

ECOS DESDE LAS FRONTERAS DEL CONOCIMIENTO

ISSN: 2007-2848

Ecoss desde las fronteras del conocimiento, año 15, No. 25, enero-agosto 2020 es una publicación semestral editada por Centro Cultural Universitario Justo Sierra, A.C. a través de la Dirección de Posgrado e Investigación, Av. Acueducto de Guadalupe 914, Colonia La Laguna Ticomán, Delegación Gustavo A. Madero, C.P. 07340. Tel. 57479254, 57479255. Editores responsables: Directora General: Mtra. Socorro Jaramillo Ríos. Editora: Dra. María Esther Chamosa Sandoval. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2011-041208314400-102. Número de ISSN 2007-2848, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Mtra. Socorro Jaramillo Ríos, fecha de última modificación agosto 2020. Eje Central Lázaro Cárdenas 1150, Col. Nueva Industrial Vallejo, México, D.F., Delegación Gustavo A. Madero, C.P. 07700. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de Centro Cultural Universitario Justo Sierra, A.C.

Enero-Agosto 2020

Vol. 9, Año 15, Número 25

ECOS DESDE LAS FRONTERAS DEL CONOCIMIENTO

TABLERO DE CONTENIDO

ADAPTACIONES EVOLUTIVAS QUE NOS TRANSFORMARON EN MAMÍFEROS

Claudia Dorado Martínez, Alejandro García Godínez

DEPRESIÓN EN PACIENTES POST OPERADOS CON ESTOMA

Dr. Gil Hernandez Gerardo, Dr Duran Ocampo Ismael, Dra. De la Torre Madrid Irma

CONSUMO DE DROGAS EN ESTUDIANTES DE CICLOS BÁSICOS DE MEDICINA

Paola Pérez Polanco, Ingrid Monserrat Díaz González, Olivia Jacqueline Estrada Gutiérrez, Priscila Hernández Ocampo, Verónica Nitzara Rodríguez Vega y Karla Stephania Domínguez Romero

HISTORIA DE LA FARMACOLOGÍA

Mejía-Uribe Víctor Hugo Alejandro, Molina-Aguilar Rubiraida, Xotlanihua-Flores Alfonso

COMPARACIÓN NORMATIVA ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA PARA LA DISPENSACIÓN DE ANTIBIÓTICOS

Del Callejo Martínez Raúl Emilio, Molina Aguilar Rubiraida, Xotlanihua Flores Alfonso

FARMACODINAMIA

Jiménez-Cruz Irais, Molina Aguilar Rubiraida, Xotlanihua Flores Alfonso

ECOS DESDE LAS FRONTERAS DEL CONOCIMIENTO

ISSN: 2007-2848

FARMACOCINÉTICA: BREVE DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA LADME

Montero-Álvarez José Alberto, Molina Aguilar Rubiraida, Xotlanihua Flores Alfonso

RESISTENCIA DE PSEUDOMONAS AERUGINOSA A ANTIBIÓTICOS EN AISLAMIENTOS CLÍNICOS DE PACIENTES PEDIÁTRICOS DEL HIMFG

Martínez Mercado Mónica Cecilia, Castellanos Cruz María Del Carmen

USO DE REDES SOCIALES Y DESEMPEÑO ACADÉMICO DE ALUMNOS DE OFTALMOLOGÍA

Virgilio Lima Gómez

DISEÑO DE ESTRATEGIA PARA EFICIENTAR EL PROCESO DE MONTAJE DE CONTENIDOS EN LA PLATAFORMA DE EDUCACIÓN A DISTANCIA DE LA UNIVERSIDAD JUSTO SIERRA

Ivette Esperanza Corzas García

LA LEY NACIONAL DE EXTINCIÓN DE DOMINIO FRENTE AL DERECHO A LA PROPIEDAD

Javier Velázquez Martínez

ADAPTACIONES EVOLUTIVAS QUE NOS TRANSFORMARON EN MAMÍFEROS

AUTORES: *Claudia Dorado Martínez, Alejandro García Godínez*

Adscripción: *Escuela de Medicina*

Fecha de recepción: *12 mayo 2020*

Fecha de aceptación: *14 agosto 2020*

RESUMEN

La extinción masiva de especies entre ellas los dinosaurios a finales del Cretácico, favoreció la diversificación en la historia evolutiva de los mamíferos, esta clase de vertebrados amniotas homeotermos desarrollaron una serie de adaptaciones fisiológicas que les permite cuidar a unas crías dependientes y demandantes garantizando el sorprendente desarrollo de estas.

En este documento se revisan las adaptaciones que permitieron a los mamíferos ser un grupo extenso, diverso y exitoso, y las adaptaciones que permiten a los mamíferos desarrollarse dentro del cuerpo de sus madres y ser nutridos y fortalecidos con una mezcla que se adapta a sus necesidades en cuanto nacen. Con este propósito se hizo una revisión bibliográfica y se eligieron algunas respuestas adaptativas que resultaron tremendamente trascendentes. Las adaptaciones que se revisaron fueron termorregulación, evolución conjunta, lactancia, desarrollo de las glándulas mamarias, placentación, inmunoregulación, organización de la neocorteza, crianza cooperativa y adaptaciones

fisiológicas durante el embarazo. Esta serie de accidentes, adaptaciones, convergencias y divergencias resultaron en una clase de animales que muestran que no sobrevive el más fuerte sino el que se asocia y coopera con otros.

Palabras clave: Mamíferos, evolución, adaptación, placenta, lactancia.

Palabras clave: Mamíferos, evolución, adaptación, placenta, lactancia.

ABSTRACT

The mass extinction of species including dinosaurs, that happened in the late Cretaceous, favored diversification in the evolutionary history of mammals, this class of amniote homeotherm vertebrates, developed a series of physiological adaptations that allowed them to care for a dependent and demanding offspring and to ensure the surprising development of these.

This document reviews the adaptations that allowed mammals to become an extensive, diverse and successful group as well as to develop inside their mothers' bodies and be nurtured and strengthened with a mixture that adapts to their needs as soon as they are born. With this purpose, a bibliographic examination was made, and adaptive responses that proved to become tremendously transcendent were chosen.

The adaptations that are reviewed are thermoregulation, cooperative evolution, lactation, development of the mammary glands, placentation, immunoregulation, organization of neocortex, cooperative parenting and physiological adaptations during pregnancy. This series of accidents, adaptations, convergences and divergences resulted in a class of animals that show that it is not the strongest that survives but the one that associates and cooperates with others.

Key Words: Mammals, evolution, adaptation, placenta, lactation.

INTRODUCCIÓN

La vida se expresa a través de la asociación entre biomoléculas y sistemas, así como a través de la integración funcional de estas asociaciones con el entorno. Durante el proceso evolutivo, estas relaciones se hacen más complejas y se diversifican, las capacidades adquiridas por las especies son el resultado de la ampliación evolutiva de estas funciones, generando que algunas biomoléculas adquirieran nuevas funciones y se convirtieran en mensajeros y reguladores de nuevos sistemas o sistemas más complejos. Los mamíferos son un grupo taxonómico desarrollado de animales vivos con muchas características distintivas, como la placenta, diafragma, paladar secundario, glándulas mamarias, osículos auditivos y neocórtex.

La extinción masiva de especies entre ellas los dinosaurios, a finales del Cretácico, favoreció la diversificación en la historia evolutiva de los mamíferos, esta clase de vertebrados amniotas

homeotermos, desarrollaron una serie de adaptaciones fisiológicas que les permite cuidar a unas crías dependientes y demandantes y garantizar el sorprendente desarrollo de estas.

Las presiones evolutivas y la selección natural han favorecido la sobreexpresión y la formación de circuitos genéticos para adaptar conducta y fisiología a los cambios, un ejemplo de estos cambios es la variación diaria de luz y temperatura y los cambios anuales de duración del día y la noche, la respuesta a esta presión evolutiva fue el desarrollo de un reloj interno en el organismo que avisa cuándo aventurarse a la caza, cuándo esconderse, cuándo almacenar alimentos, cuándo prepararse para hibernación, y cuándo reproducirse, muchas especies de mamíferos han desarrollado una serie de conductas y rituales alrededor de estos indicadores.

