado para la conservación de las tortugas marinas, no solo en México sino a nivel mundial.

Pues ahora ¡ya lo sabes!, Hay que cuidar el medio ambiente y a las poblaciones silvestres y ¡proteger!, pero de manera adecuada.

año 8, no. 13 julio - diciembre del 2018

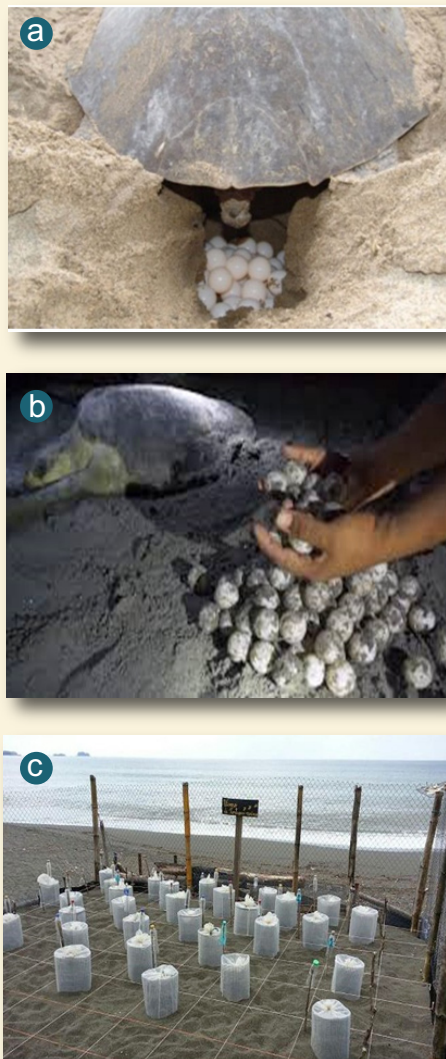


Fig. 2. Fotografía que muestra el desove de la tortuga marina (a), el traslado y manipulación de los huevos (b), huevos incubados en nidos hechos por el hombre (NH) en los viveros (c)

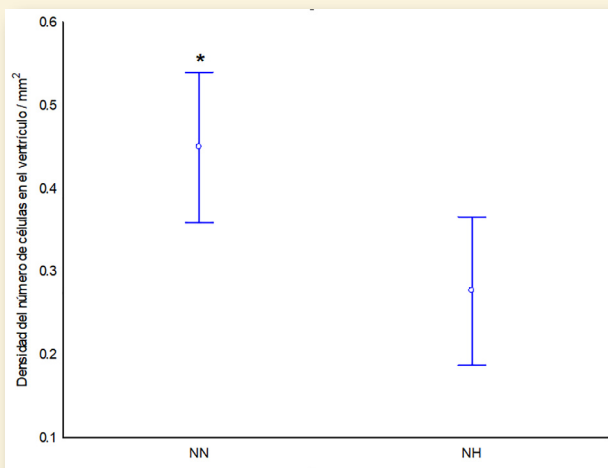


Fig. 3 Las tortugas incubadas en nidos hechos por el hombre (NH) presentan una menor densidad de células nuevas en el ventrículo lateral que las tortugas incubadas en nidos naturales (NN). La gráfica muestra el número de células nuevas generadas en el ventrículo lateral en NN y NH (ANOVA anidada  $F(1,26) = 7.84, *p = 0.0095$ ).

## Referencias

Abush H & I Akirav. (2013). Cannabinoids ameliorate impairments induced by chronic stress to synaptic plasticity and short-term memory. *Neuropsychopharmacology*, 38, 1521-1534.

Bennett, A. O. M. (2008). Stress and anxiety in schizophrenia and depression: Glucocorticoids, corticotropin-releasing hormone and synapse regression. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*, 42(12), 995-1002.

Bugnon, C., Fellmann, D., Gouget, A., Bresson, J. L., Clavequin, M. C., Hadjiyiassemis, M., & Cardot, J. (1984). Corticoliberin neurons: Cytophysiology, phylogeny and ontogeny. *J. Steroid Biochem.*, 20, 183-195.

Dagyte, G., Van der Zee, E. A., Postema, F., Luiten, P. G., Den Boer J. A. & Trentani, A. (2009). Chronic but not acute foot-shock stress leads to temporary suppression of cell proliferation in rat hippocampus. *Neuroscience*, 162(4), 904-913.

Del Conte, E. (1980). Ultrastructure of the cell types of the anterior hypophysis in a lizard. I. Corticotrophs. *Arch. Anat. Microsc. Morphol. Exp.*, 69, 281-296.

Herrera-Vargas, Ma., A., Meléndez-Herrera, E., Gutiérrez-Ospina, G., Bucio-Piña, F. E., Báez-Saldaña, A., Siliceo-Cantero, H.H., & Fuentes-Farías, A.L. (2017). Hatchlings of the Marine Turtle *Lepidochelys olivacea* Display Signs of Prenatal Stress at Emergence after Being Incubated in ManMade Nests: A Preliminary Report. *Front. Mar. Sci.* 4:400.

Limpus, C., Valonna, B. & Miller, J. (1979). Movement induced mortality of loggerhead eggs. *Herpetologica*. 35:(4) 335-338.

Licht, P. (1995). Reproductive physiology of reptiles and amphibians. In E. F. Gibbons, Jr., B. S. Durrant, y J. Demarest (Eds.), "Conservation of Endangered Species in Captivity: An Interdisciplinary Approach" (pp. 169-186). Albany: State University of New York Press.

Lledo, P., M., Alonso, M. & Grubb, M., S. (2006). "Adult Neurogenesis and Functional Plasticity in Neuronal Circuits." *Nature reviews. Neuroscience* 7(3):179-93. Retrieved February 26, 2016.

Mancera, J. M., López Avalos, M. D., Pérez-Figares, J. M., & Fernández-Llrebz, P. (1991). The distribution of corticotropin-releasing factor immunoreactive neurons and nerve fibers in the brain of the snake, *Natrix maura*. Coexistence with arginine vasotocin and mesotocin. *Cell Tissue Res.*, 264, 539-548.

Ottaviani, O., & Franceschi C. (1998). A new theory on the common evolutionary origin of natural immunity, inflammation and stress response: the invertebrate phagocytic immunocyte as an eye-witness. *Domestic Animal Endocrinology* 15(5): 291-296.

Selye, H. (1936). A syndrome produced by diverse nocuous agents. *Nature*, 138, 32.

Sönmez B., Turan, C., & Özdilek, S. (2011). The effect of relocation on the morphology of Green Turtle, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), hatchlings on Samandag beach, Turkey (Reptilia: Cheloniidae) *Zoology* 52: 29-38.



# MIGRACIÓN DE LA MARIPOSA MONARCA AMENAZADA POR EL CAMBIO CLIMÁTICO

Nancy Izquierdo-Calderón<sup>1</sup>, Cuauhtémoc Sáenz-Romero<sup>2</sup>  
y Eligio García-Serrano<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Biología, UMSNH. <sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, UMSNH,

<sup>3</sup>Fondo Monarca. Morelia, Michoacán, México.

Contacto: lassie\_147@hotmail.com

**Resumen:** En marzo del 2016 una tormenta invernal acompañada de fuertes vientos y temperaturas por debajo de 0 °C provocó la mortandad del 31-38% de las mariposas Monarca y la pérdida de 54 hectáreas de bosque en la de la Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca. Aunque ninguna mariposa vive lo suficiente como para hacer el viaje de ida y de regreso, una reducción en el número que logra salir de los territorios invernales muchas veces resulta en un declive en aquellas que regresan el año siguiente. En este artículo describimos esta fuerte tormenta, así como los riesgos y efectos potenciales que provocó dentro del bosque de oyamel. El cambio climático es ahora una de las principales amenazas que enfrenta el fenómeno migratorio de la mariposa Monarca.

**Palabras clave:** Tormenta invernal, fuertes vientos, mortalidad, fenómeno migratorio.

## Introducción

El cambio climático es un fenómeno que produce alteración en los patrones de temperatura y precipitación debido al incremento de gases de efecto invernadero. Constituye una de las grandes preocupaciones a nivel

mundial debido a los riesgos y efectos que puede causar.

El cambio climático y los bosques están íntimamente ligados. Por una parte, los cambios que se producen en el clima mundial están afectando a los bosques debido a que las temperaturas medias anuales son más elevadas, una consecuencia del cambio climático para

los bosques es el aumento de fenómenos meteorológicos extremos, que pueden causar una importante pérdida de árboles (FAO, 2006). Se estima que debido al cambio climático, entre el 20 y 30% de las especies de plantas y animales afrontarán un mayor riesgo de extinción. Ante el cambio climático algunas especies de mariposas han migrado para sobrevivir y conservar su especie tal es el caso de la mariposa Monarca (*Danaus plexippus* L.). Las Monarca son singulares porque protagonizan una de las migraciones más sorprendentes de la naturaleza. Este interesante fenómeno se inicia en el otoño, cuando en Canadá y el norte de Estados Unidos los días se vuelven más cortos, la temperatura desciende y las plantas de cuyas flores se alimentan las Monarca, empiezan su letargo invernal. Estos cambios ambientales son los responsables de la migración de la mariposa Monarca (Galindo & Rendón, 2005; Pleasants & Oberhauser, 2012).

## La mariposa Monarca una especie amenazada

La mariposa Monarca migra a México cada otoño desde Canadá y Estados Unidos para formar colonias de hibernación en los bosques templados de

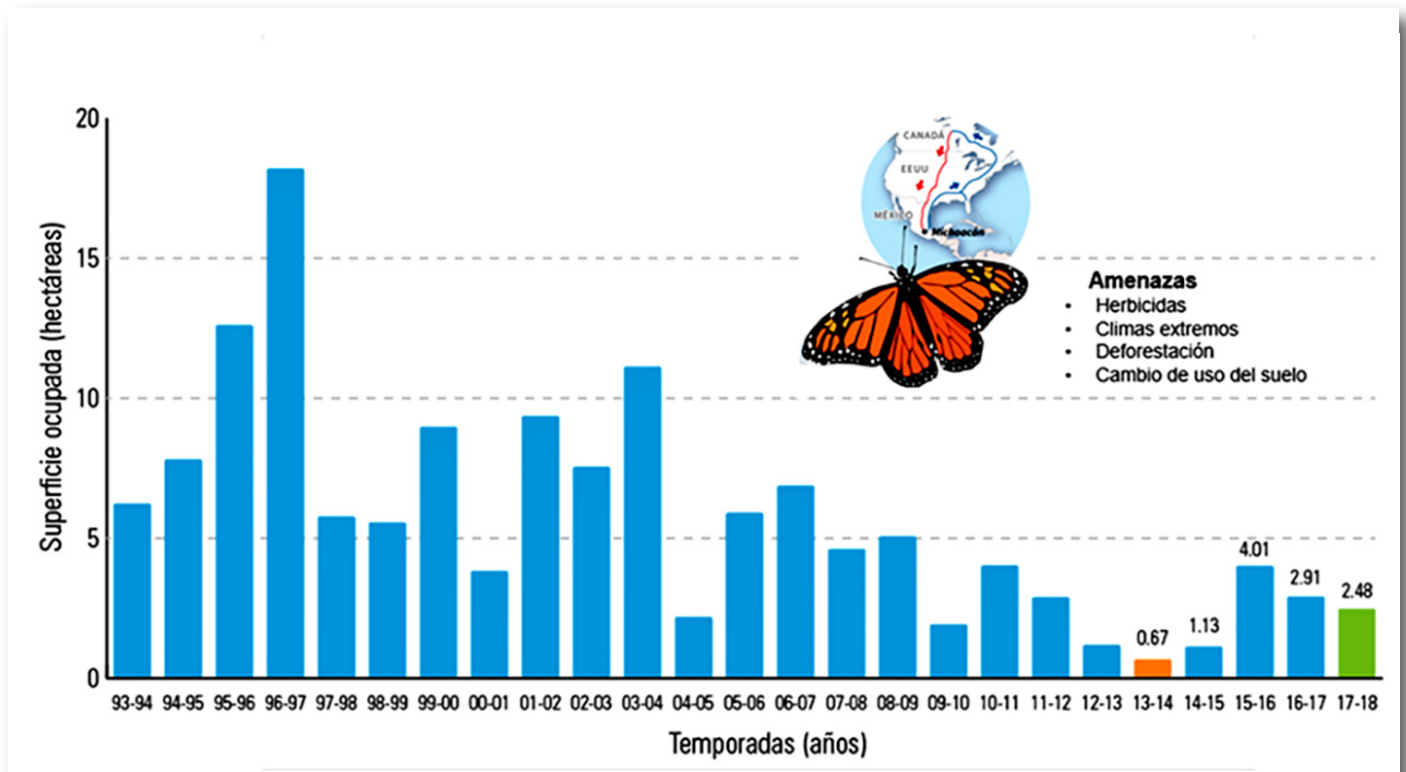


Figura 1. Superficie de bosque ocupada por colonias de mariposas Monarca en México, Temporadas 1993-1994 a 2017-2018 (WWF, 2018).



Figura 2. Tormenta invernal en marzo del 2016 causó la mortalidad del 31-38% de las mariposas Monarca (Brower *et al.*, 2017).

oyamel (*Abies religiosa*), localizados en las montañas del Eje Neovolcánico Transversal, entre los límites del Estado de México y Michoacán (Galindo & Rendón, 2005; Sánchez *et al.*, 2015). Las características “microclimáticas” de estos bosques de temperatura baja y humedad relativa alta, crean el clima propicio para esta especie (Alonso *et al.*, 1995; Galindo & Rendón, 2005).

Las poblaciones de la mariposa Monarca han experimentado circunstancias adversas y ajenas a su naturaleza a lo largo de sus rutas migratorias. Las principales amenazas que enfrentan son: el uso desmedido de herbicidas, cambio de uso del suelo, deforestación y degradación forestal. En México, la estructura y composición de los bosques de hibernación se han visto modificadas debido al manejo forestal, el uso doméstico de los recursos forestales, el cambio en el uso del suelo y a la tala clandestina (Galindo & Rendón, 2005). Existen riesgos adicionales en los bosques de oyamel debido al incremento de condiciones climáticas extremas que se han presentado en los últimos años en Canadá, Estados Unidos y México producto del cambio climático global (Galindo & Rendón, 2005; Posada-García, 2014; WWF, 2014; Sánchez *et al.*, 2015). La combinación de estas amenazas ha causado la dramática disminución en el número de mariposas que viajan cada año (Figura 1). Las mariposas Monarca no

se encuentran amenazadas como especie que podría desaparecer o extinguirse, lo que peligra es su fenómeno migratorio y los sitios de hibernación. En México las mariposas Monarca están dentro de la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo el estatus de protección especial (Denisse, 2010). Las mariposas Monarca son de vital importancia en el ciclo de la vida como agente polinizador y factor de equilibrio ecológico en los bosques que habitan.