Con el propósito de revisar estas adaptaciones en conjunto, se hizo una revisión bibliográfica en buscadores como PubMed buscando diferentes aspectos relacionados con la evolución de los mamíferos, publicados en los últimos 10 años.

DESARROLLO

Registro fósil y extinciones masivas

Las extinciones masivas son los principales impulsores del cambio macroevolutivo y marcan transiciones fundamentales en la historia de la vida, el mayor evento de extinción masiva en la historia de la Tierra que marca el límite entre los períodos Pérmico y Triásico ocurrió hace alrededor de 252

millones de años (Ma) y ha sido vinculado con la erupción de las trampas basálticas siberianas, esta enorme erupción volcánica generó una ráfaga de metano biogénico desencadenada por la liberación de grandes cantidades de níquel a la atmósfera que significó la extinción de cerca del 95% de las especies, la acidificación de los océanos, un aumento de la superficie marina global y las temperaturas atmosféricas, seguido de un complejo período de recuperación/reestructuración que tomó unos 10 Ma para muchas especies y estableció los ecosistemas que dominaron durante el Mesozoico (Burgessa, 2014).

La innovación morfológica sostenida en los mamíferos primitivos del Triásico culminó en una radiación adaptativa global de los miembros del Jurásico Temprano a Medio generando este grupo caracterizado por desarrollar placenta, diafragma, paladar secundario, glándulas mamarias, osículos auditivos y neocórtex. La dilucidación de cómo y por qué desarrollaron estas características distintivas de mamíferos es una pregunta interesante.

Durante el periodo Pérmico, una línea de amniotas condujo a reptiles, mientras que la otra condujo a sinápsidos, de los cuales un subgrupo son los mamíferos. Aunque los mamíferos fueron precedidos por muchos grupos diversos de sinápsidos no mamíferos (a veces mal llamados reptiles similares a los mamíferos), los primeros mamíferos verdaderos aparecieron después de la extinción masiva del Triásico de un grupo de

teriodóntes, una especie de sinápsidos que apareció durante la era del Pérmico Medio (aprox. 265 Ma). La concentración de oxígeno pasó de hasta 30% durante la era del Pérmico Tardío, a un 10% después de la extinción masiva del Triásico, los Teriodontes sobrevivientes tuvieron que adaptarse a esta hipoxia extrema, algunos Teriodontes adquirieron un diafragma y paladar secundario que aumentan la entrada de aire a los pulmones, por el calor extremo los mamíferos primitivos se adaptaron a la vida por la noche y a vivir en cuevas, estos cambios activaron el proceso exaptación de modo que los mamíferos comenzaron a desarrollar cerebro específico de mamífero, la exaptación se define como una adaptación exitosa a un nuevo entorno mediante la adquisición de una nueva función de secuencias de ADN previamente inútiles.

La emergencia por cambios ambientales dramáticos causó que los mamíferos activaran la exaptación, generando nuevas estructuras cerebrales y nuevos comportamiento (Okada, 2010).

Esquema de evolución de los mamíferos



El modelo identifica 3 fases en la evolución de la endotermia (señalada en letras verdes): cuidado parental de las crías y desarrollo de la locomoción aerobia asociada con la colonización de tierra seca por los sinápsidos, terápsidos y sinodontes; termorregulación asociada a la disminución corporal y al aislamiento de la piel (aparición del pelaje) aumento del volumen cerebral (encefalización) y actividad nocturna, TSE: termorregulación sin escalofríos y aparición de los mamíferos unguigrados y corredores (locomoción cursorial) como respuesta al enfriamiento global y los consecuentes cambios en la vegetación. Las barras horizontales indican el aproximado de tiempo que dura cada proceso. Los números señalan las siluetas de animales representativos de cada época (no están a escala) 1 Dimetrodon un tipo de sinápsido temprano; 2. Gorgonops un terápsido; 3. Cynognathus un

cinodonte; 4. Morganucodon un mamaliforme temprano; 5. Castrocada; 6. Steropodon; 7. Pseudocheirus un marsupial; 8. Meniscoessus; 9. Tenrec; 10. Antidorcas un mamífero placentario cursorial súpraendodérmico. En la parte baja se esquematiza la formación de glándulas al migrar a la tierra, y la transformación de glándulas ectodérmicas como las observadas en anfibios a glándulas mamarias de tipo monotrema, marsupial y euteria. En la parte inferior se esquematiza el desarrollo filogenético de la corteza frontal, mostrando la estructura encefálica en un pez, un anfibio, un reptil, un ave y dos mamíferos (gato y hombre). Imagen modificada de: Lovegrove 2016 Enciclopedia británica 2014 y Olav, 2020.

Termorregulación

La termorregulación, es decir la capacidad de un organismo de mantener su temperatura dentro de ciertos límites, es un mecanismo muy importante en los mamíferos para mantener su homeostasis (Guyton y Hall 2011; Lovegrove 2016). Los procesos de regulación de la temperatura en estos seres están relacionados no solo con la temperatura ambiente sino también con el equilibrio energético (Lovegrove 2016), por lo que les es conveniente que la temperatura central, es decir la del interior del organismo y no la de la piel, cambie lo menos posible aun cuando la temperatura del medio ambiente cambie bruscamente, así en los mamíferos, la temperatura central permanece constante con variaciones hacia arriba y hacia abajo de solo 0.6° C en el caso de los humanos (Guyton y Hall 2011). Este control de la temperatura central ha hecho de los mamíferos seres muy adaptables a los diferentes climas, otorgándoles por lo tanto una ventaja evolutiva, en especial a los seres humanos (Terrien et al. 2011). El cómo consiguen los mamíferos este control de su temperatura y como evolucionaron estos procesos es el motivo de revisión de este capítulo.

La temperatura central es el resultado de las sumas y restas entre los procesos de termogénesis, es decir, todos aquellos procesos por los que se genera calor corporal y la termólisis, aquellos procesos que ayudan a

disipar el exceso de calor (Terrien et al. 2011; Van Someren et al. 2002). En la termogénesis intervienen mecanismos como el metabolismo basal de cada célula, la actividad muscular incluyendo la actividad del músculo cardiaco, el incremento del metabolismo en consecuencia de la acción de hormonas como las tiroideas, la GH, testosterona, adrenalina y noradrenalina sobre las células; el incremento de la actividad química de las células y el incremento de calor por la digestión, absorción y almacenamiento de los alimentos (Fanjul 2008; Guyton y Hall 2011; Terrien et al. 2011; Van Someren et al. 2002). Por otro lado, en la disipación del exceso de calor intervienen la sudoración y el jadeo a consecuencia de la dilatación de los vasos sanguíneos de la piel o vasodilatación (Terrien et al. 2011; Van Someren et al. 2002). Como se puede deducir del texto, el calor se genera en los órganos internos como el corazón, hígado, cerebro y el músculo esquelético y se pierde en la piel; en medio de ellos, se encuentra una capa aislante que disminuye la conducción de calor hasta en dos tercios, es el tejido adiposo que almacena lípidos y se localiza justo bajo la piel (Fanjul 2008; Guyton y Hall 2011; Terrien et al. 2011; Van Someren et al. 2002). Todos estos procesos están sometidos a un control muy estrecho por parte del sistema nervioso central como el que sucede en los núcleos anteriores del hipotálamo (Fanjul 2008; Guyton y Hall 2011; Terrien et al. 2011; Van Someren et al. 2002) que controlan respuestas como el escalofrío (Fanjul

2008; Van Someren et al. 2002), la lipólisis tanto de los lípidos almacenados en el tejido adiposo blanco como en el pardo (Fanjul 2008; Van Someren et al. 2002); la sudoración (Fanjul 2008; Guyton y Hall 2011; Terrien et al. 2011; Van Someren et al. 2002). y los cambios en el metabolismo basal (Fanjul 2008; Guyton y Hall 2011; Terrien et al. 2011; Van Someren et al. 2002). A su vez, existen mecanismos alternativos en el control de la temperatura, los mamíferos tienen un gran repertorio de ajustes del comportamiento que pueden incluso contrarrestar la disfunción del control de la temperatura por el sistema nervioso central (Terrien et al. 2011; Van Someren et al. 2002). Estos mecanismos alternos, se basan en la percepción del individuo de la temperatura del medio ambiente, es decir en si siente frío o calor y, por lo tanto, el individuo mamífero realizará ajustes en su comportamiento para mantener el calor corporal o perderlo a través de modular la interfaz piel-aire (Terrien et al. 2011; Van Someren et al. 2002). En el humano, el uso de ropa y sistemas de aire acondicionado, son ejemplos de estos ajustes conductuales (Terrien et al. 2011; Van Someren et al. 2002). Sin embargo, otros parámetros como el envejecimiento, el sexo y la estación del año pueden afectar la precisión del ajuste del comportamiento, amenazando así el mantenimiento de la homeostasis (Kaciuba-Uscilko y Grucza 2001; Terrien et al. 2011).

A estos animales que son capaces de regular su temperatura central, se les llama endotermos, en contraste con los que no lo hacen, llamados ectotermos (Lovegrove 2016). El costo de la existencia diaria de los animales endotermos, solo por serlo, es casi diez veces mayor en comparación con los ectotermos por lo que la endotermia es uno de los grandes enigmas de la evolución y nuestra comprensión de este fenómeno ha prosperado poco desde los años setenta del siglo pasado cuando se estudió con mucha intensidad (Lovegrove 2016; Mc Nab 1978) pero, sobre todo, es un proceso imposible de entender bajo una lógica de evolución lineal. De tal manera que Lovegrove (2016) propone al menos tres fases de desarrollo de la endotermia que se explicarán a continuación:

Existe evidencia de que los terápsidos, animales cuadrúpedos que vivieron durante el pérmico tardío y el triásico (hace 260-208 Ma aproximadamente) y considerados como los ancestros más tempranos de los mamíferos, ya presentaban algún tipo de temoregulación (Laab et al. 2011; Lovegrove 2016). En estos animales se ha mostrado, a través del registro fósil, que su esqueleto tiene signos de adaptación a tierra firme con innovaciones para procesar los alimentos de manera más eficiente y para la conservación del agua corporal; por lo que cambios en su sistema cardiovascular debieron acompañar a estos procesos con la consecuente elevación en la tasa metabólica, por ejemplo, la

aparición del corazón de cuatro cámaras, lo cual también llevó a una tasa de crecimiento elevada y por lo tanto que pudieran llegar a estados reproductivos más rápidamente (Botha-Brink y Angielczyk 2010; Laab et al. 2011; Lovegrove 2016; McNab 1978). En forma de bucle, estos cambios llevaron a todavía una mejor adaptación a tierra firme y a la necesidad de desarrollar mecanismos aerobios más eficientes. Al respecto existen dos teorías: la termorregulación primero o la capacidad aerobia primero (Hopson 2012). Hopson (2012) defiende un modelo en el que los antiguos terápsidos cambiaron sus hábitos de caza de un modo de baja energía (sentarse y esperar) a un modo de búsqueda activa del alimento, lo que requirió mejoras cardiovasculares con una mayor capacidad del metabolismo aerobio y condujo a altas temperaturas corporales y posteriormente a la regulación de la temperatura corporal. Lovegrove (2016) propone además un segundo momento de selección natural más intensa en los mamíferos que aparecieron en el Cenozoico (desde hace 66 Ma a la actualidad) después de la extinción de los dinosaurios no aviares, favoreciendo a los que producían calor a consecuencia del movimiento.

Un segundo periodo de la evolución de la endotermia, sucede durante el triásico tardío (hace 237 Ma aproximadamente) y el jurásico (hace 201 Ma) después de una extinción masiva de la vida entre el pérmico y el triásico temprano (hace 251 Ma aproximadamente); caracterizado

por una disminución del tamaño corporal, aumento de la masa encefálica (encefalización), un mejor aislamiento corporal con la aparición de piel y pelaje y hábitos nocturnos (Lovegrove 2016; McNab 1978). Llegamos así a observar animales del clado extinto de los euteriodontes (al que pertenecen los terocéfalos y los cinodontes, estos últimos, antepasados directos de los mamíferos) de 27 y 2 g de peso. Esta miniaturización corporal permitió la exploración de nuevos nichos ecológicos, la obtención de una mayor variedad de alimentos y la sobrevivencia con tasas metabólicas más altas que favorecieron la termogénesis (Lovegrove 2016; Luo et al. 2011; McNab 1978). El aumento de la masa encefálica está ligada a este aumento de la tasa metabólica, que permitió a su vez satisfacer las altas demandas energéticas del tejido nervioso y en este contexto el control de la temperatura es crucial, lo cual explica en parte la adquisición de hábitos nocturnos donde la disminución de la temperatura ambiental permite que el calor corporal se disipe con mayor facilidad (Isler y van Schaik 2006; Lovegrove 2016). La aparición de esta fase termorreguladora, requirió de un aislamiento corporal efectivo a través de cubrir el cuerpo de piel y pelo (Lovegrove 2016).

La tercera y última andanada de innovaciones evolutivas sucede durante el Cenozoico con la aparición de diferentes formas de endotermia entre las especies de mamíferos, la locomoción cursorial (es el tipo de locomoción donde los

animales pueden correr largas distancias con rapidez) y la adaptación a un enfriamiento global que sucedió durante el Cenozoico tardío (Lovegrove 2016; Zachos et al. 2001). Durante el Mesozoico, todos los mamíferos fueron plantígrados (una postura de los animales en la que todo el pie está en contacto con el suelo), así, los mamíferos de esa época podían no ser capaces de correr a grandes velocidades. La evolución hacia la locomoción cursorial de algunos mamíferos se acompañó de un aumento del metabolismo basal, de un mejor aislamiento del medio y de un aumento de la temperatura central con sus respectivos cambios en la composición del esqueleto y en el tamaño corporal, que aumentó durante el Cenozoico, lo cual derivó en la aparición de los mamíferos supraendotérmicos, es decir, aquellos con una temperatura central media mayor a 37. 9° C (Lovegrove 2012 y 2016; Universitat de València 2011). Igualmente, durante el Cenozoico ocurrió un cambio climático que enfrió al planeta promoviendo ahora patrones de termorregulación relacionados con el clima, así aparecieron mamíferos con niveles más altos y más bajos de endotermia en hábitats fríos y de latitud alta y en hábitats desérticos respectivamente (Lovegrove 2016; Zachos et al.2001). Como se podrá entender por este texto, la termorregulación de los organismos endodérmicos no es un fenómeno fácil de comprender ni fisiológica ni evolutivamente. Ha implicado la extinción y aparición de un sinnúmero de especies

(Lovegrove 2016; Zachos et al.2001) en siglos y siglos de evolución y la aparición simultánea de múltiples rasgos característicos de los mamíferos y del ser humano como parte de la misma clase, como el crecimiento del encéfalo (Isler y van Schaik 2006; Lovegrove 2016), la aparición de piel y pelo (Fanjul 2008; Lovegrove 2016; McNab 1978), las características particulares de sus sistemas locomotor (Hopson 2012; Lovegrove 2016; McNab 1978; Zachos et al. 2001), digestivo (Lovegrove 2016; Luo et al. 2011; McNab 1978), cardiovascular y respiratorio (Hopson 2012; Laaß et al. 2011; Lovegrove 2016) y sus peculiaridades en la forma de reproducirse (Keverne 2014; Lovegrove 2016). Aun con todo, queda mucho por investigar y comprender.