### **El cambio climático amenaza el fenómeno migratorio y sitios de hibernación de la mariposa Monarca.**

Una fuerte tormenta invernal en marzo del 2016 golpeó a la Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca (RBMM). Fue única porque estuvo acompañada por vientos de alta velocidad, que eliminaron la protección térmica normal proporcionada por el bosque de oyamel. Aparentemente, las temperaturas bajo la cubierta de los árboles se igualaron en todo el bosque y se fusionaron con las temperaturas ambientales nocturnas más frías de las áreas abiertas. La tormenta fue de lluvia y nieve con una poderosa y sostenida tormenta de viento, seguida por una congelación letal que provocó la mortandad del 31-38% de las mariposas Monarca (Figura 2) y la pérdida de 54 hectáreas de bosque (WWF, 2016; Brower *et al.*, 2017).

Aproximadamente 20,000 árboles fueron derribados en la Reserva, con un volumen total de aproximadamente 30,000 m<sup>3</sup> de madera y muchos otros fueron seriamente dañados (Figura 3). Esta pérdida de cobertura vegetal de las copas disminuyó la protección microclimática normal proporcionada por el bosque intacto. Diversas investigaciones han demostrado que el ecosistema intacto del bosque de oyamel proporciona protección “microclimática” para las mariposas Monarca, que hibernan actuando como una “manta” que sostiene el calor durante las frías noches invernales debajo del dosel forestal y como un “paraguas” que previene que las alas de las mariposas se mojen durante una lluvia invernal y después se congelen durante la noche y como fuente de calor que irradian los troncos, lo que también protege a las mariposas de la congelación (Brower *et al.*, 2017). Aunque tormentas de invierno han golpeado el área de hibernación en años pasados (Calvert *et al.*, 1983), la tormenta en marzo del 2016 fue excepcionalmente severa, con un viento intenso y continuo en combinación con lluvia, nieve y temperaturas letales.

El cambio climático es una amenaza para las colonias de la mariposa Monarca. Existen algunas predicciones que sugieren una elevación en las temperaturas y un decremento en precipitación y en consecuencia la temperatura media anual en las montañas del Estado de México y Michoacán cambiará drásticamente, poniendo en riesgo los sitios de hibernación de la mariposa Monarca.

### **Conclusión**

A pesar de todo el esfuerzo que realizan las mariposas Monarca durante su viaje de millones de kilómetros cada año para llegar a los bosques templados de oyamel en México, escapando del frío de Canadá y Estados Unidos durante el invierno para poder sobrevivir y conservar su especie y de riesgos y problemas que enfrentan durante su migración, hoy ya no es suficiente. Las mariposas Monarca cada vez se han visto más amenazadas por el cambio climático que causan eventos meteorológicos extremos, como fue la tormenta invernal jamás registradas dentro de la RBMM. El cambio en el clima





Figura 3. Arbolado derribado por la tormenta invernal (Foto de Nancy Izquierdo).

amenaza el bosque de oyamel y la degradación ambiental de los recursos naturales de la RBMM.

El problema de la deforestación y reducción del bosque de oyamel que se ha venido manifestando en los últimos años, amenaza la supervivencia del fenómeno migratorio de la mariposa Monarca, por ello acciones de conservación, protección y restauración dentro de las áreas de hibernación y reproducción ahora son aún más importantes para la sobrevivencia de la Monarca (WWF, 2016). Si no se implementan medidas de conservación efectivas en Canadá, Estados Unidos y México inmediatamente, el fenómeno migratorio de la mariposa Monarca quizá pronto se convertirá en historia biológica. La mariposa Monarca es una de las especies que más ha reducido su población en los últimos años por ello, dependen de hallar bosques relativamente bien preservados para lograr su conservación y sobrevivencia y puedan responder mejor a estos eventos climatológicos extremos.

En particular, el fenómeno migratorio

de la mariposa Monarca debe conservarse pues estos insectos son esenciales en el proceso de polinización del planeta, mientras que los bosques donde hibernan aportan servicios ambientales como captación de agua, resguardo de la biodiversidad y fijación de carbono.

#### Referencias

Alonso, A.M., Rendón, E.S., & Montesinos, E.P. (1995). *Realidades energéticas de la mariposa Monarca*. Ciencias, núm. 39, 48-49 pp. Biodiversidad Mexicana. (2015). *La Monarca llega a México*. Disponible en <http://www.biodiversidad.gob.mx/>. Brower P.L., Williams H.E., López-Jaramillo, P., Kust R.D., Slayback A.D. & Ramírez M.I. (2017). *Butterfly mortality and salvage logging from the march 2016 storm in the monarch butterfly biosphere reserve in México*. American Entomologist, 63(3):151-164. Calvert, W.H., W.Zuchowski, & L.P.Brower. (1983). *The effect of rain, snow, and freezing temperatures on overwintering monarch butterflies in Mexico*. Biotropica, 15(1): 42-47. Denisse, S. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010: *Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo*.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). (2006). *Los bosques sufren fenómenos meteorológicos extremos y más incendios*. Disponible en [http://www.fao.org/newsroom/es/focus/2006/1000247/article\\_1000249es.html](http://www.fao.org/newsroom/es/focus/2006/1000247/article_1000249es.html). Galindo, C.L., & Rendón, E.S. (2005). *Danaidas: Las maravillosas Mariposas Monarca*. WWF México/Telcel. Méndez, E. (2016). *Tormenta invernal afectó a mariposa monarca en Michoacán*. Excelsior (National). Disponible en <http://www.excelsior.com.mx/nacional/2016/03/11/1080289>. Posada-García, M. (2014). *Se reduce drásticamente el arribo de Mariposas Monarcas a México*. La Jornada sin fronteras. Disponible en <http://www.jornada.unam.mx/2014/01/30/ciencias/a02n1cie>. Pleasants, J.M. & Oberhauser, K.S. (2012). Milkweed loss in agricultural fields because of herbicide use: effect on the monarch butterfly population. *Insect Conservation and Diversity*, 6(2):135-144. Sánchez, V.C., Flores, J.M. & Rendón, E.S. (2015). *Conservando a la Mariposa Monarca*. Academia de Ciencias de Morelos, A.C. Disponible en <http://www.academiacienciasmorelos.com.mx/content/conservando-la-mariposa-monarca>. WWF. (2014). *La migración de la mariposa monarca en riesgo de desaparecer*. Disponible en <http://www.wwf.org.mx/noticias/?uNewsID=276153>. WWF. (2016). *Disminuye 40% la tala clandestina en la Reserva Monarca*. Disponible en <http://www.wwf.org.mx/noticias/?uNewsID=324152>. WWF. (2018). *Superficie forestal ocupada por las colonias de hibernación de la mariposa Monarca en México durante Diciembre 2017*. Disponible en <http://www.wwf.org.mx/noticias/?uNewsID=324152>.



# Bacterias endófitas de plantas y su posible repercusión en la salud humana

Daniel Rojas-Solis y Gustavo Santoyo Pizano

Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, UMSNH. Morelia, Michoacán, México.  
Contacto: daniel\_rojas21@hotmail.com

**Resumen:** Las bacterias constituyen al grupo más representativo de los microorganismos unicelulares, y se encuentran presentes de forma natural en nuestro ambiente, incluyendo los alimentos. El siguiente artículo se enfoca en las bacterias patógenas para el hombre que viven dentro de las plantas y que para éstas no representan mayor riesgo (bacterias endófitas), que son capaces de trasladarse a los alimentos que consumimos día con día, a través de diversas fuentes, como son: el uso de estiércol como fertilizante, el riego de cultivos con agua contaminada, contacto con heces fecales, así como su propagación a través de insectos, plagas y hongos. La mayoría de las bacterias endófitas que llegan a nuestros alimentos y que ocasionan enfermedades están representadas por las bacterias entéricas (microorganismos que habitan generalmente el intestino de animales y personas), entre los que destacan los géneros *Salmonella*, *Listeria* y *Escherichia*, sin embargo, no son los únicos y la sintomatología que causan es muy diversa. Son necesarias diversas condiciones para que una bacteria endófitas pueda representar un riesgo serio para la salud humana.

**Palabras clave:** bacterias endófitas, alimentos, salud humana.

verdad, dentro de las plantas viven una infinidad de microorganismos, incluyendo bacterias de las especies más conocidas como patógenos oportunistas, incluyendo *Salmonella enterica*, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio cholerae*, *Pseudomonas aeruginosa* o *Staphylococcus aureus*, los cuales potencialmente pueden causar diversas enfermedades en las personas.

Estas bacterias que viven dentro de las plantas, incluyendo los vegetales y frutas que consumimos, se les conocen como organismos endófitos. Una característica de ellos es que no causan enfermedades o daño a las plantas donde viven, aun cuando se encuentran habitando en los diferentes tejidos, como las raíces, tallos, hojas, flores y frutos (Akhtyamova, 2013). Pero ¿qué sucede si consumimos estos vegetales que contienen endófitos patógenos de humanos? ¿son realmente una amenaza para nuestra salud? A continuación revisaremos algunos datos interesantes que nos harán evaluar si de verdad es un riesgo consumir estos alimentos.

En su mayoría las bacterias que pueden causar enfermedades en humanos son consideradas como oportunistas (organismos que no suponen un problema en la salud del hombre hasta que el sistema

## Introducción

Los alimentos que consumimos, incluyendo los vegetales, son reservorios comunes de patógenos potenciales que pueden causar diversas infecciones en los humanos, por lo que constituyen uno de los riesgos de salud pública más generalizados. Para combatir las

enfermedades causadas por la ingesta de alimentos, una de las recomendaciones es lavar y desinfectar bien las frutas y verduras. Sin embargo, la desinfección se realiza únicamente en la superficie de los vegetales, pero ¿sabías que aun así existen microorganismos patógenos que viven dentro de los tejidos de las plantas?, y que estos no son eliminados por la desinfección superficial. Pues es

Tabla 1. Bacterias patógenas oportunistas de humanos presentes en frutos y vegetales de consumo por el hombre.

Especie bacteriana	Enfermedades que causan al hombre	Frutos y vegetales hospederos	Referencia
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Endocarditis, neumonía, infecciones en vías urinarias, infecciones gastrointestinales y meningitis	Jitomate, zanahoria	Mahajan-Miklos et al., 1999
<i>Serratia spp.</i>	Conjuntivitis, queratitis, infecciones respiratorias, meningitis y endocarditis	Pepino	Kurz, 2003
<i>Staphylococcus aureus</i>	Infección de la piel, neumonía, septicemia	Zanahoria, cebolla y jitomate	Prithviraj, 2005
<i>Salmonella spp.</i> <i>Escherichia coli</i> 0157:H7	Gastroenteritis y salmonelosis	Jitomate, mango, espinaca, naranjas, lechuga	Deering, 2011
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	Infecciones sanguíneas	Cebolla	Nithya y Badu 2017
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	Asociado con conjuntivitis, queratitis, escleritis, celulitis y endoftalmítis	Zanahoria, cebolla y jitomate	Islam et al., 2016
<i>Enterobacter aerogenes</i>	Infección del tracto urinario, endocarditis, artritis séptica, e infección de la piel	Zanahoria	Regli y Pages 2015
<i>Enterobacter hormaechei</i>	Se asocia con infección en el torrente sanguíneo	Zanahoria	Overbeek et al., 2014
<i>Pseudomonas stutzeri</i>	Neumonía, meningitis y septicemia neonatal.	Jitomate, pepino y cebolla	Miron et al., 2007
<i>Pseudomonas stutzeri</i>	Neumonía, meningitis y septicemia neonatal.	Jitomate, pepino y cebolla	Miron et al., 2007

inmunológico falla) y estas deben cumplir con ciertos criterios para caer dentro de esta categoría, como son: ser cultivables, antagonizar a otros organismos, ser altamente competitivos, presentar versatilidad en su nutrición, tener capacidad de formar biofilm (biopelículas formadas por microorganismos compuestas de exopolisacáridos), además de mostrar resistencia contra diversos antibióticos y toxinas (Berg et al., 2014), aunque estos patógenos usualmente no causan enfermedades en personas sanas, si representan un gran riesgo en personas inmunocomprometidas (condición en la cual la capacidad de un organismo para combatir infecciones se encuentra reducida) y esto podría resultar alarmante si consideramos que el número de individuos inmunocomprometidos se eleva continuamente en todo el mundo, de acuerdo con el Sistema de Vigilancia de Infecciones de los Estados Unidos de América, en 2002 el número de infecciones causadas a pacientes inmunocomprometidos por bacterias oportunistas fue de 1.7 millones (Klevens et al., 2007).

En la tabla 1 se enlistan algunas de las bacterias patógenas oportunistas de humanos que pueden hospedar algunas plantas de consumo por el hombre.

Aunque como mencionamos la mayoría de las bacterias que afectan la salud del hombre son en su mayoría oportunistas, existen algunas excepciones tal es el caso de *Bacillus anthracis* que es un patógeno obligado causante del ántrax y que puede colonizar cultivos de cebolla y jitomate (Ganz et al., 2014).

Dentro de las bacterias oportunistas, el grupo más representativo es el correspondiente a bacterias entéricas (microorganismos que habitan generalmente el intestino de animales y personas) entre las que causan mayor repercusión en la salud del hombre

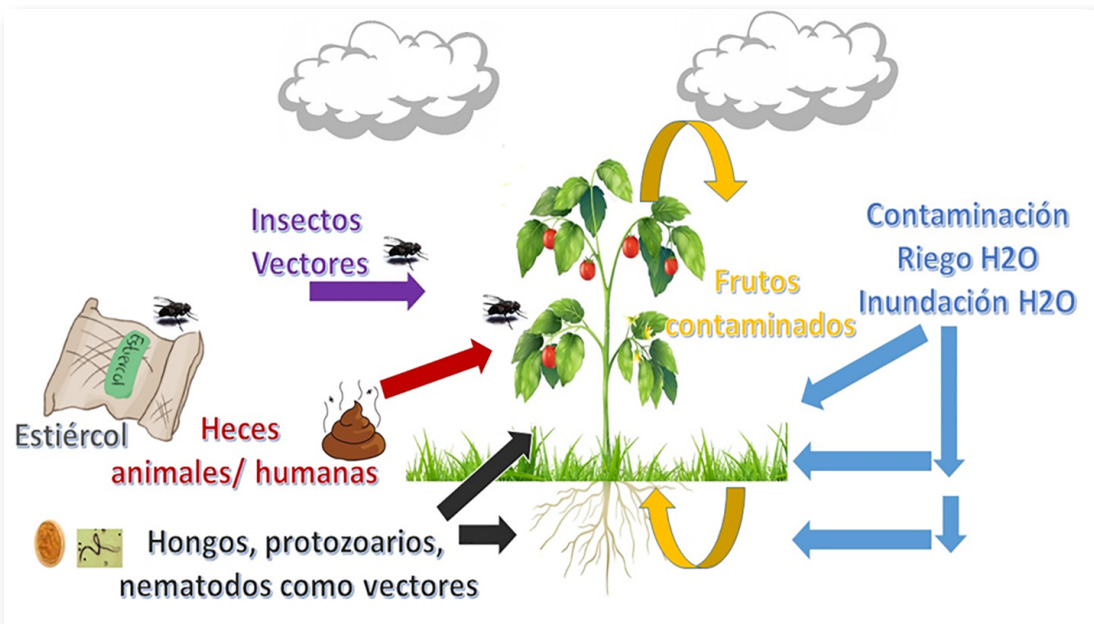


Figura 1. Factores que contribuyen a la contaminación de frutos y vegetales con bacterias patógenas de humanos (Modificado de Brandl, 2006).

podemos destacar a *Salmonella enterica* que es capaz de colonizar cultivos de alfalfa, jitomate y cebada e infectar un gran número de alimentos, responsable de causar Salmonelosis una enfermedad de preocupación mundial que se manifiesta con la aparición de fiebre, diarrea, cólicos abdominales, dolor de cabeza, náuseas y vómito y que en países como Estados Unidos de América y México es la enfermedad más común transmitida por alimentos (García et al., 2014).