Neotenia y co-evolución como ejemplo de mecanismos evolutivos

Desde mediados del siglo pasado la teoría evolutiva se ha enriquecido con paradigmas más orientados hacia la evolución de poblaciones y las relaciones entre éstas, estos paradigmas conducen a otras conclusiones sobre procesos evolutivos que resultan especialmente importantes para los mamíferos y fundamentales en la evolución del hombre, ejemplos de estos paradigmas son la coevolución y neotenia. La evolución conjunta o coevolución se refiere al fenómeno de adaptación evolutiva mutua producida entre dos o más especies que resulta de la influencia recíproca por relaciones como simbiosis, parasitismo, competencia, o las interacciones entre

presa y depredador (Thompson, 1999). La neotenia se caracteriza por la conservación del estado juvenil en el organismo adulto en comparación con su ancestro u organismos cercanamente emparentados debido a un retraso pronunciado del ritmo de desarrollo, utilizado la habilidad del joven, para seguir para nuevas direcciones evolutivas (Gould, 1977) este alargamiento de la etapa juvenil permite a los animales prolongar la etapa de aprendizaje y adaptación posibilitando una diversidad en la especialización. La coevolución intra-especie sugiere que en las poblaciones se seleccionan rasgos que aumentan la tasa o la amplitud de alguna adaptación a pesar de ser adversa desde el punto de vista individual, las teorías de la evolución conjunta también explican otras observaciones como el altruismo animal y el comportamiento de apareamiento individualmente adverso (Maden, 2018). En organismos complejos, la variación observada en una población es el resultado de una complicada interacción de genes, cromosomas, meiosis, cruce desigual, organización genómica diploide, y reproducción sexual. La variación genera gran riqueza a las poblaciones.

Adaptaciones en el sistema de locomoción

La invasión de la tierra presentó para los animales numerosos desafíos funcionales principalmente el apoyo corporal y locomoción, fuera del agua los animales necesitan resistir los efectos de la gravedad y lograr una transmisión efectiva de la fuerza al piso que permita la propulsión. Este sostén es proporcionado por los huesos del esqueleto

apendicular en los tetrápodos, en la que los apéndices se forman alrededor de huesos rígidos conectados por articulaciones móviles, los huesos de las extremidades de los tetrápodos terrestres se han diversificado considerablemente, exhibiendo una amplia variedad de formas, proporciones y propiedades mecánicas, en los euterios y las aves terrestres se observan altas tasas de remodelación y reparación del hueso (Takakusaki, 2013). Los animales terrestres se mueven sobre terrenos complejos en una variedad de hábitats diferentes con diferentes demandas cinemáticas y mecánicas lo que les obligó a desarrollar estrategias locomotoras y de control neuro mecánico incluyendo número de patas, postura, velocidad de movimiento y masa corporal, así como diferencias en el funcionamiento de las extremidades anteriores y las extremidades posteriores. La marcha requiere el control neuronal de todo el sistema musculoesquelético, el movimiento es el objetivo volitivo en la corteza cerebral y emocional del sistema límbico que se acompaña de movimientos automáticos controlados como el ajuste postural, tono muscular, y movimientos rítmicos de las extremidades, siendo la integración sensomotora en el tronco cerebral y la médula espinal cruciales en este proceso. El patrón locomotor básico es generado por redes interneuronales espinales que responden a señales propioceptivas de la piel y modifican el patrón locomotor con señales descendentes en tronco encefálico y corteza cerebral, el procesamiento de la información en ganglios basales, cerebelo y tronco encefálico

coordinan la regulación automática del tono muscular y los movimientos rítmicos de las extremidades. Cuando el animal encuentra obstáculos, ajusta la alineación corporal en la corteza premotora para guiar los movimientos de las extremidades, el esquema corporal se conserva en la corteza temporoparietal y se transmiten al tronco encefálico por el sistema corticoreticulospinal, controlando la postura anticipatoriamente, esto permite a los animales lograr un control fino, y tener retroalimentación de la postural y sinergias locomotoras durante la locomoción bípeda (Takakusaki, 2013).

Evolución del diafragma. Otro elemento muscular que evolucionó en forma particular en los mamíferos es el diafragma. La evolución del diafragma debe revisarse en relación con sus importantes funciones interrelacionadas: separar las cavidades torácica y abdominal, y servir como una bomba muscular para generar una presión torácica negativa y una presión abdominal positiva. En la evolución, la partición de la cavidad celómica en cavidades torácica y abdominal promovió la eficacia de la respiración al permitir la expansión pulmonar y el aumento de la ventilación (fundamental en periodos geológicos donde hubo bajas concentraciones de oxígeno). La musculación per se del diafragma es única de los mamíferos, lo que mejora de la ventilación pulmonar y proporcionó una gran ventaja evolutiva a los mamíferos, la contracción máxima del diafragma ocurre durante

comportamientos de esfuerzo que incluyeron defecación, vómito, estornudo y parto. La contracción del diafragma está bajo control neuronal (Fogarty, 2009).

Lactancia y glándulas mamarias

La lactancia es la característica que define a los mamíferos la denominación “mamífero” toma su nombre de las glándulas mamarias, la evolución de la glándula mamaria y la producción de leche representan una novedad evolutiva muy interesante. La evolución de la glándula mamaria empieza hace 365 millones de años cuando los primeros vertebrados se mudaron a la tierra. El cambio de un medio acuático a uno con aire generó la necesidad de desarrollar estructuras que protegieran la piel y los huevos de la desecación y que modificaran la locomoción, en la piel se empezaron a producir diferentes tipos de colágeno y a desarrollar glándulas secretoras para facilitar el intercambio de gases y proteger la piel de deshidratación e infecciones. Los anfibios actuales tienen glándulas secretoras de por lo menos 500 péptidos antimicrobianos, algunos de estos son proteínas constituyentes de la leche como la α -lactoalbúmina y la β -lactoglobulina, es posible que la secreción láctea se haya iniciado con una secreción de un líquido con nutrientes y antimicrobianos con la finalidad de mantener los huevos húmedos y viables, y que en algún momento las crías recién eclosionadas empezaron a consumir estas secreciones (Olav, 2020; Ogra, 2020).

Las glándulas mamarias evolucionaron de glándulas apocrinas, estas son semejantes a las glándulas mamarias en que ambas secretan por exocitosis vesículas de contenidos celulares con la pérdida de citoplasma, y que la excreción es un líquido viscoso y estéril. En la mayoría de los mamíferos las glándulas apocrinas están asociadas a un folículo piloso y a una glándula sebácea en una triada que se denomina unidad apopilosebácea que contiene un ducto donde la secreción desemboca en el folículo piloso. En los monotremas la glándula mamaria está relacionada con los folículos pilosos, la unidad apopilosebácea genera los conductos galactóforos, las glándulas mamarias están organizadas en grupos de 100 a 200 unidades productoras de leche, pero no se forma un pezón. En los marsupiales como koalas y canguros también hay un desarrollo asociado de las glándulas mamarias con los folículos pilosos y las glándulas sebáceas. En los mamíferos euterios se mantiene esta asociación apopilosebácea pero no la asociación de las glándulas mamarias con el folículo piloso ya que hay un desarrollo secundario relacionado con sobreexpresión de la proteína morfogenética de hueso (BMP) en el epitelio del pezón (Olav, 2020).

Origen y evolución de las caseínas

Las caseínas son únicas en la leche y tiene una serie de aminoácidos que son requeridos por la cría, forman grandes micelas que contienen fosfato de calcio en unos nano racimos con caseínas α β y κ , las caseínas son transportadores primarios de aminoácidos, calcio y fósforo. Las caseínas son

miembros de una familia de proteínas relacionadas con la mineralización de los tejidos y la regulación de calcio, estas proteínas son parte de la matriz extracelular secretada por ameloblastos, odontoblastos y osteoblastos, así como en proteínas salivales encargadas del transporte de calcio proteínas ricas en prolina y glutamina. La leche varía de forma muy importante en cuanto al contenido de lípidos entre los mamíferos, desde menos de 1% en los rinocerontes hasta más de 60% en las focas. El azúcar que predomina en los euterios es la lactosa mientras que los monotremas y en los marsupiales y en algunos carnívoros como los cánidos predomina galactosa (Ogra, 2020; Olav, 2020).