Otro ejemplo lo tenemos en *Listeria monocytogenes* que ha sido vinculada a enfermedades potencialmente graves transmitidas por los alimentos como meningitis cuyos síntomas son la aparición de fiebre súbita, dolor de cabeza, rigidez en el cuello, náuseas y vomito o complicaciones como septicemia que es una infección en la sangre resulta potencialmente mortal (Farber y Peterkin, 1991), esta bacteria es capaz de colonizar inicialmente la rizósfera (porción del suelo que se encuentra influenciada por la raíz) de plantas de cebada para posteriormente colonizar los tejidos internos, ocupando apoplastos (espacios extracelulares por el que fluyen agua y otras moléculas) y la corteza interna de la planta (Kutter et al., 2005), hay evidencia además de que

la invasión de las raíces por bacterias patógenas de humanos podría conducir a la propagación sistémica y contaminación de semillas y frutos (Guo et al., 2001).

Muchos de los patógenos potencialmente oportunistas presentan una etapa de vida endofítica y algunas de éstos tienen la capacidad de promover el crecimiento de plantas como consecuencia de mecanismos directos e indirectos; la promoción directa se presenta cuando la bacteria facilita la adquisición de nutrientes esenciales o modula el nivel de fitohormonas (moléculas producidas dentro de la célula vegetal que regulan diversos procesos en las plantas), mientras que la promoción indirecta engloba a las bacterias que disminuyen el daño a las plantas después de la infección de un patógeno (Santoyo et al., 2016).

Un ejemplo de esto lo encontramos en *Stenotrophomonas maltophilia* CR71 y *Pseudomonas stutzeri* E25 dos patógenos oportunistas de humanos, que son capaces de promover el crecimiento de plantas de jitomate al ser inoculadas en la raíz además de inhibir el crecimiento de *Botrytis cinerea* un hongo patógeno de este cultivo (Rojas et al. 2018).

Esta dualidad que presentan las bacterias a ser potenciales patógenos en un organismo (humano) y por el contrario promover el crecimiento de otro (plantas) resulta de más interesante.

¿Pero cómo es que llegan estos patógenos de humanos a las plantas?

Se pueden destacar las siguientes formas en que las bacterias patógenas colonizan las plantas (Figura 1):

- El estiércol es comúnmente aplicado a los campos de cultivo empleándolo como fertilizante, además de las heces humanas y animales lo que les permite a las bacterias patógenas sobrevivir por periodos prolongados de tiempo pudiendo colonizar las plantas.

- Riegos de cultivos y aplicaciones de pesticidas con agua contaminada, que llegan a los cultivos favoreciendo su contaminación.

- Transmisión de bacterias patógenas a los cultivos por medio de insectos, hongos, protozoarios y nematodos como vectores actuando como un factor de contaminación antes de la cosecha (Brandl, 2006).

Pese a este panorama no debemos alarmarnos por la presencia de bacterias patógenas en nuestros alimentos, debido a que siempre han estado presentes, incluso la comida enlatada según la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos) presenta partes de insectos, áfidos y huevecillos y tienen valores máximos permisibles de acuerdo a las diversas normas establecidas, y lo mismo ocurre con las bacterias patógenas que mientras no rebasen un umbral (cantidad de unidades formadoras de colonias), no representan mayor daño su consumo, incluso para pacientes inmunocomprometidos, aunque por otra parte siempre es bueno tomar todas las medidas de higiene al momento de ingerir nuestros alimentos.

### Conclusiones y perspectivas

La aparición de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos asociados con frutas y

verduras ha recibido gran interés entre las agencias de salud pública, provocando una nueva ola de investigaciones en cuanto a la seguridad alimentaria y su relación con la contaminación microbiana de frutos y vegetales.

Para disminuir estos brotes es necesaria una mejora en las prácticas agrícolas y de consumo para disminuir el potencial de contaminación del producto, poniendo especial atención en las plantas, frutos y vegetales que son de mayor consumo por el hombre.

---

### Referencias

Akhtyamova, N. (2013). Human Pathogens on or Within the Plant and Useful Endophytes. *Cell and Developmental Biology*. 2:e119.

Berg, G., Erlacher, A., Samalla, K., Krause, R. (2014). Vegetable microbiomes: is there a connection among opportunistic infections, human health and our "gut feeling"? *Microbial Biotechnology*. 7-6:487-495.

Brandl, M. T. (2006). Fitness of human enteric pathogens on plants and implications for food safety. *Annual Review Phytopathology*. 44: 367-392.

Dacic, I., Morrison, D., Vukovic, D., Savic, B., Shittu, A., Jezek, P., Hauschild, S. (2005). Isolation and molecular characterization of *Staphylococcus sciuri* in the hospital environment. *Journal of Clinical Microbiology*. 43:2782-5.

Deering, J. A., Mauer, J. L., Pruitt, E. R. (2012). Internalization of *E.coli* O157:H7 and *Salmonella* spp. In plants: A Review. *Food Research International*. 45:567-575.

Farber, J. M and Peterkin, P. I. (1991) *Listeria monocytogenes*, a foodborne pathogen. *Microbiology Review*. 55: 476-511.

Ganz, H. H., Turner, W. C., Brodie, E. L., Kusters, M., Shi, Y., Sibanda, H., Torok, T., Getz, W. M (2014). Interactions between *Bacillus anthracis* and plants may promote anthrax transmission. *PLoS Neglect Tropical Diseases*. 8:2903.

Garcia, A V., Charrier, A., Schilcora, A., Bigeard, J., Pateyron, S., Moreau, M. L., Evrard, A., Mithofer, A., Magniette, M. L.,

Payant, I. V., Hirt, H. (2014). *Salmonella enterica* flagellin is recognized via FLS2 and activities PAMP-triggered immunity in *Arabidopsis thaliana*. *Molecular Plant*. 7:657-74.

Guo, X., Chen, J., Brackett, R. E., Beuchat, L. R. (2001). Survival of *Salmonellae* on and in tomato plants from the time of inoculation at flowering and early stages of fruit development through fruit ripening. *Applied Environmental Microbiology*. 67: 4760-4764.

Islam, S., Akanda, A. K., Prova, A., Islam, M. T., Hossain, M.M.(2016). Isolation and identification of plant growth promoting rhizobacteria from cucumber rhizosphere and their effect on plant growth promotion and disease suppression. *Frontiers in Microbiology*. 6:1-12.

Klevens, M. R., Edwards, J. R., Richards, C. L., Horan, T. C., Gaynes, R. P., Pollock, D. A., Cardo, D. M. (2007). Estimating health care-associated infections and deaths in U.S. hospitals. *Public Health Repots*. 122: 160-166.

Kurz, C. L., Chauvet, S., Andre's. (2003). Virulence factors of the human opportunistic pathogen *Serratia marcescens* identified by *in vivo* screening. *EMBO Journal*. 22: 1451-1460.

Kutter, S., Hartmann, A., Schmid, M. (2006). Colonization of barley (*Hordeum vulgare*) with *Salmonella enterica* and *Listeria* spp. *FEMS Microbiology Ecology*. 56: 262-271.

Mahajan-Miklos, S., Tan, M. W., Rahme, L. G. y Ausubel, F. M. (1999). Molecular mechanisms of bacterial virulence elucidated using a *Pseudomonas aeruginosa*-*Caenorhabditis elegans* pathogenesis model. *Cell*. 96: 47-56.

Miron, D., Keness, Y., Bor, N., Spiegel, R., Horowitz, Y. (2007). *Pseudomonas stutzeri* knee arthritis in a child: case report and review. 16:419-21.

Nithya, A. and Badu, S. (2017). Prevalence of plant beneficial and human pathogenic bacteria isolated from salad vegetables in India. *BMC Microbiology*. 17:64.

Overbeek, L. S., Doom, J. V., Wichers, J. H., Amerongen, A. V., Roermund, H. J., Willemsen, P. T. (2014). The arable ecosystem as bottle ground for emergence of new human pathogens. *Frontiers in Microbiology*.5:1-17.

Prithviraj, B., Weir, T., Bais, H. P., Schweizer, H. P., Vivanco, J. M. (2005). Plant models for animal pathogenesis. *Cell Microbiology*. 7: 315-324.

Regli, A y Pages J. M. (2015). *Enterobacter aerogenes* and *Enterobacter cloacae*; versatile bacterial pathogens confronting antibiotic treatment. *Frontiers in Microbiology*. 6:1-10.

Rojas, D., Zetter, E., Contreras, M., Rocha, M. C., Macias, L., Santoyo, G. (2018). *Pseudomonas stutzeri* E25 and *Stenotrophomonas maltophilia* CR71 endophytes produce antifungal volatile organic compounds and exhibit additive plant growth-promoting effects. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 13:46-52.

Santoyo, G., Moreno-Hagelsieb, G., Orozco-Mosqueda, Ma. Glick, B. (2016). Plant growth-promoting bacterial endophytes. *Microbiological Research*. 183: 92-99.



# Paradigmas ambientales del desarrollo y la sustentabilidad

El inicio de un largo camino

Dante Ariel Ayala Ortiz

Facultad de Economía, UMSNH. Morelia, Michoacán, México.  
Contacto: daao@fevaq.net

## Resumen

Transitar hacia los actuales modelos de desarrollo sustentable ha sido un camino largo, fundamentalmente transcurrido durante las últimas tres décadas del siglo XX, en cual se fue marchando desde las posiciones más radicales que sobre daban mayor peso a algunos de los aspectos del desarrollo (v.g. economía de frontera o ecología profunda), hasta posiciones que fueron conciliando la necesidad de incorporar una visión de mayor sustentabilidad a la relación entre ambiente, sociedad y economía. En este trabajo se presenta y analizan cinco de los principales paradigmas que guiaron este arduo camino hacia lo que hoy conocemos como desarrollo sustentable.

**Palabras clave:** Gestión ambiental, antropocentrismo, ecocentrismo.

misma depende de la medida en que es un instrumento para el bienestar del ser humano. Por el contrario, la posición no antropocéntrica parte de la idea de que la naturaleza posee un valor *per sé* (intrínseco), independientemente de la contribución de la misma al bienestar del individuo.

## 3. Paradigmas ambientales del desarrollo

En un documento que se ha convertido ya en un clásico, Michael E. Colby (1991), ha propuesto una clasificación sobre la evolución de los paradigmas de la relación entre ambiente y desarrollo; en esta propuesta se incluyen perspectivas de economía eminentemente neoclásica (*economía de frontera*) hasta posiciones ecologistas radicales (*ecología profunda*), así como otras posiciones intermedias (*protección ambiental, administración de los recursos y ecodesarrollo*) que han tratado de compatibilizar esta relación. Sin pretender exhaustividad, revisemos los aspectos centrales de cada uno de ellos. Es necesario mencionar que la importancia de presentar la clasificación de Colby radica en que ésta se ha convertido en el punto de partida para otras propuestas que discuten los paradigmas ambientales del desarrollo (ver Martínez y Figueroa 2014).

### 3.1 Economía de Frontera

De carácter fuertemente antropocéntrico y utilitarista, dentro de este paradigma se agrupan todos aquellos enfoques económicos dominantes hasta finales de los años sesentas. En este paradigma se tiene al proceso económico como un sistema cerrado con una relación circular entre producción y consumo, en el cual la

## 1. Introducción

Durante mucho tiempo, el desarrollo fue concebido como una función directa del crecimiento económico y de la cobertura de ciertos satisfactores básicos como alimentación, vivienda, educación, empleo y seguridad, entre otros (Zermeño 2004). Por fortuna, esta visión eminentemente utilitarista ha venido siendo cambiada en las últimas décadas por nuevas concepciones en donde el desarrollo involucra a otros planos como la cultura y el ambiente, así como el resarcimiento de otras necesidades y satisfactores sociales, psicológicos y espirituales (Piketi 2014).

En este sentido, los paradigmas ambientales del desarrollo intentan dar una explicación de la compleja relación que hay entre la sociedad y la naturaleza, al tiempo que orientar la forma en la que el humano interactúa con el entorno. Este artículo tiene como propósito presentar y analizar los principales modelos de la relación ambiente y desarrollo, para ello, en un primer apartado se analiza de forma general las dos grandes posiciones existentes en la relación hombre naturaleza y, posteriormente, se presenta la clasificación definida por Michael E. Colby al comienzo de los años noventa, con la cual se abre la discusión sobre los

paradigmas de la relación entre ambiente y desarrollo, como inicio de un largo camino en el que siguen surgiendo nuevos modelos.

## 2. Posiciones hombre-naturaleza

Para introducirnos en el tema de los paradigmas ambientales del desarrollo, es preciso que tener en cuenta, que su origen se establece a partir de la propia concepción o visión del hombre con respecto a la naturaleza. Sobre estas visiones de la relación hombre-naturaleza se desprenden dos corrientes: a saber: la posición *antropocéntrica* que por definición pone al hombre en el centro del interés, valorando a la naturaleza sólo a partir de la *utilidad* que aquél pueda obtener directa o indirectamente del entorno ambiental, concibiéndole a éste fundamentalmente bajo criterios economicistas; y la visión *no antropocéntrica*, en la que el interés central no está en el hombre, sino en el equilibrio ecosistémico (*ecocentrismo*), o en el sustento de la vida (*biocentrismo*), incorporando como componentes de valoración otros criterios de orden ecológico, ético y sociocultural (Peña y Cristache 2008).

De acuerdo a la posición antropocéntrica el valor de la naturaleza es instrumental, es decir, el valor de la



Figura 1. El antropocentrismo es la doctrina que en el plano de la epistemología sitúa al ser humano como medida y centro de todas las cosas, y en el de la ética defiende que los intereses de los seres humanos son aquellos que debe recibir atención moral por encima de cualquier otra cosa.

naturaleza está ajena a este sistema y es considerada sólo como fuente inagotable de recursos y como depósito de los desperdicios producidos por el proceso económico.

Dado que el progreso es asociado únicamente al crecimiento económico, los recursos naturales son considerados bienes gratuitos de libre acceso, y que cualquier limitación ambiental, ya sea en su función de provisión de materias como de depósito de desechos, puede ser totalmente superada gracias al ingenio humano y el desarrollo tecnológico. Desde esta perspectiva, no existe razón alguna para preocuparse por la cantidad de recursos extraídos del ecosistema, ni por la cantidad de desperdicios que se le depositasen.

No obstante, existe fuerte evidencia empírica en casi todos los ecosistemas intervenidos por el hombre, además de cuantiosa literatura, que dan muestra de que el mundo, dentro de esta perspectiva, se encuentra en sus límites (Morandin et al. 2015).

### 3.2 Ecología Profunda

Este paradigma surge en contraposición al paradigma de la Economía de Frontera, adoptando una posición sumamente crítica sobre los fundamentos culturales del mundo

occidental, dando énfasis a las cuestiones de carácter ético, cultural y espiritual de la relación hombre-naturaleza. Sus inicios se remontan a los años setentas con la propuesta del filósofo noruego Arne Naes (1976), que dio origen a un movimiento radical basado en un sistema de valores diferente, que reacciona frente al modelo imperante.

La Ecología Profunda rompe con el antropocentrismo y se inclina hacia una visión biocéntrica donde el hombre es colocado en una posición de subordinación a la naturaleza, y donde todas las especies tienen un valor intrínseco independientemente de ser o no útiles a los propósitos humanos. Sus temas básicos son la igualdad de especies, la reducción de la población humana, la promoción de la diversidad biológica y cultural, la planificación descentralizada, y el impulso a economías no orientadas hacia el crecimiento.

El sistema de gestión ambiental propuesto por este paradigma implica cambios profundos en los sistemas legales, políticos, económicos y sociales, sugiriendo el retorno a los estilos y niveles de vida vigentes antes de la Revolución Industrial; justamente lo poco práctico y anhelable para el común de las personas de esta propuesta constituye la principal crítica y limitante de este paradigma en términos de la sustentabilidad.

### 3.3 Protección Ambiental

Este paradigma surge hacia finales de la década de los sesenta, cuando los problemas ambientales de los países industrializados exigieron mayor atención, lo que trajo como consecuencia el debilitamiento del paradigma dominante en ese entonces -la Economía de Frontera-, aunque siguió conservando una visión antropocéntrica.

La estrategia de este paradigma consistió en la “economización” del medio ambiente, adoptando una serie de medidas de política ambiental traducibles a los esquemas básicos de costos y beneficios. Así, los mercados empiezan a ser intervenidos con la creación y aplicación de instrumentos típicamente económicos como los impuestos, pago de derechos, y subsidios basados en consideraciones ambientales (Azqueta 2007).

Los estudios de impacto ambiental se instituyen como una forma legal de evaluar los costos del deterioro ambiental, y se establecen niveles socialmente óptimos de contaminación, considerándose que ésta es un “mal necesario” del progreso, por lo que la sociedad debe estar dispuesta a aceptar ciertos niveles de contaminación que no frenen el desarrollo; así, el reto es conocer los umbrales de esa contaminación y degradación ambiental socialmente óptima (Azqueta 2007).

Así, por un lado, se crean organismos de gobierno encargados de la protección ambiental, del establecimiento de normas y estándares ecológicos, así como de la gestión del ambiente y los recursos naturales. Y por otro lado, se establecen grandes extensiones de territorio con características de interés ambiental que son decretadas como áreas naturales protegidas. En suma, este paradigma podría entenderse como la versión ecológizada del modelo de Economía de Frontera, tomando a la economía ambiental como la disciplina de soporte teórico e instrumental.

### 3.4 Administración de los Recursos

El crecimiento de los movimientos ecologistas internacionales y el surgimiento de los primeros acuerdos



Figura 2. Paradigmas del desarrollo y la sustentabilidad. Obsérvese que los paradigmas de la Protección ambiental, Administración de recursos y Ecodesarrollo, se inscriben en mayor o menor medida dentro de lo que se puede conceptualizar como desarrollo sustentable; en tanto que los paradigmas de la Economía de Frontera y Ecología Profunda, al ser posiciones radicales y dominadas por solo uno de los componentes del desarrollo, quedan fuera del marco del desarrollo sustentable.

internacionales sobre el medio ambiente, marcan el cambio de paradigma Protección Ambiental hacia la Administración de los Recursos.

Sin dejar de ser una visión antropocéntrica la que subyace a este paradigma, la Administración de los Recursos apuesta por un enfoque de eficiencia global que intenta “economizar a la ecología”, reconociendo que el deterioro de la naturaleza puede perjudicar a la economía y a la sociedad en su conjunto.

El tema central dentro de este paradigma lo constituye, sin duda, el concepto sustentabilidad que se convierte en la plataforma del desarrollo, al tiempo que en el freno necesario al desmedido crecimiento económico. La idea principal consiste en considerar necesaria una reducción en el consumo per cápita (a través de un incremento en la eficiencia) y la estabilización del crecimiento demográfico como requisitos para avanzar hacia la sustentabilidad. Desde el punto de vista teórico metodológico, la *economía ecológica* encuentra aquí su mejor espacio de acción al definirse a sí misma como la “ciencia de la gestión de la sustentabilidad” (Marozzi 2007).

### 3.5 El Ecodesarrollo

El paradigma del Ecodesarrollo surge en la década de los años setenta y se reconoce con un enfoque ecocéntrico (en el que hombre no está por encima ni por debajo de la naturaleza), que pretende

reorganizar las actividades humanas con el objetivo de crear sinergias con los procesos y servicios de los ecosistemas.

Desde esta óptica se supera la idea de que la economía se desarrolla en un sistema cerrado, y, por el contrario, se reconoce el modelo de economía biofísica, es decir, que la economía es un sistema abierto encajado dentro del ecosistema, donde los recursos biofísicos (energía, materias primas, y los ciclos ecológicos) fluyen del sistema ecológico al sistema económico, y la energía degradada y otros subproductos del proceso productivo fluyen de la economía hacia el ecosistema (Negrao 2002).

El ecodesarrollo no pretende encontrar soluciones universales, sino que se inclina hacia las soluciones originales que permitan compatibilizar la relación ambiente y sociedad, enarbolando no sólo la preocupación por el medio ambiente, sino también un fuerte compromiso por la equidad y la justicia social.

### 4. Consideraciones finales

Es difícil soslayar el hecho de que en el proceso de definir un modo de interacción con el medio ambiente, se está manifestando de hecho una determinada concepción moral y cosmovisión con respecto a la relación que el ser humano establece con la naturaleza. En este sentido, antes que definir nuestra posición sobre un particular modelo de desarrollo, es

imprescindible delimitar nuestra concepción de relación con el resto de la biosfera.

La evolución de los paradigmas ambientales del desarrollo propuestos por Colby permiten observar que, si bien su origen parte de dos posiciones radicalmente opuestas (i.e. progreso económico puro, por un lado, y conservación ambiental irrestricta, por otro), durante las últimas décadas estas posiciones han ido convergiendo hacia una visión menos radical, más incluyente y tolerante en el que ecología y economía se presentan como una mancuerna viable y deseable para el desarrollo sustentable, en el que se concilien las necesidades materiales, sociales, culturales y ambientales del ser humano con los requerimientos ecológicos específicos para el sostenimiento de las diversas forma de vida y expresiones de la naturaleza en el largo plazo, en un marco de ética y justicia social intra e intergeneracional.

### Referencias

Azqueta, Diego. 2007. Introducción a la Economía Ambiental. 2ª ed. Ed. Mc. Graw Hill. España. Capítulo 3: El valor del medio ambiente. Pp. 69-98.

Colby, Michael E. 1991. La administración ambiental en el desarrollo: evolución de los paradigmas. El Trimestre Económico. Vol. LVIII (3) Num 231. México. Julio-septiembre.

Goodland, Robert. 1997. La tesis de que el mundo está en sus límites. En Goodland et al. Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible: más allá del Informe Brundtland. 1ª ed. Ed. Trotta. Serie Medio ambiente. España. Pp: 19-36.

Martínez I., J.P. y A. Figueroa C. 2014. Evolución de los conceptos y paradigmas de la gestión ambiental ¿cuáles son sus limitaciones desde lo global?. Revista Ingenierías Universidad de Medellín. Vol 13, No. 24. Pp:14-27. Colombia.

Morandín, I., Contreras, A., Ayala Ortiz, D. A., & Pérez Maqueo, O. 2015. La sustentabilidad, evolución cultural y ética para la vida. Argumentos, 79 (Septiembre-diciembre), 169-188.

Negrao, Rachel. 2002. Gestión Ambiental. En: Karez y Repetto (Eds.) II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental. Oficina Regional de Ciencia de la UNESCO para América Latina y el Caribe. Uruguay. disponible en *Pena, Julio y Estela Cristeche. “La valoración de Servicios Ambientales: diferentes paradigmas”, Estudio Socioeconómicos de la Sustentabilidad de los Sistemas de Producción y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina 2008. Disponible en*

Piketty, T. 2014. Capital in the Twenty-First Century. Massachusetts: Harvard University Press

Zermeño, F. 2004. Lecciones de Desarrollo Económico. 1ª ed. Ed- Plaza y Valdés, México. 258 p.



## Introducción

La educación es una prioridad a nivel mundial ya que es uno de los pilares que mantienen la estabilidad en un Estado, siendo el proceso continuo de desarrollo en las facultades físicas, intelectuales y morales del ser humano, con el fin de integrarse mejor en la sociedad o en su propio grupo, es un aprendizaje para vivir.

El objetivo de la presente propuesta es promover la enseñanza de la mediación en los niños como forma de llegar a una resolución pacífica de conflictos. Para ello debemos entender que, para poder edificar una sociedad de pacífica, la niñez debe ser educada, entre otros, con los valores de solidaridad, colaboración, estar pendientes de las necesidades de otras personas y comunidades, reconocer cual es la verdadera riqueza y ayudar en el desarrollo de la nación y la resolución de conflictos (Valdés Pérez, 2018).

### La educación en la paz como vínculo de mejora social

Entendemos la mediación, como el acto de establecer un criterio regulador en la intencionalidad de dos fuentes argumentativas con la finalidad de establecer diferencias y similitudes a manera de balance, con la finalidad de establecer una conclusión sustentable para ambas fuentes argumentativas. En términos más sencillos, se establece una mediación cuando se llega a un punto de acuerdo entre dos personas que sostienen un alegato y entonces quedan satisfechos en el sentido de que cada quien está a gusto o conforme con la parte de razón que le ha tocado en la solución del conflicto.

El enfoque del presente artículo sobre la mediación está centrado en su enseñanza a los niños; es decir, en una educación tendiente a resolver los conflictos de forma pacífica e incluyente. La educación es un fenómeno que nos concierne a todos desde que nacemos. Los primeros cuidados maternos, las relaciones sociales que se producen en el seno familiar o con los grupos de amigos, la asistencia a la escuela, etc., son experiencias educativas, entre otras

# La enseñanza de la mediación en los niños como forma de resolución pacífica de conflictos

Wendy Reyes Vargas y María Elena Pineda Solorio

Facultad de Derecho y Ciencias Sociales – UMSNH. Morelia, Michoacán, México  
Contacto: w\_reyes\_vargas@hotmail.com

**Resumen:** La enseñanza de la mediación en los niños como forma de resolución pacífica de conflictos representa una alternativa eficiente y fácil de aplicar para la recomposición del tejido social en las comunidades escolares de nuestro país debido a que la educación es la forma más genuina en que transmitimos valores y conocimientos a las siguientes generaciones; por lo que ha de plantearse el siguiente cuestionamiento ¿Es posible la resolución pacífica de los conflictos a través de la enseñanza de la mediación a los niños? Y, de esta manera, encontrar los mecanismos para que por medio de la mediación, solucionen sus diferencias y obtengan beneficios mutuos.

**Palabras clave:** Enseñanza en los niños, paz, mediación de conflictos.

muchas, que van configurado de alguna forma concreta nuestro modo de ser (Navas, 2004).

Por eso es que todos deben preocuparse por la educación que reciben los niños en un Estado e identificar cuáles son los puntos a reforzar para solucionar los conflictos que pueden existir en una entidad. Los sistemas educativos están obligados a actualizarse para dar respuesta a los problemas que acontecen y mejorar la convivencia social; por ello ha menester el tener presente que educar con valores, como la mediación ante los conflictos, mejora la personalidad del niño, sus relaciones interpersonales y lo hace un mejor alumno.

La mediación no puede entenderse como una vigilancia constante, sino como un enriquecimiento de ideas y sentimientos donde los niños aprenden el uno del otro acerca de sus diferencias, se enseñan a resolver conflictos a través del diálogo y del juego. No se trata de no dejarlos solos. Con la mediación se debe conducirlos a través de una enseñanza respetuosa a que aprendan a desarrollar su propio criterio.

A través del juego, la mediación es más enriquecedora e importante en esta etapa para que los niños interactúen, es una actividad generadora de placer para ellos en la que el único propósito que tienen es divertirse. Pero para quienes están encargados de su educación,



Figura 1. El Juego, la mejor mediación. <https://maguared.gov.co/>

saben que su conocimiento irá más allá de la diversión, sino que, desde temprana edad, tendrán una visión de cómo resolver conflictos por sí mismos, sin sentirse frustrados, cuidando siempre que se encuentren en un entorno de paz.

Con frecuencia se escucha hablar de la paz, pero no se educa para la paz en el mundo capitalista y globalizado en el que vivimos, las escuelas están educando a los niños para la competencia, por lo que este modelo lleva a un mundo de guerra, ya que el conflicto aparece cuando se quiere imponer una idea, una necesidad particular y al no conseguirse lo que se desea se empieza a pelear con otro, el ganar o perder lo es todo para los alumnos actuales, a nadie le gusta perder, por lo que de ahí se genera el conflicto.

Se deben aplicar modelos educativos donde la solidaridad, el diálogo, la mediación, la paz, y la justicia formen parte de la enseñanza cotidianas del niño en las instituciones educativas, los profesores deben estar constantemente en talleres de actualización sobre este tema, para así tener las herramientas de cómo enfrentar los conflictos que se suscitan en las escuelas y resaltar las bondades de un entorno pacífico.