Placenta

La historia de la placentación es una historia de evolución convergente a nivel macro y molecular. Una consecuencia de la viviparidad es que el óvulo retenido y fertilizado debe sobrevivir con sus propias reservas, u obtener parte de estos recursos de la madre. La transición de la oviparidad a la viviparidad y la posterior aparición de la placentación requirió cambios importantes en la morfología y fisiología del tracto reproductivo y tiene sus orígenes antes de la aparición de los mamíferos. La placenta es el resultado de la fusión de las membranas fetales a la mucosa uterina para conseguir un intercambio fisiológico, es un órgano especializado cuyo propósito es proporcionar apoyo continuo a las crías en desarrollo a través del suministro de agua, nutrientes, gases, y regular las interacciones materno-fetales a menudo a través de

la producción de hormonas, citocinas y anticuerpos (Carlson, 2020; Roberts, 2016).

Todos los mamíferos, excepto el ornitorrinco y los equidnas (únicos monotremas sobrevivientes), dependen de una placenta, la primera decisión de linaje de las células de la mórula es la diferenciación en trofoblasto de las células en contacto con la zona pelúcida, células destinadas a convertirse en placenta y las células internas que se diferenciarán en embrioblasto. En los marsupiales, las placentas son de corta duración y las crías nacen poco desarrolladas (Mc Gowen, 2014). A medida que avanza la interfaz fetal-materna, también lo hace la comunicación bioquímica, en el embarazo temprano existe la urgencia de interrumpir el estro y mantener la producción de progesterona, el trofoblasto es el responsable de generar esta señal para el reconocimiento materno del embarazo, otra necesidad es evitar el rechazo inmune (Carlson, 2020; Mc Gowen, 2014).

Hay una serie de genes involucrados en el reconocimiento materno del embarazo, la adquisición de nutrientes y la regulación inmune, contribuyendo así a las necesidades funcionales únicas de diferentes formas placentarias, los genes involucrados con la formación y funcionamiento de la placenta se sobre expresan en este órgano pero no son exclusivos de este, la duplicación de genes proporciona una oportunidad para que la selección natural funcione y permite que los genes duplicados adquieran nuevas funciones a través de la

adquisición o pérdida de regiones reguladoras, que modifican su expresión (Roberts, 2016).

En la placenta hay una sobre producción de algunas hormonas y proteínas, que también se producen en otros órganos pero en menor cantidad, la hormona de crecimiento (GH) y las proteínas relacionadas con la prolactina (PRP) se encuentran en roedores, rumiantes, primates y otros taxones, su función es la distribución de recursos entre el feto y la madre, las glicoproteínas específicas del embarazo son secretadas abundantemente en placentas de primates y roedores, el interferón τ es producido en placentas de rumiantes y están involucrados en el reconocimiento materno del embarazo.

Un ejemplo sorprendente de la adaptación y cambio de función de algunos genes durante el proceso evolutivo, son las glicoproteínas asociadas al embarazo, estas provienen de genes presentes en infecciones retrovirales ancestrales, (para garantizar que los genes virales no se repliquen, los mecanismos de control del sistema inmune de los organismos infectados por retrovirus endógenos generan que estos genes retrovirales endógenos estén altamente metilados y así son silenciados eficazmente), estos retrovirus endógenos aunque no tienen un origen común, se han descrito en las placentas de muchas especies como marsupiales rumiantes carnívoros y lagomorfos (Roberts, 2016).

Inmunoregulación de la interfase materno-fetal

La gestación implica ventajas sobre la incubación, pero también presenta una serie de retos y necesidades adaptativas, la gestación en los

mamíferos es compleja y varía ampliamente de una especie a otra, pero la contribución embrionaria a la interfaz materno-fetal, el trofoblasto, permanece constante. La intimidad de los tejidos de la madre y los tejidos del feto que expresan antígenos paternos (extraños para la madre) representan un riesgo de rechazo por parte del sistema inmune materno, la forma en que se resuelve este reto es que los antígenos del trofoblasto se encuentran en bajas concentraciones y generalmente invisibles para el sistema inmune materno gracias a una serie de mecanismos, además el embarazo modifica la inmunidad humoral de la madre, se forma una eficiente barrera placentaria que sólo permite el paso de algunos anticuerpos. Aunque la supresión inespecífica, local y activa mediada por células linfoides dentro de la decidua (tejido endometrial característico de la gestación) es fundamental para una gestación exitosa, también una respuesta inmunitaria continua es beneficiosa para el embarazo y para la salud de la madre. Este fino equilibrio en la regulación del sistema inmune se logra con un mecanismo de inmunoregulación mediado por linfocinas que permite un aumento del tamaño de la placenta en respuesta a las linfocinas que promueven el crecimiento mientras se bloquean los mecanismos de rechazo a injerto, esta inmunoregulación de la interfaz materno-fetal es compleja, existe un fino mecanismo de regulación que explica el éxito del "aloinjerto fetal" (Carlson, 2020; Mc Gowen, 2014).

El embarazo en los mamíferos presenta una paradoja para el sistema inmunitario de la madre, ya

que la respuesta inmune es esencial para protegerla de infecciones, pero esta respuesta tiene el potencial de destruir al feto por presentar antígenos extraños. La decidua uterina tiene gran cantidad de células inmunitarias y este es el tejido que el trofoblasto fetal debe invadir para formar la placenta, el reconocimiento del trofoblasto produce una reacción inflamatoria que es la fase inicial del rechazo del injerto, las numerosas citoquinas que se producen en esta fase inicial permiten que se produzca la reacción decidual que al generar un endometrio receptor, permite la implantación del blastocisto en cuanto este pierde la zona pelúcida. Rápidamente, los mecanismos inmunosupresores detienen esta reacción de rechazo que si no se detiene provoca un aborto temprano, existe un delicado equilibrio entre las diferentes citoquinas, las que son favorables y las que son perjudiciales para el embarazo. El sistema inmunitario y endocrino materno trabajan juntos para regular este equilibrio de citoquinas que, si se desestabiliza, conduce a situaciones patológicas. El factor principal que previene el rechazo al trofoblasto es que este expresa **HLA-G** (complejo de histocompatibilidad fundamental en la tolerancia inmune durante el embarazo), un antígeno de trasplante no polimórfico. Se han descrito mecanismos supresores inespecíficos locales y sistémicos que pueden regular las respuestas inmunitarias maternas sin afectar significativamente la capacidad de combatir infecciones, la barrera placentaria restringe el tráfico de células citotóxicas al feto, y los anticuerpos citotóxicos son eliminados

por la placenta antes de que lleguen a la circulación fetal, por lo tanto, una combinación de adaptaciones inmunitarias asegura el éxito del embarazo, creando un equilibrio que mantiene a la madre y al feto protegidos de infecciones, que le permite a la madre compartir antígenos con su cría para que esta fortalezca su sistema inmune y que evita que el sistema inmune de la madre rechace al feto (Carlson, 2020; Sargent, 1993).