### Resolución pacífica de conflictos

Es obligación de los docentes conocer cuáles son las debilidades y fortalezas de sus estudiantes, así como también de la escuela donde laboran, distinguir las diferencias en temas personales del alumno, como tipos de familia, intereses extracurriculares, y crear empatía entre todos los compañeros de un grupo. En la educación de nuestro país, debemos enseñar a nuestros niños, que no se debe ganar o perder, pues se les enseña que hay mejores o peores alumnos, y se les debe enseñar que todos son “mejores alumnos”, si cada uno de ellos hace lo “mejor que puede hacer”.

Se les debe enseñar que la única competencia que deben tener es consigo mismo, aprender de los demás y ayudar a los demás, deben ser ellos mismos, valorarse y sentirse orgullosos de



Ilustración 2. La resolución de conflictos en la niñez es la base de una cultura de paz.  
<https://maguared.gov.co/>

quienes son. Se les debe enseñar que hay que ser perseverantes, que no todo es fácil en la vida, porque eso es lo que realmente los va a convertir en personas exitosas y no el que obtenga un 10 y sea lo único importante.

En muchos contextos de México aún prevalece la cultura de violencia; desafortunadamente donde hay violencia hay un conflicto no resuelto; es por ello la trascendencia de construir proyectos para la paz del futuro, en los que tengamos presente que en la mediación no se debe buscar vencer al otro, sino encontrar soluciones con beneficio mutuo. La UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, 1945) en el primer párrafo de la Constitución declara “Que, puesto que las guerras nacen en la mente de los hombres, es en la mente de los hombres donde deben erigirse los baluartes de la paz” (UNESCO, 2016).

También menciona “Que la amplia difusión de la cultura y la educación de la humanidad para la justicia, la libertad y la paz son indispensables a la dignidad del hombre y constituyen un deber sagrado que todas las naciones han de cumplir con un espíritu de responsabilidad y de ayuda mutua” (UNESCO, 2016).

Donde se puede percibir que es una necesidad imperante el hecho de que la paz es tema principal a nivel mundial, en el que todos los seres humanos debemos trabajar en ella todos los días, así como los gobiernos de todas las naciones para el fortalecimiento de la sociedad, y tener la garantía de contar con instituciones sólidas.

De igual manera, el Papa Juan XXIII en su encíclica *Pacem in Terris*,

menciona que la paz está muy relacionada con cuatro elementos: la verdad, la justicia, el amor y la libertad (Juan XXIII, 1963). En ello tiene razón el pontífice, pues en la medida en que un acto humano es honesto o verdadero, también comunica con justicia los sentimientos y valores que lo determinan. Y así, cuando se les enseña a los niños a mediar racional y emocionalmente sus conflictos con las demás personas que los rodean, se les ofrece al mismo tiempo un mejor futuro en donde resuelvan sus diferencias de forma pacífica e incluyente.

### Conclusiones

La educación siempre debe estar ligada con valores como la búsqueda de la paz, la libertad, la justicia que sean permanentes, para disminuir la violencia y evitar simulaciones que lo único que logran es crear un ambiente de hostilidad, con un Estado de Derecho frágil, no importa que se encuentre el país en una crisis económica fuerte, la prioridad debe ser siempre la educación porque es lo que forma el carácter del ser humano.

Los gobiernos a través de las Instituciones educativas deben crear programas de estudio donde se les enseñe a los niños que hay que evitar la guerra y trabajar por la paz, basándonos en el respeto a la dignidad y creencia de cada persona, ya que este respeto es que él va a garantizar la paz.

### Referencias

- Juan XXIII (11 de Abril de 1963). *Pacem in terris* numero 35. Obtenido de <https://www.google.com.mx/#q=pacem+in+terris+que+es>
- Navas. (2004). La educación como objeto de conocimiento. En & J. M. del Pozo Andrés, *Teorías e instituciones contemporáneas de educación*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- MaguaRed. *El Juego, la mejor mediación*. (2015). Obtenido de [HTTPS://MAGUARED.GOV.CO/JUEGO-MEDIACION/](https://maguared.gov.co/juego-mediacion/)
- UNESCO. (2016). [http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL\\_ID=15244&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=15244&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html).
- Valdés Pérez, V. H. (2018). *Ética para la paz en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*. En M. Pineda Solorio, M. T. Vizcaíno López, & V. H. Valdés Pérez, *Hacia una cultura nicolaita de la paz* (pág. 200). Morelia: UMSNH.



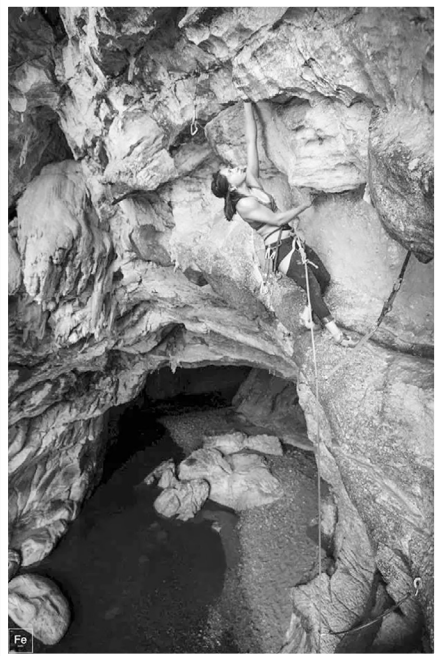


Figura 1. En esta foto aparece Mariana Fierro, considerada la mejor escaladora mexicana de la actualidad, por ganar un título centroamericano, varios títulos nacionales, así como numerosas participaciones en competencias internacionales.

# Lo que se desconoce sobre la participación deportiva de las mujeres y la importancia de creer en sus propias capacidades

Miriam Martínez Fuentes<sup>1</sup> y María Elena Rivera Heredia<sup>2</sup>

1. Escuela de Enfermería y Salud Pública de la UMSNH. 2. Centro Nicolaita de Estudios Migratorios de la UMSNH. Morelia, Michoacán, México.  
Contacto: mimiriam.mtz@gmail.com

**Resumen:** Durante los últimos años el papel de las mujeres en la sociedad ha cambiado radicalmente, ya que anteriormente para muchas de ellas las oportunidades de crecer y experimentar en actividades fuera del hogar eran nulas o escasas; en cambio, actualmente se amplía el panorama y aumentan las posibilidades para desarrollarse en distintos ámbitos. El propósito de este trabajo es describir cómo un recurso de tipo psicológico que se llama autoeficacia, ha venido impactando la participación de las mujeres en el ámbito deportivo, asimismo como el cambio de perspectiva de la sociedad sobre el papel y capacidad de las mujeres ha transformado la forma en como ellas se perciben, dándoles mayor impulso para que participen y se desenvuelvan favorablemente en las mismas. Se ha logrado al paso del tiempo desmitificar aquellas creencias sociales que impedían a las mujeres participar en competencias, torneos o campeonatos en, sin embargo, actualmente es posible constatar una mayor y más exitosa participación de las mujeres en actividades deportivas, lo que además del logro personal y social, trae consigo importantes beneficios para la salud.

**Palabras clave:** Autoeficacia deportiva, mujeres deportistas, participación deportiva.

## Introducción

Actualmente, casi todos conocen a una mujer deportista, o es muy posible que este texto llegue a manos de una mujer así. Sin embargo, hace no muchos años era poco probable conocer una mujer que entregara parte de su vida al deporte, pues algunas creencias y el papel que desempeñaban las mujeres de antes eran limitados a las actividades domésticas y cuidados de la familia.

En cuanto a las mujeres que se han sumado a la práctica de alguna actividad deportiva, detrás de cada una existen propósitos o motivos diferentes para realizar dicha actividad, entre los cuales están: los recreativos, competitivos, estéticos o de salud. Por consecuencia, pocas son las que desean desarrollar y descubrir sus habilidades deportivas para participar en competencias, o simplemente por el gusto de experimentar algo diferente ante nuevos retos físicos (Ballesteros, et al., 2016; Moreno-Murcia, Marcos-Pardo, y Húscar, 2016).

Pero, ¿por qué pocas mujeres suelen tener interés en desarrollar sus

habilidades deportivas? Existen varias respuestas, entre las cuales se encuentran: temor a ganar masa muscular, la asociación del deporte con la masculinidad, miedo a sufrir problemas de salud reproductiva, priorización a otro tipo de actividades relacionadas con labores domésticas, falta de apoyo económico, y falta de autoeficacia deportiva. De entre todas las anteriores, se hace énfasis en la falta de autoeficacia deportiva.

Y, ¿qué es la falta de autoeficacia deportiva? Según Bandura (1977) se refiere son “las creencias en la propia capacidad para organizar y ejecutar las acciones requeridas para manejar las situaciones futuras”. Es decir que detrás de la realización, práctica y éxito de una actividad está presente la capacidad de creer en <<sí mismo>>.

En efecto, generalmente ocurre que detrás de la elección de una actividad está presente la capacidad de creer en sí mismo. Por ejemplo, una persona podría decir “opté por estudiar economía porque me considero bueno para las matemáticas”; o “participo en las competencias de atletismo porque me considero con aptitud para correr”.

No obstante, a pesar del fuerte impacto que puede tener la percepción de autoeficacia en la vida de una persona, ésta solamente es un recurso de tipo psicológico y no lo es todo. Por lo cual, si no están presentes otro tipo de recursos, como lo son: el apoyo social, recursos económicos y materiales aumenta la posibilidad de dejar de creer en sí mismo, así como de perder la motivación y la esperanza; de manera tal que no se culmine en el éxito (Rivera-Heredia y Pérez-Padilla, 2012).

## Autoeficacia deportiva

Específicamente una persona con alta autoeficacia deportiva es aquella que cumple con los siguientes criterios: se caracteriza por su constancia y compromiso con la actividad física que realiza; considera su desempeño deportivo como bueno; conoce sus habilidades y aptitudes; cree que puede mejorar cada día más; y sobre todo experimenta emociones positivas durante su práctica (Cantón-Chirivella y Checa-Esquiva, 2012; Reigal y Videa, 2013). Posiblemente, estas características llevan a que los lectores se cuestionen sobre su propio desempeño y sus creencias sobre sus propias capacidades para lograr ser exitosos en las actividades que implican esfuerzo físico.



Figura 2. Enriqueta Basilio en la inauguración de los Juegos Olímpicos de México en 1968.  
<https://www.atletasla.com/2017/10/13/aniversario-de-los-juegos-olimpicos-mexico-1968/>

### **La participación de la mujer en actividades deportivas desde 1900**

La inserción de las mujeres en el deporte fue un suceso que se fue dando paulatinamente. Al inicio comenzaron a participar en disciplinas como el ballet o la gimnasia, y poco a poco se sumaron a otro tipo de disciplinas que eran consideradas propias de los hombres hasta lograr estar dentro de deportes como natación, atletismo, basquetbol, boxeo y halterofilia.

A continuación se presenta una breve reseña histórica de cómo fue aumentando la participación de las mujeres en el deporte a través de los años (Alfaro, 2002; Beltrán, 2012):

- Fue en el año de 1900 cuando las mujeres comenzaron a participar en las olimpiadas.

- En año de 1968 por primera vez una joven atleta fue asignada para llevar la llama olímpica, fue Norma Enriqueta Basilio de Sotelo en los Juegos Olímpicos de México.

- Para el año 2000, en los juegos Olímpicos de Sydney, las mujeres llevaron la llama olímpica en conmemoración de cien años de participación del género femenino en los juegos.

- Doce años después en este mismo evento ya se contaba con un 50% de participación de las mujeres, y por primera vez se incluye el boxeo femenino. En el caso de la escalada deportiva, fue en ese mismo año, el 2012 en el Torneo Mundial de Singapur cuando participan por primera vez mujeres musulmanas pertenecientes a países como: Arabia Saudita, Brunei y Qatar. Sus vestimentas cubrían la mayor parte de su cuerpo y rostro, pero empezaron a romper mitos y a hacer presencia en un deporte considerado por muchos años como exclusivo de los varones.

En definitiva, cada día son más las mujeres que se permiten desarrollar sus habilidades deportivas. Incluso, algunas de ellas rompen records y logran sobresalir en competencias de talla internacional, mundial y en Juegos Olímpicos. Por lo que es de reconocer y admirar no solo su logro deportivo, sino también su continua lucha contra la discriminación y la falta de apoyo (Fernández-Luque, 2015).

### **Conclusión**

Queda mencionar que el aumento de la participación de mujeres en el ámbito

En cuanto a la percepción de autoeficacia deportiva entre hombres y mujeres, generalmente los hombres se consideran más autoeficaces para ejercitarse, participar en equipos deportivos y desenvolverse en el deporte (Mollinedo-Montaño, et al., 2013; Abalde-Amoedo y Pino-Juste, 2016). Es conveniente subrayar que detrás de la diferencia coexiste un complejo constructo social que durante muchos años determinó la elección de actividades de las mujeres y los hombres según la funcionalidad que se creía que tenían en determinadas áreas. De manera que el ámbito deportivo antes era un área propia de los hombres; y las mujeres no podían desarrollarse por distintas razones, entre las cuales se encuentran:

1.- El famoso estereotipo proveniente del occidente, el cual dicta los criterios para ser una mujer femenina y atractiva, entre los cuales no cabe tener un poco de músculo debido a que el desarrollo muscular se relaciona con la masculinidad y no con la feminidad. Incluso, actualmente tal estereotipo impacta en el temor que tienen algunas mujeres de practicar deportes en los cuales se trabajan y desarrollan músculos de la espalda y brazos (Rodríguez-Teijeiro, Martínez-Patiño y Mateos-Padorno, 2009).

Algunas preocupaciones que con frecuencia se escuchan son: “Estoy

haciendo tal deporte y me da miedo ganar masa muscular” o “Yo no quiero hacer tal deporte porque me voy a poner como hombre”.

2.- Algunas creencias antiguas no permitían a las mujeres practicar actividades deportivas por mitos relacionados con la pérdida de la salud, el periodo menstrual y la fertilidad. Además, a las mujeres se les inculcaba que sus funciones principales eran ser madre y dedicarse a tareas de la casa. Así pues, el panorama no pintaba más amplio para ellas.

3.- Falta de apoyo social e institucional (Añorve-Añorve, Díaz-Pérez y Góngora-Cervantes, 2015), como cuando existe un notable talento que no puede destacar al máximo por falta de apoyo económico, o por carencia de entrenadores o infraestructura para entrenar, o porque no se cuenta con un grupo de personas que incentivan con sus palabras de aliento, para que se mantenga el arduo trabajo físico y emocional que requiere una deportista de alto desempeño.

Por fortuna, actualmente las mujeres se están permitiendo romper con esquemas y creencias que limitaban su participación en el deporte así como en otros ámbitos. Y cada vez se cuenta con más apoyo institucional para ellas tanto a nivel individual como en equipo.



deportivo es la consecuencia del incremento de autoeficacia en ellas mismas (tal como lo plantean Abalde-Amoedo y Pino-Juste, 2016). Y este cambio no pudo ser sin la modificación de creencias sobre lo que debe hacer o ser una mujer con su vida. Asimismo, el ámbito deportivo nos permite observar el comportamiento de los papeles de ambos sexos a lo largo de la historia.

Como reflexión final, consideramos que podría ser benéfico que las futuras generaciones promuevan el deporte de manera equitativa para que hombres y mujeres puedan tener una mejor calidad de vida, mayor salud y convivencia entre ellos mismos y con las personas con quienes se entrenan y/o compiten. La práctica de una actividad deportiva promueve el desarrollo integral del ser humano, enfatizando el área física. Junto con ella es importante que también se desarrollen la emocional, social e incluso la espiritual. Hombres y mujeres necesitan creer más en sí mismas y en sus posibilidades que los lleven a comportarse con mayor autoeficacia, en

todos los ámbitos de su vida, entre ellos en el área deportiva. Tener autoestima alta es contar con autoeficacia.

### Referencias

Abalde-Amoedo, N. y Pino-Juste, R. (2016). Evaluación de la Autoeficacia y de la Autoestima en el Rendimiento Deportivo en Judo. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 29(1), 109-113.

Alfaro, É. (2002). El Talento Psicomotor y las Mujeres en el Deporte de Alta Competición. *FAISCA. Revista de Altas Capacidades*, 9(1), 70-94.

Añorve-Añorve, D., Díaz-Pérez, F. y Góngora-Cervantes, V. (2015). Las Políticas de Género y el Auge Olímpico de las Atletas (Estudio Comparativo de Seis Países). *Gestión y Política Pública*, Volumen Temático, 205-234. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/133/13343542008/>

Ballesteros, M., Freidin, B., Krause, M., y Borda, P. (2016). La Práctica de Actividad Física entre Varones y Mujeres de clase Media en el AMBA: Motivaciones, Percepción de Beneficios y Limitaciones para su Continuidad. *Educación Física y Ciencia*, 18(2), 1-20. Recuperado de

Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward Unifying Theory of Behavior Change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215.

Betrán, J. O. (2012). Juegos Olímpicos Londres 2012: La Olimpiada de las Mujeres. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 109(3), 7-10.

Cantón-Chirivella, E. y Checa-Esquivá, I. (2012). Los Estados Emocionales y su Relación con las Atribuciones y las Expectativas de Autoeficacia en el Deporte. *Revista de Psicología del Deporte*, 21(1), 171-176. Recuperado de

Fernández-Luque, J.A. (2015). La Mujer en los Cargos de Dirección del Movimiento Olímpico. *Materiales para la historia del deporte*, 2(1). Recuperado de

Mollinedo-Montaño, F. E., Trejo-Ortiz, P. M., Araujo-Espino, R. y Lugo-Balderas, G. (2013). Índice de Masa Corporal, Frecuencia y Motivos de Estudiantes Universitarios para Realizar Actividad Física. *Educ Med Super*, 27(3), 189-199. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/ems/v27n3/ems04313.pdf>

Moreno-Murcia, J. A., Marcos-Pardo, P. J. y Húscar, E. (2016). Motivos de Práctica Físico-Deportiva en Mujeres: Diferencias entre Practicantes y no Practicantes. *Revista de Psicología del Deporte*, 25(1), 35-41. Recuperado de

Reigal, R.E. y Videá, A. (2013). Frecuencia de Práctica Física y Autoeficacia en la Tercera Edad/ Frequency of Physical Activity and Self-Efficacy in the elderly. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 13(49), 107- 120. Recuperado de <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista49/artfrecuencia349.htm>

Rivera-Heredia, M.E. y Pérez-Padilla, M. L. (2012). Evaluación de los recursos psicológicos. *Uaricha. Revista de Psicología*, 19, 1-19.

Rodríguez-Teijeiro, D., Martínez-Patiño, M. J. y Mateos-Padorno, C. (2009). Identidad y Estereotipos de la Mujer en el Deporte: Una Aproximación a la Evolución Histórica. *Revista de Investigación en Educación*, 2(1), 109-126.



## LINEAMIENTOS PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

1. La Revista Milenaria recibe propuestas originales de divulgación, relacionadas con la ciencia y el arte, de temática libre. Los trabajos deberán tratar sobre hallazgos científicos, expresiones artísticas o presentar reflexiones sobre temas sociales, en un lenguaje claro y sencillo.
2. Los textos que deseen publicar, deberán enviarse a la siguiente dirección de correo electrónico: [milenariaumsnh@gmail.com](mailto:milenariaumsnh@gmail.com)  
La extensión de los manuscritos tendrá un máximo de 1500 palabras (5 cuartillas), deberán estar escritos por tres autores como máximo en formato Word de 12 puntos compatible con el sistema Windows. Se recomienda incluir figuras con un pie descriptivo adecuado. Revise los trabajos previos en: [www.milenaria.umich.mx](http://www.milenaria.umich.mx)
3. Es requisito señalar las referencias en el sistema de la American Psychological Association (APA), de la forma siguiente:

Las citas en el texto deben seguir el formato de apellido del autor y fecha de la obra incluidas en paréntesis dentro de la oración. Por ejemplo: Por otro lado, la depresión prenatal presenta una prevalencia del 20%, siendo mayor en la segunda mitad del embarazo (Lara et al., 2015).

La lista de referencias deberán incluir únicamente las obras que fueron citadas en el texto y que hayan sido publicadas. Las referencias se presentarán en orden alfabético, sin enumeración ni viñetas, y en caso de más de una referencia del mismo autor/es deberán registrarse en orden cronológico.

Artículos: Apellidos, A. A., Apellidos, B. B. & Apellidos, C. C. (año). Título del artículo. Nombre de la revista, volumen (número): pp. xx-xx. doi: xx.xxxxxxx

Hernández-Calderón E. (2014). Genes Reporteros Bioluminiscentes, premio nobel para las medusas. *Milenaria, Ciencia y Arte*, UMSNH, 6: 6-8.

Libros: Apellidos, A. A. (año). Título. Edición. Ciudad: Editorial.

Bonavit J. (1958). *Historia del Colegio Primitivo y Nacional de San Nicolás de Hidalgo*. 4ª Ed. Morelia Mich. Méx.: Universidad Michoacana De San Nicolás de Hidalgo.

Capítulos de libro: Apellidos, A. A. & Apellidos, B. B. (año). Título del capítulo. En A. A. Apellidos (Ed.), Título del libro (pp. xx-xx). Ciudad: Editorial.

Ferrer, J. C. (2008). Osamu Shimomura, Martin Chalfie y Roger Y. Tsien, premios Nobel de Química 2008: «por el descubrimiento y desarrollo de la proteína verde fluorescente, GFP». En: *Anales de la Real Sociedad Española de Química* (No. 4, pp. 276-279). Real Sociedad Española de Química.

4. No se publicarán los textos donde se transcriban citas de otros autores o propias publicadas en otras fuentes, sin hacer el señalamiento preciso.
5. Con las propuestas, se deberán incluir datos personales del autor(es), incluyendo adscripción y medios para establecer comunicación.
6. Los trabajos serán revisados por pares evaluadores, miembros del comité editorial de la Revista Milenaria y por revisores externos. Una vez emitido el dictamen, se notificará al autor por correo electrónico el resultado del proceso correspondiente.

Órgano de divulgación de la Escuela de Enfermería y Salud Pública

Comité Editorial

Escuela de Enfermería y Salud Pública, UMSNH

# Actividades acuáticas como herramienta para el bienestar y la salud

Jaqueline Pisano Báez, Liliana Gómez Pizano,  
Blanca Estela Juárez Muñoz

Facultad de Enfermería de la UMSNH  
Contacto: japiag98@hotmail.com

«Las fuerzas naturales dentro de nosotros  
son los verdaderos sanadores de la enfermedad».  
Hipócrates

**RESUMEN:** El objetivo de este artículo es dar a conocer beneficios de recibir o realizar actividades acuáticas como una forma de actividad física que incide en el bienestar y la salud, para tener buena calidad de vida, a partir del autocuidado y la prevención o si fuera el caso, para la recuperación de la salud.

**Palabras Clave:** Inmersión, Watsu, Capacidades diferentes

En la promoción de la salud, es importante inculcar estilos de vida saludable a través de la prevención y el autocuidado, para evitar enfermedades crónicas degenerativas a futuro y por ende llegar a etapas adultas con buena calidad de vida. Con el autocuidado, cada persona se hace responsable de conservar la salud y prevenir la enfermedad, que va acorde al concepto de la Teoría del Autocuidado de Dorothea Orem, que enuncia que “el autocuidado es la práctica de actividades que las personas emprenden con arreglo a su situación temporal y por su propia cuenta con el fin de seguir viviendo, mantener la salud, prolongar el desarrollo personal, y conservar su bienestar” (Rivera, 2006).

¿Por qué recomendamos recibir o realizar actividades acuáticas? Porque es una herramienta que proporciona bienestar y salud, puede ser empleada de forma general en toda edad y condición, es decir la puede emplear desde recién nacidos hasta mujeres embarazadas, adultos mayores y personas con capacidades diferentes. En nuestra ciudad existen espacios para realizar algunas actividades de este tipo que pueden tener costos muy variados, desde los accesibles como son las 4 albercas que coordina el Instituto Municipal de Cultura Física y Deporte (IMDE), la del IMSS, hasta los de algunos centros o escuelas privadas de natación. Igualmente, nuestro estado



Figura 1. Trabajo Corporal Acuático con la Técnica de Watsu.

cuenta con algunos balnearios y/o aguas termales donde el acceso no es costoso.

La salud es un don, y como tal debemos cuidarla y prevenir accidentes o enfermedades que la puedan deteriorar o acabar con ella, para lo cual, es importante reconocer las dimensiones que proporcionan bienestar, como son la condición física, fisiológica, mental y espiritual; que van de la mano con la salud y forman parte del desarrollo integral de las personas. Estas dimensiones se encuentran englobadas en el concepto de salud y promoción de la salud; que acorde con la Organización Mundial de la Salud, define a la primera “como el estado de completo bienestar físico, mental y social; y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades” y a la segunda “como el proceso que permite a las personas incrementar el control sobre su salud para mejorarla” (OMS, 2017). A continuación se describen los cuatro factores que debemos considerar para la planeación de

actividades acuáticas y/o trabajo corporal acuático, aunado a las recomendaciones médicas si las hubiera:

## I.- ETAPAS DE LA VIDA.

Las hemos clasificado acorde con Riva (1994) de la siguiente manera:

*Lactancia de 0 a 3 años*, según Piaget, la primera etapa del niño consiste en aplicar la capacidad que tiene en el momento de nacer (succión y presión) a una amplia diversidad de actividades, mientras el cerebro, sistema nervioso y órganos continúan madurando, junto con el desarrollo sensorio-motriz.

*Infancia de 3 a 12 años*, hay cambios marcados en las habilidades físico - motrices, cognitivas y lingüísticas, el sistema óseo se sigue fortaleciendo, se refinan las habilidades motoras finas y gruesas, aún pierden el equilibrio fácilmente, en tanto su centro de gravedad no descienda a la región pélvica.

*Adolescencia de 12 a 21 años*, ocurren cambios fisiológicos que culminan en la madurez física y sexual, los huesos y músculos aumentan de tamaño como consecuencia de la actividad hormonal, por lo que nuevamente hay desequilibrio en habilidades motoras finas y gruesas, el pensamiento abstracto es creciente y hay mayor empleo de destrezas metacognitivas; se presentan crisis de identidad, que los pueden orillar a conductas de riesgo como el consumo de sustancias adictivas, por lo que el estar cerca de ellos y motivarlos para que realicen actividad física y recreativa es importante.

*Adulto de 21 a 60 años*, la fuerza física, el funcionamiento orgánico, habilidades motoras y otras capacidades físicas llegan a su máximo, aunque a partir de los 30 o 35 años van disminuyendo lentamente. Es una época de bienestar y buena salud sobre todo para quienes llevan estilos de vida saludable y si se tiene constancia la mayoría de las capacidades y habilidades físicas se mantienen a niveles funcionales durante toda la etapa, sin embargo por naturaleza hay habilidades que van disminuyendo, como las sensoriales y motoras, después de los 50 el sistema nervioso empieza a volverse lento, el esqueleto se anquilosa y encoge un poco, la piel y músculos empiezan a perder elasticidad, hay tendencia para acumular grasa, la capacidad pulmonar decrece



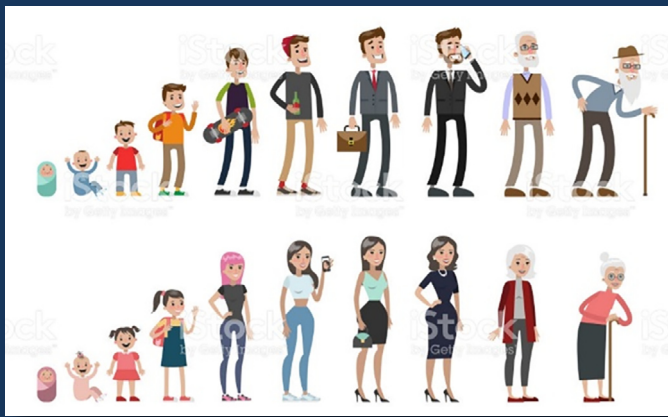


Figura 2. Las diferentes etapas de la vida del ser humano. Recuperado de <https://www.istockphoto.com/mx/vector/conjunto-de-etapas-de-vida-gm906819280-249892188>



Figura 3. Las personas con capacidades diferentes también pueden disfrutar de los beneficios de las actividades acuáticas. Recuperado de <https://cristianmaza.wordpress.com/2016/08/21/inclusion-de-personas-con-capacidades-diferentes/>

disminuyendo la cantidad de oxígeno que reciben los tejidos, en las mujeres se presenta la menopausia y en el hombre la andropausia entre otras cosas.

*Adulto Mayor, de 60 años en adelante,* La salud y el vigor físico van disminuyendo, hay declinación sensorial principalmente vista y oído, tardan en percibir estímulos, se presentan fallas orgánicas en ocasiones permanentes, disminuye el peso muscular, los huesos se reducen o vuelven frágiles, la piel se vuelve arrugada, seca y delgada, la fuerza y resistencia disminuyen, así como la coordinación motora y velocidad.

## II.- CONDICIÓN DE LA PERSONA, CAPACIDADES DIFERENTES.

El funcionamiento y la discapacidad asociados a las condiciones de salud se codifican mediante la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud que hace la siguiente agrupación sistemática (OMS, 2001): *El funcionamiento y la discapacidad*, comprenden las *funciones* anatómicas, fisiológicas y psicológicas; las *deficiencias* constituyen problemas en dichas funciones o estructuras corporales; la realización de *actividades*, se refiere a la realización de una tarea o acción por una persona y la *participación* es el acto de implicarse en una situación vital; *las limitaciones* son las dificultades que una persona puede tener en el desempeño o realización de las actividades y; *las restricciones* son los problemas que una persona puede experimentar al implicarse en situaciones vitales. *Los factores contextuales*, son los factores ambientales que constituyen el entorno inmediato y social, y los *factores personales* que incluyen las características propias de la persona y el estilo de vida.