Organización de la neocorteza

El cerebro de los mamíferos presenta una gran complejidad, durante el desarrollo filogenético la corteza cerebral incrementó su volumen, junto con el número y complejidad de circunvoluciones. Como resultado de las actividades neuronales se observa un desarrollo en la memoria y la inteligencia, los mamíferos poseen una corteza cerebral gruesa. El fenotipo cortical es el resultado de la interacción entre los productos de la expresión génica (rasgos hereditarios) y los factores que provienen del medio ambiente, en los mamíferos existe un plano de organización cortical común que se ve en la presencia de las áreas corticales primarias, sus conexiones, su organización modular y su tamaño, la variabilidad inter-especie indica que la distribución fenotípica de un rasgo puede ser amplia dentro de las poblaciones donde hay presiones de selección en la variabilidad de los individuos para modificar la morfología periférica, ampliar o contraer campos corticales y modificar conexiones (Krubitser, 2015). Entre los mamíferos, incluyendo los seres humanos, el tamaño del

cerebro adulto y el tamaño relativo de los componentes cerebrales dependen de la duración de un proceso de desarrollo neuronal, los cerebros grandes son el resultado de una maduración lenta, con respecto a la maduración neuronal y la longevidad.

Adaptaciones conductuales de los mamíferos

A continuación, se describen algunas adaptaciones conductuales de los mamíferos que están relacionadas con la gran capacidad cortical de los mamíferos, con la selección de conductas que representan una ventaja mayor para el grupo que para el individuo, y con el desarrollo de expresiones y lenguajes que les permite comunicar estados de ánimo y formar complejas redes sociales.

Empatía en los mamíferos. Estudios de la década de los 50's muestran que los mamíferos ayudan espontáneamente a los conespecíficos angustiados, dos expresiones comunes de empatía de los mamíferos, el consuelo de los individuos angustiados y la asistencia espontánea a los necesitados, involucran el mismo sistema de neuropéptidos que apoyan el apego social (de Waal, 2017)

Crianza cooperativa. Los grupos familiares con ayudantes se encuentran en varias especies de peces, aves y mamíferos. En estas especies de crianza cooperativa, todos los miembros del grupo ayudan a criar a la descendencia, es decir, los padres y las crías de camadas anteriores, el

cuidado por otros es común en todo el reino animal y representa importantes beneficios para la descendencia. El cuidado paterno está mediado por mecanismos hormonales, en especies con cuidados paternos obligatorios y extensos como los seres humanos los niveles de andrógenos disminuyen una vez que los machos están emparejados y tienen descendencia y en respuesta directa al cuidado de esta. El cuidado comprende una amplia variedad de dominios conductuales, y está mediada por una amplia cantidad de sistemas fisiológicos. El alo-cuidado, el cuidado de la descendencia por parte de adultos distintos de la madre biológica, incluidos los padres y otros miembros del grupo, ha caracterizado a las sociedades humanas a lo largo de la evolución del homínido.

Los cerebros de las madres cambian drásticamente en respuesta a la liberación de hormonas relacionadas con el embarazo y el trabajo de parto; sin embargo, los cerebros de los padres también son sensibles a la experiencia del cuidado paterno. Estudios en monos mostraron que los padres experimentados mostraban comportamientos paternos más activos, como lamer, rescatar y construir nidos que los nuevos padres.

A continuación, se describen algunos ejemplos de crianza cooperativa. En la rata topo los subordinados no reproductores contribuyen al cuidado de las crías nacidas de la pareja reproductora, las hembras dominantes muestran niveles altos de testosterona que aumentan el

comportamiento reproductivo y agresivo y reducen la conducta materna, el cuidado de las crías disminuye con la edad del ayudante no reproductor, mientras que el cambio en el estatus social de no criador a criador aumenta el dimorfismo sexual de la conducta. Entre las suricatas, un grupo de miembros subordinados brindan un cuidado extensivo a las crías de la hembra dominante, las suricatas hembras subordinadas son fisiológicamente capaces de reproducirse y ocasionalmente lo hacen con éxito, aunque sus intentos son frecuentemente "suprimidos" por desalojo o infanticidio. Los títes crían a sus hijos con la ayuda de otros miembros adultos del grupo, la contribución individual a los cuidados varía en función a la calidad de las relaciones entre los adultos. El manejo de los lactantes describe las interacciones entre las crías y los miembros del grupo no materno y está muy extendido a través de los mamíferos, entre los bonobos las hembras inmaduras y nulíparas manejan a las crías significativamente más que otras categorías de edad y sexo, y muestran valores altos de oxitocina post-manipulación.

Aunque la cooperación representa un rompecabezas evolutivo, los estudios de campo sobre los carnívoros sociales han contribuido en gran medida a la comprensión de las fuerzas selectivas que favorecen la cría cooperativa, estos estudios sugieren que las hembras reproductoras tienen niveles más altos de estrógeno, hormona luteinizante, progesterona, y prolactina que las

hembras adultas no reproductoras, entre los machos, los niveles de testosterona son a menudo elevados en criadores en comparación con los machos adultos no reproductores.

El efecto de los glucocorticoides en la supresión reproductiva en los carnívoros parece ser específica del sexo: los machos reproductores tienen niveles de glucocorticoides más altos que sus subordinados no reproductores. Finalmente, niveles elevados de prolactina y oxitocina se asocian constantemente con el cuidado aloparental en carnívoros de cría cooperativa, mientras que la testosterona y los glucocorticoides son a menudo más bajos en individuos que participan en el alo-cuidado (Fischer, 2019).

En todas las sociedades humanas, los bebés reciben atención tanto de sus madres como de otras personas. La cooperación reproductiva plantea dos preguntas importantes: ¿cómo beneficia el cuidado por otros a las madres y los bebés, y por qué los cuidadores ayudan a las madres cuando podrían pasar su tiempo de otras maneras, tal vez más valiosas? Investigaciones en grupos de cazadores-recolectores y agrícolas mostraron que, en promedio, las madres proporcionan entre el 43 y el 57% de la atención directa que un bebé recibe, los hermanos pasan más tiempo cuidando a los bebés, y lo hacen sin comprometer el tiempo que de otra manera podrían pasar en el juego, las actividades económicas o la educación.

Aunque los patrones específicos varían culturalmente, el cuidado por otros representa

beneficios inmediatos de tiempo para que las madres mantengan flexibilidad en el equilibrio de las demandas competitivas para apoyar a los niños mayores y más pequeños (Fischer, 2019). Es difícil hacer generalizaciones más allá de afirmar que la atención no materna es una evolución multifacética que por lo general contribuye al éxito reproductivo de la madre y a la supervivencia de los jóvenes.

Evolución del ritmo musical como ejemplo de comunicación

Para analizar la evolución de los diferentes constituyentes del ritmo musical un enfoque comparativo puede ayudar en la comprensión de la evolución del procesamiento rítmico mediante la identificación de similitudes y diferencias neuronales entre los dominios cognitivos en diferentes especies animales, un análisis de los diferentes componentes puede esclarecer la evolución del ritmo. La producción y percepción del ritmo está anclada a la sincronización social en algunas especies. Aunque la capacidad de producir movimiento es casi universal entre los animales lo que indica que la periodicidad es una capacidad motora básica, golpear periódicamente sobre objetos resonantes para hacer sonidos está presente sólo en algunos roedores, aves, y simios, entre los primates está presente en los seres humanos y los grandes simios africanos lo que sugiere que este precursor percusivo de la música instrumental evolucionó en nuestro último ancestro común hace aproximadamente 10

millones de años. El reconocimiento de patrones rítmicos es común entre aves y mamíferos (Kotz, 2018).