Bajo estas circunstancias, la OMS ha considerado la estrategia de Salud para todos, que está dirigida a la Equidad en Salud, que permite a todas las personas disfrutar de igualdad de oportunidades, para desarrollar y mantener su salud, a través de un acceso justo a los recursos sanitarios, aclarando que las desigualdades en cuanto al estado de salud entre los individuos y las poblaciones son consecuencia inevitable de las diferencias genéticas, de diferentes condiciones sociales y económicas o de la elección de un estilo de vida personal (OMS, 1998).

## III.- LA FORMACIÓN INTEGRAL DE LA PERSONA.

Actualmente, la educación es más humanizada con énfasis en el desarrollo de habilidades y destrezas que propician que las personas sean constructoras y conductoras de sus propios procesos, lo que permite el desarrollo de competencias que le hacen sobresalir en cualquier ámbito, de forma tal que los saberes axiológicos y heurísticos convergen para formar parte de su vida diaria. Con esta integralidad y constructivismo social, se desarrollan algunas de las actividades acuáticas como es el Concepto Halliwick que cuenta con 10 puntos que van desde la adaptación mental que ayuda a establecer una relación cordial con el agua, hasta poder permanecer y moverse en ella sin necesidad de apoyo o con el mínimo apoyo dependiendo de las circunstancias y condición del usuario, como es en el caso de la parálisis cerebral severa. Además, hemos observado que estos usuarios con capacidades diferentes, disfrutaban de estas actividades; y la convivencia con otras personas les

enriquece en su bienestar, aunado al beneficio que reciben sus estructuras corporales que descansan y se relajan gracias a las propiedades del agua.

## IV.- EL AGUA COMO AGENTE TERAPÉUTICO.

El empleo del agua para el bienestar y conservación de la salud se ha empleado desde tiempos remotos, las aplicaciones con fines terapéuticos son uno de los métodos curativos más viejos de los que ha dispuesto el hombre desde sus orígenes, el agua ha sido un elemento sagrado, particularmente las aguas termales. Pitágoras decía que para fortalecer el cuerpo y el espíritu había que aplicarse baños fríos, hacer ejercicio y llevar una dieta vegetariana. Hipócrates empleaba los contrastes de agua fría y caliente, dependiendo de la persona y la situación; para los Romanos también el agua fue muy significativa y los Griegos, hasta diseñaron baños y gimnasios en sus templos. (Pérez, 2017).

En el campo de la medicina los tratamientos con agua han sido empleados para diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades, sin embargo, las condiciones en las que se emplea el agua deben de ser controladas para evitar daños colaterales. El uso del agua con fines terapéuticos, en sus inicios ha empleado las aguas que surgen de la tierra y a través de los años se han encontrado sus beneficios gracias a los elementos y compuestos químicos naturales que contienen, estas aguas se encuentran por todo el mundo, (Pérez, 2017).

El agua a temperatura media (32 a 34°C) es agradable, placentera y recreativa, se goza de mayor libertad de

movimiento y sensaciones especiales por los efectos de las leyes de flotación, presión hidrostática (PH), tensión superficial, viscosidad, fuerzas hidrodinámicas y de transferencia térmica que convierten al agua en un medio terapéutico; ya que permite realizar actividades más dinámicas en un ambiente seguro. La temperatura del cuerpo humano oscila entre los 36 y 37°C en condiciones normales y es el Sistema Nervioso Central el encargado de controlar la homeóstasis entre la producción y desgaste calórico corporal, por lo que si empleamos calor; veremos cómo se ve favorecida la relajación total del usuario, no solamente sus músculos y articulaciones. En cambio si lo que se pretende es el empleo del agua con fines recreativos, lo ideal es que la temperatura del agua se encuentre entre los 28 y 32°C.

#### CONTRAINDICACIONES.

Es importante mencionar que existen restricciones para recibir o realizar actividades acuáticas, entre ellas se encuentran las situaciones que pueden contaminar el agua como ocurre con los procesos infecciosos provenientes de úlceras, heridas, vómitos, diarrea, asimismo, se contraindica en estados febriles (si el agua está a temperaturas altas), en casos de incontinencia, algunos problemas cardiovasculares, respiratorios y neurológicos como la epilepsia descontrolada, entre otros. (Koprowski, 2017).

#### EFFECTOS DE LA INMERSIÓN EN AGUA.

Los beneficios de los efectos de la inmersión en el agua se dan a todo nivel, por ejemplo, el sistema respiratorio que como consecuencia de la PH comprime la caja torácica proporcionando mayor trabajo inspiratorio; el sistema cardiovascular incrementa el retorno venoso hacia el corazón, el sistema linfático incrementa su drenaje; el

sistema renal presenta mayor actividad por la compresión que ejerce la PH y la centralización del volumen sanguíneo que provoca diuresis, el sistema musculoesquelético presenta mayor amplitud de movimiento y disminución de la carga articular; en el sistema neuromuscular los receptores cutáneos y propioceptivos se estimulan constantemente, lo que sensibiliza al sistema propioceptivo y mejora el tono muscular. Asimismo, se manifiestan efectos psicológicos que ayudan con el bienestar, confianza y autoestima. (Güeita, 2015). En el caso de usuarios con alto grado de discapacidad hay una actitud de autosuperación cuando descubren que pueden moverse y desplazarse en el agua de forma que seguramente les es difícil o imposible fuera del agua.

Actualmente se encuentran actividades acuáticas recreativas y lúdicas que se han adaptado de actividades que usualmente se realizan en tierra, como por ejemplo el Fitness, la Zumba, el Pilates, entre otros. Además de las actividades de trabajo corporal acuático para obtener relajación como el Ai chi, Watsu y la Terapia Craneosacral en Agua, que brindan bienestar a los individuos que lo reciben con cierta periodicidad, donde las sesiones se adaptan a los objetivos y expectativas de los usuarios.

Realizar actividades acuáticas o recibir trabajo corporal acuático es una herramienta que proporciona mejoría en la calidad de vida ya que se aprovechan las bondades y beneficios que nos brinda el agua. Las primeras generalmente se realizan de forma lúdica, en grupos, con el agua entre 28 y 32°C y el segundo se realiza de forma personalizada en un ambiente de paz y tranquilidad, con el agua entre 32 y 34°C. Las características propias del agua, principalmente las leyes de flotación y la presión hidrostática, ofrecen mayor libertad de movimiento, lo

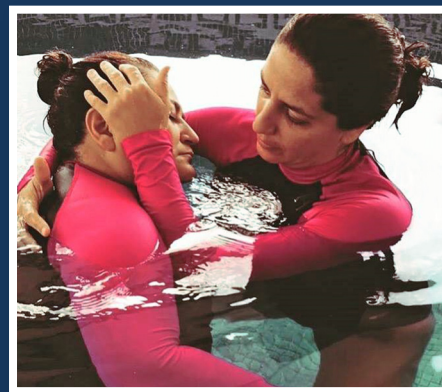


Figura 6. Relajación total.

cual reduce el impacto que ejerce realizar algunas actividades fuera del agua, que no favorece a muchas personas ya sea por sobrepeso o bien por alguna cuestión disfuncional, anatómica o de edad, pero más importante aún es el hecho de que se dinamizan y activan los sistemas corporales, de forma tal que el mismo cuerpo busca y logra llegar a la homeostasis, se reducen los niveles de estrés, mejora el estado de ánimo gracias a que se libera la llamada "hormona de la felicidad" (serotonina), todo en conjunto favorece el crecimiento personal, aumento de la autoestima y de la tolerancia a la frustración, proporcionando mejoría general en el estado de salud con la consecuente sensación de bienestar.

#### Referencias

- Gestal Otero JJ. (2017). Vademécum de las Aguas Mineromedicinales de Galicia, Cátedra de Hidrología Médica USC, Balnearios de Galicia. Producción: Vía Láctea Comunicación, S.L. Edición: Servicio de Publicacións, Universidade de Santiago de Compostela.
- Güeita Rodríguez J., Alonso Fraile M., Fernández de las Peñas C. (2015). Terapia Acuática: Abordajes desde la Fisioterapia y la Terapia Ocupacional. ELSEVIER. España.
- OMS. Organización Mundial de la Salud. (1998). Promoción de la Salud, glosario. WHO/HPR/HEP/.
- OMS. Organización Mundial de la Salud. (2001). Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud: CIF. Versión abreviada. © Organización Mundial de la Salud, 2001
- OMS. Organización Mundial de la Salud, (2017) Recuperado el 8 de Mayo de 2017; URL
- Pérez Fernández M.R. y Novoa Castro B. (2002). Historia del Agua como Agente Terapéutico. Fisioterapia; Monográfico 2:3-13. Documento descargado el 26 de mayo de 2017.
- Koprowski García M. (2017). Curso Fundamentación Parte A y B de Halliwick, para certificación internacional.
- Riva Amella JL. (1994). Aprender el desarrollo de la Inteligencia. Editorial Marín S.A., España, Tomo I, III y IV
- Rivera Álvarez LN. (2006). Autocuidado y Capacidad de Agencia de Autocuidado. Revista Avances en Enfermería. Volumen 24, Número 2, p. 91-98, ISSN electrónico 2346-0261. ISSN impreso 0121-4500.



Figura 4. El agua, excelente agente para realizar cualquier actividad acuática con fines recreativos o terapéuticos, sin tener un gran riesgo de sufrir lesiones.



Figura 5. En el agua se pueden realizar tantas actividades como la imaginación lo permita.



## Introducción

Corría el año de 1986 cuando Michael Christensen comenzó a visitar a su hermano en un hospital en Nueva York. En el transcurso de las visitas, el personal del hospital empezó a notar que la presencia de Christensen y sus colegas, quienes portaban sus atuendos laborales de payasos del Big Apple Circus, causaba furor y risa a los demás pacientes en la institución. A su vez, una terapeuta llamada Karen Ridd decidió fundar un programa innovador en el Winnipeg Children's Hospital en Canadá. En dicho programa, Ridd se transformaba en Robo The Clown y convivía con los niños hospitalizados y sus familiares. Así fue como Christensen y Ridd fundaron los primeros grupos de clowns de hospital en el mundo .

### ¿Qué es un Clown de Hospital?

Un clown de hospital se puede definir como un individuo que brinda terapia clown. Es decir, un personaje que implementa técnicas del circo a situaciones de enfermedad o convalecencia para mejorar el humor y estado mental de las personas . Quienes brindan esta terapia bien pueden ser profesionales con estudios relacionados a la actuación y/o ciencias de la salud, o bien voluntarios capacitados por un programa o institución. Existen dos tipos principales de clowns de hospital: el Clown Terapéutico y los Doctores Clown.

Aunque todos los clowns de hospital tienen características en común, como utilizar una nariz generalmente roja y resaltar sus expresiones faciales con el uso de maquillaje (Fig. 1), cada tipo de clown de hospital tiene características propias.

En 1986 Karen Ridd definió los rasgos principales de un Clown Terapéutico: este se caracteriza porque puede trabajar solo y además tiende a usar indumentaria más cercana a la utilizada en los circos. El Clown Terapéutico busca proyectar una imagen con la que los pacientes puedan identificarse, al mostrarse vulnerable en la atmósfera del hospital al igual que los pacientes .

Al mismo tiempo, Michael Christensen, cuyo personaje se llamaba Mr. Stubbs, junto con otra clown conocida como Great Grandma, fundaron el Big Apple Circus Clown Care. En este programa definieron las características principales de los Doctores Clowns, los cuales siempre trabajan en pareja y generalmente usan indumentaria de médicos. Así pues, los Doctores Clowns buscan principalmente volver amigable el entorno médico a los pacientes .

Cada clown es único, debido a que el clown refleja aspectos profundos de la persona que se caracteriza como clown, aspectos conocidos coloquialmente como el

# Una dosis de risa: el clown de hospital

Daniel Valdovinos Fernández y Claudia Cervantes Durán

Licenciatura en Tecnologías para la Información en Ciencias (TIC's)

Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) Unidad Morelia, UNAM. Morelia, Michoacán, México.

Contacto: espparmex@hotmail.com

**Resumen:** ¿Dónde se puede encontrar a un payaso? La respuesta puede ser alguno de los siguientes lugares: en un circo, en una plaza pública, las fotos de una fiesta infantil, incluso en una película de terror. Pero no solamente ahí se pueden encontrar, existe un lugar especial para un tipo muy peculiar de payasos: el hospital. Desde 1986 existen profesionales y voluntarios conocidos como payasos o clowns de hospital que contribuyen a recuperar la salud gracias a risa. El presente artículo pretende dar a conocer la historia y los fundamentos detrás de los clowns de hospital, donde convergen el arte y la ciencia con el objetivo en común de mejorar el estado del paciente y sus familiares a través de la risoterapia. Todo esto visto desde la perspectiva de un voluntario clown de hospital.

**Palabras Clave:** Risoterapia, Michael Christensen, Estímulos humorales.



Fig. 1. Michael Christensen, fundador de la Clown Care Unit, en el New York Presbyterian Medical Center de los Estados Unidos.

niño interior, del cual se vale para crear rutinas y actividades para el entretenimiento del público que lo observa .

A menudo surge la pregunta: ¿qué motiva a un clown de hospital? Si bien cada individuo tiene motivos personales para convertirse en clown, todos tienen el objetivo en común de minimizar el estrés de los pacientes y sus familiares durante los procesos de hospitalización y tratamiento , utilizando las mismas técnicas empleadas por sus contrapartes del circo. Las técnicas que emplea el clown de hospital buscan detonar uno de los mecanismos más efectivos contra el estrés: la risa .

### ¿Qué es la risa?

Conviene revisar algunas definiciones para entender el contexto de un clown de hospital, y uno de los conceptos más importantes es la noción sobre la risa. La risa es una reacción física vista en humanos y algunos primates la cual consiste típicamente en contracciones rítmicas y audibles del diafragma y otras partes del sistema respiratorio, generalmente como una respuesta a estímulos externos e internos . Es considerada como una expresión de varios estados emocionales positivos, aunque también puede ser causada por estados contradictorios como la pena y confusión . Además, es una reacción

afectada por múltiples factores como la edad, género, cultura y educación .

Por otro lado, cabe resaltar la diferencia entre humor y risa. El humor se define como los estímulos que ayudan a las personas a reír y a sentirse bien, mientras que la risa es una respuesta fisiológica y psicológica al humor donde se involucran reacciones fisiológicas y cambios psicológicos positivos. Además, el sentido del humor es una característica psicológica que varía y permite a las personas responder a diferentes tipos de estímulos humorales .