La producción de vocalizaciones rítmicas junto con exhibiciones visuales o movimientos se observan en los grandes simios, los chimpancés realizan exhibiciones golpeando objetos resonantes utilizando sus manos o pies para producir secuencias de sonidos percusivos, el desarrollo de la rítmica en el habla pudo comenzar con chasquidos, los chimpancés producen estos chasquidos y movimientos complejos y sincronizados de los labios mandíbula y lengua en el mismo rango de frecuencia del habla humana. El papel afectivo está claro en los seres humanos donde la música es capaz de sincronizar estados de ánimo. La música y el habla comparten un terreno común claro a nivel métrico, posiblemente debido a mecanismos neuronales compartidos para construir la estructura jerárquica a partir de secuencias auditivas, en todas las culturas del mundo, los humanos se sincronizan y se mueven con ritmos musicales (Kotz, 2018)

Adaptaciones fisiológicas durante el embarazo

Las mujeres embarazadas se someten a profundos cambios cardiovasculares, respiratorios, hematológicos, renales, gastrointestinales y endocrinos para hacer frente al aumento de las demandas metabólicas que se dan durante el embarazo y el parto. En el tercer trimestre la frecuencia cardíaca materna aumenta de 15-20 lpm,

el gasto cardíaco aumenta entre un 30% y un 50% durante el embarazo pasando de 4.6 L/min a 8.7 L/min. Durante el embarazo, el flujo sanguíneo al útero y la placenta constituye hasta el 25% del gasto cardíaco, también aumenta el flujo sanguíneo a piel, riñones y senos (Tan, 2013), el diafragma se eleva 4 cm, la progesterona y la relaxina relajan los ligamentos entre costillas y esternón, el consumo de oxígeno aumenta 30%, y la tasa metabólica 15% (Tan, 2013).

Durante el embarazo, el sistema endocrino se somete a adaptaciones para hacer frente al aumento de las demandas metabólicas de la madre y el feto, aumentan los niveles de muchas de las hormonas liberadoras hipotalámicas como la gonadotropina (GnRH) y la hormona liberadora de corticotropina (CRH). La GnRH es necesaria para el crecimiento y la función de la placenta, un aumento de la CRH es importante para el inicio del trabajo de parto. El embarazo es un estado de hipercortisolismo, la placenta produce gran cantidad de hormonas. La secreción de prolactina de la hipófisis anterior aumenta a medida que el embarazo progresa en la preparación para la lactancia materna después del parto. La TSH (hormona estimulante de tiroides) disminuye transitoriamente en el primer trimestre como resultado del aumento de la HCG que es estructuralmente similar a TSH, y tiene propiedades estimulantes de tiroides. El metabolismo de carbohidratos y grasas sufre cambios, de modo que los ácidos grasos y el

glicerol se utilizan para la energía materna, mientras que la glucosa y los aminoácidos se reservan para el feto.

La secreción de insulina aumenta debido a la hiperplasia de las células beta en el páncreas, a pesar del cual hay un estado relativo de resistencia a la insulina evidenciado por un nivel más alto de glucosa postprandial. El segundo trimestre se caracteriza por el aumento de la síntesis total de colesterol y triglicéridos y la acumulación de grasa, el tercer trimestre se caracteriza por el consumo materno de la grasa almacenada (Tan, 2013)

CONCLUSIONES

Aunque está claro que la evolución no sigue un diseño predeterminado resulta maravillosamente sorprendente que violentas catástrofes ambientales que llevaron a extinciones masivas y a fuertes retos ambientales, condujeron a miles de propuestas biológicas, una de estas propuestas exitosas fueron los mamíferos que valiéndose de sobreexpresión de genes, funciones nuevas de moléculas y estructuras, incorporación de genes virales, evolución cooperativa permitieron la viabilidad y ramificación de este grupo.

REFERENCIAS

1. Aleksandra V. Birn-Jefferyl and Timothy E. Higham The Scaling of Uphill and

- Downhill Locomotion in Legged Animals Integrative and Comparative Biology, volume 54, number 6, pp. 1159–1172 <https://doi.org/10.1093/icb/icu015>
2. Botha-Brink J y Angielczyk KD (2010). Do extraordinarily high growth rates in Permo-Triassic dicynodonts (Therapsida, Anomodontia) explain their success before and after the end-Permian extinction? *Zoological Journal of the Linnean Society*; 160: 341–365.
3. Carlson, MB. (2020) Embriología humana y biología del desarrollo. ELSEVIER 6ª ed.
4. de Waal, F. Preston, S. (2017) Mammalian empathy: behavioural manifestations and neural basis. *Nat Rev Neurosci* 18, 498–509. <https://doi.org/10.1038/nrn.2017.72>
5. Encyclopaedia Britannica (2014). <http://media.web.britannica.com/eb-media/31/54831-004-836AF034.jpg>
6. Fanjul ML, Hiriart M, Martínez M, Hudson R, Hernández-Fonseca K, Massieu L, Verdugo-Díaz L, Fuentes B, Moreno E (2008). *Biología funcional de los animales: Una fisiología comparada metabólica y ambiental. Siglo XXI, Vol. 1, 2ª ed.*
7. Fischer EK, Nowicki, JP, O'Connell, LA. (2019, 22 de julio) Evolution of Affiliation: Patterns of Convergence From Genomes to Behaviour *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 374(1777):20180242. <https://doi.org/10.1098/rstb.2018.0242>
8. Fogarty MJ y Sieck GC (2009) Evolution and functional differentiation of the diaphragm muscle of mammals. *Compr Physiol*; 9 (2): 715–766.
9. Gould, Stephen Jay. *Ontogeny and Phylogeny*. Harvard University Press, Cambridge, MA, 1977.
10. Guyton AC y Hall JE (2011) *Tratado de fisiología médica Elsevier*, 12ª ed: 865-875.
11. Hopson JA (2012). The role of foraging mode in the origin of therapsids: implications for the origin of mammalian

- endothemy. *Fieldiana Life and Earth Sciences*; 5: 126-148.
12. Isler K y van Schaik CP (2006). Metabolic costs of brain size evolution. *Biol Lett*; 2 (4): 557-560. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2006.0538>
 13. Kaciuba-Uscilko H y Grucza R (2001). Gender differences in thermoregulation *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*; 4 (6): 533-536.
 14. Keverne, EB. (2014) Mammalian viviparity: a complex niche in the evolution of genomic imprinting. *Heredity* 113, 138-144 *Nature*.
 15. Kotz, SA, Ravnani, A. y Fitch, W.T. (2018, octubre). The Evolution of Rhythm Processing *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 22, No. 10 <https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.08.002>
 16. Kramer P, Bressan P (2018). Our (Mother's) Mitochondria and Our Mind. *Perspect Psychol Sci*; 13 (1): 88-100.
 17. Krubitzer, L. y Kaas, J. (2005) The evolution of the neocortex in mammals: how is phenotypic diversity generated? *Current Opinion in Neurobiology*, 15:444-453 <https://doi.org/10.1016/j.conb.2005.07.003>
 18. Laaß M, Hampe O, Schudack M, Hoff C, Kardjilov N, Hilger A (2011). New insights into the respiration and metabolic physiology of *Lystrosaurus*. *Acta Zoologica (Stockholm)*; 92: 363–371.
 19. Liu J y Olsen P (2010). The phylogenetic relationships of eucynodontia (Amniota: Synapsida). *J Mammal Evol*; 17: 151–176.
 20. Lovegrove BG (2012). The evolution of mammalian body temperature: the cenozoic supraendothermic pulses. *J Comp Physiol B*; 182 (4): 579-589. <https://doi.org/10.1007/s00360-011-0642-7>
 21. Lovegrove BG (2017). A phenology of the evolution of endothermy in birds and mammals. *Biol Rev Camb Philos Soc*; 92 (2): 1213-1240.
 22. Luo ZX, Yuan CX, Meng QJ, Ji Q (2011). A jurassic eutherian mammal and divergence of marsupials and placentals. *Nature* ; 476 (7361): 442-445. <https://doi.org/10.1038/nature10291>
 23. Maden, M. (2018) The evolution of regeneration –where does that leave mammals? *Int. J. Dev. Biol.* 62: 369-372 <https://doi.org/10.1387/ijdb.180031mm>
 24. Matthew, JF, Gary, CS. () Evolution and Functional Differentiation of the Diaphragm Muscle of Mammals *Compr Physiol.* 9(2) pp 715–766. <https://doi.org/10.1002/cphy.c180012>
 25. Mc Gowen, MR, Erez, O, Romero, R, y Wildman, DE. (2014) The evolution of embryo implantation. *Int J Dev Biol.* 58 (2-4) pp 155-161.
 26. McNab BK (1978) The evolution of endothermy in the phylogeny of mammals. *The Ame Naturalist*; 112 (983): 1-21.
 27. Ogra PL, Walker WA, Lönnerdall B (2020) Immunology of Milk and Lactation. Milk Mucosal Immunity, and the Microbiome. Impact in the Neonate. *Nestlé Nutr Inst Workshop Ser. Basel, Karger*, vol 94, pp 1-10 <https://doi.org/10.1159/000505577>
 28. Okada, N, Sasaki, T, Shimogori, T, Nishihara, H. (2010, Agosto) Emergence of Mammals by Emergency: Exaptation *Genes Cells.* 15(8):801-12. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2443.2010.01429.x>
 29. Olav, TO. (2020, 10 de marzo) The evolution of lactation in Mammalian Species. *Immunology of Milk and Lactation. Vol 94.*
 30. Richard W. Blob, Nora R. Espinoza, Michael T. Butcher, Andrew H. Lee, Angela R. D'Amico, Faraz Baig y K. Megan Sheffield Diversity of Limb-Bone Safety Factors for Locomotion in Terrestrial Vertebrates: Evolution and Mixed Chains Integrative and Comparative Biology, volume 54, number