### ¿Por qué nos reímos?

Hasta hoy en día no se tiene una teoría unificada que abarque todos los aspectos psicológicos que producen la risa. Sin embargo, se cree que el humor y la risa representan un importante mecanismo para lidiar con muchos de los factores psicológicos y sociales que a diario causan estrés. Por lo tanto, este mecanismo contribuye al mantenimiento de la salud psicológica, fisiológica y el bienestar frente al estrés . Las teorías propuestas sobre el origen de la risa se agrupan en 3 categorías principales que son:

-*Teorías de Excitación o Catarsis:* las cuales proponen que la risa es un mecanismo que reduce el estado de excitación física generado por una situación de tensión emocional como el estrés, permitiendo que la situación deje de ser desagradable o negativa . Estas teorías explican la existencia del humor negro, chistes sobre temas tabú y la risa nerviosa.

-*Teorías de Discrepancia:* las cuales proponen que la risa se produce cuando se detecta una relación inesperada entre dos elementos opuestos o dispares, siendo la risa una expresión de iluminación placentera . Estas teorías explican por qué los chistes y juegos de palabras causan risa.

-*Teorías de Superioridad o Agresión:* las cuales proponen que la risa ocurre cuando

una persona desarrolla un sentimiento de superioridad frente a los demás al momento de percibir los errores o desventuras de estos, por ejemplo, al ver caer o golpearse a alguien .

### Y ya que nos reímos, ¿qué sucede?

La risa genera efectos físicos y psicológicos como consecuencia de los mecanismos que entran en actividad a la hora de procesar y generar una respuesta frente a los estímulos humorales . Entre los efectos físicos causados por la risa se encuentran:

- Estimula la circulación .
- Mejora la respiración .
- Ejercita y relaja músculos .
- Uno de los efectos más benéficos de la risa es la capacidad que tiene de revertir los efectos de hormonas como el cortisol y adrenalina, hormonas que durante el estrés aumentan a niveles que suprimen el sistema inmunológico. Reduciendo los niveles de estas hormonas se puede disminuir la supresión inmunológica, lo cual puede ayudar en la recuperación y estabilización de un paciente en hospital.

Se ha reportado que la risa con alegría incrementa la reproducción de linfocitos y que aumenta la actividad de Natural Cell Killers (células asesinas naturales) y los niveles de interferón e inmunoglobinas. Estas células son indispensables para el funcionamiento efectivo del sistema inmunológico.

Eleva el umbral de tolerancia al dolor debido a la liberación de endorfinas, las cuales ayudan a reducir el dolor , además de que puede desviar la atención hacia el dolor .

Mientras que, entre los efectos psicológicos causados por la risa se encuentran que:

- Reduce el estrés, ansiedad y tensión
- Contrarresta los síntomas de la depresión, ya que al reír aumentan los niveles de dopamina, uno de los neurotransmisores cuya falta desencadena este padecimiento.
- Eleva la autoestima, energía y vigor.
- Promueve la memoria y el pensamiento creativo.
- Ayuda a mejorar las relaciones interpersonales.
- Puede contagiarse a otras personas.

### La risa como tratamiento: Risoterapia

Una vez mencionados los efectos benéficos de la risa, se puede apreciar que el clown de hospital no sólo busca entretener a los pacientes. El clown busca además mejorar el estado físico y mental del espectador, tomando como referencia la risoterapia.

La risoterapia es el conjunto de terapias cognitivas y conductuales que pueden mejorar el estado físico, mental y las relaciones de un individuo aprovechando los efectos benéficos de la risa.

A pesar de que se conocen efectos de la risa desde la época de la Antigua Grecia, no

fue sino hasta 1989 que hubo un resurgimiento en el interés de investigar los efectos de la risa. Este resurgimiento se dio a partir de la publicación del libro *Anatomy of an Illness* (Anatomía de una Enfermedad), en el cual Norman Cousins describió cómo dejaba de sentir el dolor relacionado a su padecimiento de espondilitis anquilosante (Dolor Crónico de Espalda Baja por 2 horas después de consumir vitamina C y de ver programas de televisión cómicos .

El uso de la risoterapia posee ventajas que han fomentado su aplicación . Entre las ventajas, cabe mencionar que es una terapia alternativa que no depende de fármacos



Fig. 2. Doctor Clown de la Asociación Civil 'Soñar Despierto' en Morelia, Michoacán. Foto: Daniel Valdovinos Fernández.

para lidiar con el estrés. No está restringida por el sexo, edad o cultura, además de que es de fácil aceptación por pacientes y familiares. Al no requerir instalaciones y equipo especializado es una terapia accesible económicamente. Y, por último, promueve una atención más humanista hacia el paciente y sus familiares .

### La Magia del Clown: ¿cómo aplica la risoterapia?

A lo largo del presente texto, se ha visto que el clown de hospital no sólo es un agente de entretenimiento, sino que también busca fomentar el bienestar del paciente a través de la risoterapia. Pero ¿cómo aplica el clown de hospital la risoterapia? Primero, la práctica de la risoterapia es un procedimiento flexible, donde se fomenta la libre expresión de la forma de ser del clown . Se trata de un procedimiento donde el clown busca crear un vínculo emocional con su público, a través de la expresión sincera de sus sentimientos y emociones .

El clown de hospital debe analizar su entorno, esto con el fin de delimitar el alcance de las dinámicas propuestas. Existen factores a considerar como el lugar de la sesión, la duración de la sesión y los lineamientos propios de cada institución. Dentro de los lineamientos de las

instituciones se encuentran normativas como el uso de cubrebocas o casos especiales donde está contraindicada la risa, como son los casos donde hay insuficiencia cardio-respiratoria o cirugías recientes.

Tomando en cuenta el contexto y el propósito de la sesión, el clown tiene libertad creativa para dirigir la sesión con sus estrategias propias . Las estrategias del clown están basadas en su personalidad y habilidades, estas habilidades pueden incluir trucos de magia, malabarismo, globoflexia, entre otros. Es de considerar que, más allá de la correcta ejecución de una acción, el clown busca enfatizar la expresión de sus emociones generadas al realizar la acción .

Durante la sesión, el clown debe promover estímulos humorales y dinámicas que incluyan un componente de creatividad por parte del paciente, dándole la oportunidad de que decida hacia dónde va la actividad.

Ahora bien, tuve la oportunidad de integrarme en un programa de clowns de hospital desde el 2017. En México existen varias organizaciones que ofrecen terapia clown en los diversos hospitales de país. Con base en mi experiencia, puedo proponer una clasificación de las actividades que realiza un clown de hospital tomando en cuenta su objetivo. Cabe mencionar que muchas de las actividades no se limitan en un solo objetivo, sino que pueden entrar en múltiples categorías:

**Empoderamiento:** en este tipo de dinámicas se pretende empoderar al paciente dándole la oportunidad de manipular y crear lo que tiene alrededor. Ejemplo: el juego de Simón Dice.

**Presentación del Absurdo:** en este tipo de dinámicas se le muestra al espectador una relación inesperada entre dos elementos sin relación aparente. Ejemplo: el uso improvisado de objetos para una finalidad distinta para la que están hechos.

**Liberación de Emociones:** aunque estas no necesariamente buscan causar la risa, el clown debe considerar que no solamente a través de la risa puede beneficiar al paciente. Platicar y escuchar a una persona puede ser igual o más beneficioso que la risa, ya que fomentan el desahogo emocional de la persona y en algunos casos pueden llevar a la risa espontánea.

### Conclusiones

Queda claro que los beneficios de la risa se ven reflejados en la salud. Sin embargo, existen muy pocos estudios sobre los efectos de la risoterapia y las intervenciones de clowns de hospital . Se espera que a medida

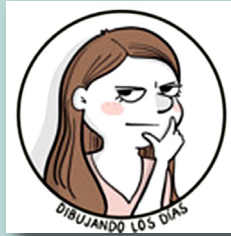


que aumenten los estudios que respalden esta terapia se difunda y facilite su uso.

Con base en las teorías propuestas sobre el origen de la risa, se puede afirmar que las actividades del clown de hospital se valen de ella con el fin de detonar una respuesta positiva en su público, que mejora su salud física y mental.

#### Referencias

- Bennett, M. P., y Lengacher, C. A. (2006). Humor and laughter may influence health. I. History and background. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 3(1), 61–63.
- Berk, L. S., Tan, S. A., Napier, B. J., y Eby, W. C. (1989). Eustress of mirthful laughter modifies natural-killer cell-activity. In *Clinical Research* (Vol. 37, pp. A115–A115).
- Calabrese, J. R., Kling, M. A., y Gold, P. W. (1987). Alterations in immunocompetence during stress, bereavement, and depression: Focus on neuroendocrine regulation. *American Journal of Psychiatry*, 144(9), 1123–1134.
- Dionigi, A., y Clowndottori, F. N. (2014). Clowns in Hospital. *Humor and Health Promotion*, New York, NY: Nova Science Publisher, (January 2012), 213–227.
- Dionigi, A., y Gremigni, P. (2016). *Psicologia dell'umorismo*. Carocci Editore.
- Dionigi, A., Sangiorgi, D., Flangini, R. (2014). Clown intervention to reduce preoperative anxiety in children and parents: a randomized controlled trial. *Journal of Health Psychology*, 19(3), 369–380.
- Guilmette, A. M. (2008). Review of The psychology of humor: An integrative approach. *Canadian Psychology/Psychologie canadienne* (Vol. 49). Academic press.
- Haig, R. A. (1988). The anatomy of humor: Biopsychosocial and therapeutic perspectives. *American series in behavioral science and law*, No. 1079.; Charles C. Thomas Publisher.
- Hernández-Prieto, A. L., U., Colombia, D. E., De, F., C. Sociales. (2016). *Detrás De La Nariz Del Clown: La Experiencia Del Profesional Clown Como Aporte Para La Humanización de la Atención en Salud*.
- Keith-Spiegel, P. (1972). Early Conceptions of Humor: Varieties and Issues. *The Psychology of Humor: Theoretical Perspectives and Empirical Issues*, 4–39.
- Ko, H.-J., y Youn, C.-H. (2011). Effects of laughter therapy on depression, cognition and sleep among the community-dwelling elderly. *Geriatrics & Gerontology International*, 11(3), 267–274.
- Koller, D., y Gryski, C. (2008). The life threatened child and the life enhancing clown: towards a model of therapeutic clowning. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 5(1), 17–25.
- Lefcourt, H. M., y Martin, R. A. (1986). *Humor and life stress. Antidote to Adversity*. NY: Springer-Verlag. Springer Science & Business Media.
- McGhee, P. E. (1979). *Humor. It's Origin and Development*. WH Freeman San Francisco.
- Moon, K.-H., y Kim, Y.-T. (2014). Medical Treatment of Ankylosing Spondylitis. *Hip & Pelvis*, 26(3), 129–135.
- Mora-Ripoll, Ramon. (2010). *The therapeutic value of laughter in medicine - ProQuest*. InnoVision Health Media, 16(6).
- Omwake, L. (1937). A study of sense of humor: its relation to sex, age, and personal characteristics. *Journal of Applied Psychology*, 21(6), 688–704.
- Rodriguez-Álvarez, C. (2000). Aspectos Neurológicos y Neurofisiológicos de la Risa. *Arch. Neurociencias*, 5(January), 43–49.
- Simon, E. (2012). *The Art of Clowning: More Paths to Your Inner Clown*. Springer.
- Weisenberg, M., Tepper, I., y Schwarzwald, J. (1995). Humor as a cognitive technique for increasing pain tolerance. *PAIN®*, 63(2), 207–212.
- Yim, J. (2016). Therapeutic benefits of laughter in mental health: a theoretical review. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 239(3), 243–249.



# Dibujando los días

Cómics donde puede ser que ya te haya dibujado.

Más de mí: [dibujandolosdias.com](http://dibujandolosdias.com)  
[about.me/mayuli](http://about.me/mayuli)



## Nocturno pensamiento

**L**e tomaré prestado a la noche  
este momento,  
aprovecharé el murmullo del silencio  
para pensar en ti, en tu rostro, en tu voz  
y en el encanto de tu ser.

A esta hora sin las prisas y el vaivén  
recordaré cada paso que damos  
tomados de la mano,  
al compás del corazón,  
al vuelo paralelo de los sueños.

Que no se niegue la noche  
ya casi madrugada,  
el permitir cruzar por sus entrañas  
con el pasivo canto del viento,  
más lento que el aliento  
como alimento necesario del amor,  
del complemento.

Que me perdone el tiempo si le robo  
de la noche el manto obscuro, puro,  
para pensar en ti,  
iluminando el mismo firmamento;  
que me perdones tú,  
si te alcanza a despertar esta inquietud  
al traerte de los brazos de Morfeo  
al cálido regazo de mi pecho  
aunque solo sea producto  
de un lejano pensamiento.

**Damián Arévalo Orozco**

• Enviado: junio 09, 2018. • Aceptado: septiembre 17, 2018.

## Aspirinas para el alma

### Disfrutar nuestros caminos

**Q**uieren hacernos viejos por el número de  
años,  
ellos piensan solo en cantidades,  
buenas para su dinero y sus gastos, cosas y  
casas.  
Nosotros preferimos calidad para disfrutar  
nuestros caminos,  
sin esa prisa loca de pensar más en las metas  
-siempre más adelante, siempre más  
importantes- y no en el caminante.  
Un cuerpo con vida siempre tiene el hoy para  
hacer  
y expresar en lo intenso e infinito, lo eterno del  
amor.

**Roger Saenz Escobar**

• Enviado: junio 04, 2018. • Aceptado: septiembre 05, 2018.



*La Escuela de Enfermería  
y Salud Pública de la  
Universidad Michoacana  
cuenta con Nuevo Edificio*



**Viene de 4a.de forros**

Con este nuevo edificio, además de los beneficios académicos también representa un ahorro económico para nuestra universidad en virtud de que con esta infraestructura hemos desocupado el anexo. Esta ampliación de la infraestructura de nuestra dependencia permite que el proceso de enseñanza y aprendizaje se dé en un ámbito adecuado para el docente y alumnado, favoreciendo de manera importante la investigación, la difusión de la cultura y la extensión universitaria.



**D.E. Adriana Calderón Guillén.  
Directora**







**L**a Escuela de Enfermería y Salud Pública en el quehacer sustantivo de sus funciones integra un nuevo edificio a través del proyecto escuelas al 100, el cual permitió acceder a 16 millones de pesos gracias a las gestiones del Dr. Medardo Serna González Rector de nuestra máxima casa de estudios.

El edificio fue inaugurado el 14 de mayo de 2018, cuenta con 12 aulas, un espacio para la biblioteca, control escolar, centro de fotocopiado, dos aulas multifuncionales, 1 salón de usos múltiples, un espacio para cafetería, así como sanitarios para hombres y mujeres.

Sigue en 3a.de forros