- 6, pp. 1058–1071
<https://doi.org/10.1093/icb/icu032>
31. Roberts, M. Green, JA. y Schulz LC. (2016, noviembre) The Evolution of the Placenta. *Reproduction*. 152(5): R179–R189. <https://doi.org/10.1530/REP-16-0325>
32. Rowe TB (2017). The emergence of mammals. Oxford: Elsevier; 2ª ed, vol 2: 1-52
33. Sargent, IL. (1993) Maternal and fetal immune responses during pregnancy. *Exp Clin Immunogenet*. 10(2):85-102. Review. PMID: 8251183
34. Seth D. Burgessa,1, Samuel Bowringa, and Shu-zhong Shenb High-precision timeline for Earth's most severe extinction *Proc Natl Acad Sci U S A* . 2014 doi: 10.1073/pnas.1317692111. Epub 2014 Feb 10.
35. Takakusaki K. (2013) Neurophysiology of Gait: From the Spinal Cord to the Frontal Lobe *Movement Disorders*, Vol. 28, No. 11, 2013
<https://doi.org/10.1002/mds.25669>
36. Tan, EK. Tan, EL. (2013) Alterations in physiology and anatomy during pregnancy, *Best Practice & Research Clinical Obstetrics and Gynaecology*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2013.08.00>
37. Taylor NAS, Allsopp NK, Parkes DG (1995). Preferred room temperature of young vs aged males the influence of thermal sensation, thermal comfort and affect. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*; 50 (4): M216-221.
38. Terrien J, Perret M, Aujard F (2011). Behavioral thermoregulation in mammals: a review. *Frontiers in Bioscience*; 16: 1428-1444.
39. Thompson, JN. (1999). Specific hypotheses on the geographic mosaic of coevolution. *The American Naturalist* 153 (Suplemento): S1-S14.
40. Universitar de Valencia. Facultat de Ciències Biològiques (2011) *Zoobot*. Postura del pie en mamíferos. Fecha de consulta: 11 de junio 2020. URL: <https://www.uv.es/zoobot/huellas/postura.html>
41. Van Someren EJW, Raymann RJEM, Scherder EJA, Daanen HAM, Swaab DF (2002).
42. Zachos J, Pagani M, Sloan L, Thomas E, Billups K (2001). Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present. *Science*; 292 (5517): 686-693. <https://doi.org/10.1126/science.1059412>

DEPRESIÓN EN PACIENTES POST OPERADOS CON ESTOMA

AUTORES: *Dr. Gil Hernandez Gerardo, Dr Duran Ocampo Ismael, Dra. De la Torre Madrid Irma*

Adscripción: *Escuela de Medicina*

Fecha de recepción: *14 abril 2020*

Fecha de aceptación: *07 agosto 2020*

RESUMEN

La colostomía es un problema de salud que afecta social, económico y psicosocialmente al paciente, se ha observado que la depresión es común en pacientes post operados, mucho más en pacientes con enfermedades crónicas, por lo que es importante identificarla para una mejor recuperación del paciente. Este texto reoprta un estudio retrospectivo en pacientes colostomizados con 6 meses de P.O en 2018, donde se realizó un test para dx de depresión. Se identificaron 20 pacientes entre 20 y 55 años predominio masculino, 60% de ellos son programados y 40% urgencia; 60% presenta depresión moderada y grave en el P.O y el 1.5% extrema. Las patologías comunes fue Crohn para depresión mayor; enfermedad diverticular complicada y herida por arma de fuego para depresión mayor. Se identificó mayor prevalencia en depresión moderada y severa (60%), en pacinetes que presentan una deficiente calidad de vida. Pacientes intervenidos de manera programada como urgente presentan el mismo grado de depresión, la principal causa de realización de estomas asociado a depresión moderada fue cáncer

de colón, con una comorbilidad con la depresión mayor, así mismo, se asocio con estomas realizados por enfermedades inflamatorias. Gran porcentaje de los pacientes ostomizados cursan con depresión severa o mayor, el personal médico de manera general no considera búsqueda intencionada de esta patología, por lo que se propone que se identifique este problema para que los pacientes retomen en la medida de lo posible su vuelta a las actividades.

Palabras clave: estoma, colostomía, ileostomía, depresión, post operatorio.

ABSTRACT

The colostomy is a health issue that affects the patient socially, economically and psychosocially, it has been observed that depression is common in post-operated patients, much more in patients with chronic diseases. A retrospective study was carried out in patients with colostomy with 6 months of P.O in 2018, where a test for depression was performed. Twenty patients between 20 and 55 years of age were identified as predominantly male, 60% of them were programmed and 40% were urgent; 60% present moderate and severe depression in P.O and extreme 1.5%. The common pathologies were Crohn's for extreme depression; complicated diverticular disease and wound by firearm for severe depression. A higher prevalence was found in moderate and severe depression (60%), where it presents a negative quality of life. Patients operated on as scheduled as urgent have the same degree of

depression, the main cause of moderate depression was colon cancer, as well as extreme depression is given by inflammatory diseases. A large percentage of ostomized patients present with depression, having patients with extreme depression, physicians in general do not perform intentional search for this pathology, and we suggest identify this problem to improve.

Key Words: stoma, colostomy, ileostomy, depression, postoperative.

INTRODUCCIÓN

Actualmente existen variedad de patologías en las cuales el tratamiento con lleva a la realización de cirugía derivativa (realización de alguna estoma), esta consiste en una comunicación artificial entre dos órganos o entre una víscera y la pared abdominal, de una manera temporal o definitiva ya sea por padecimientos agudos o crónicos.¹

La depresión es un problema común en pacientes post operados, algunos de los síntomas de la depresión podrían ser 10 veces más común en pacientes que sufren algunas enfermedades crónicas como enfermedad Crohn y enfermedad Cushing o tienen algún trauma con el cual cursan con discapacidad.² La colostomía es un importante problema de salud pública que afecta social, cultural, económico y psicosocialmente al paciente y familiares, se ha observado que por el tipo de intervención y los cambios anatómicos los estomas pudieran ser una causa importante de depresión .^{1,3,}

los síntomas de depresión pueden corresponder a una depresión reactiva, a una reacción de estrés agudo o a un estado de ánimo deprimido.

Los síndromes paraneoplásicos pueden causar depresión, cambios en la conducta y la personalidad

DESARROLLO

Se realizó un estudio retrospectivo, observacional, descriptivo en pacientes post operados de cirugía abdominal con realización de colostomía o ileostomía de 6 meses de post operatorio, durante el 2018 en hospitales del sector público, con criterios de inclusión tales como pacientes post operados con elaboración de estoma, expediente completo, curso de 6 meses de la cirugía y cualquier sexo, y criterios de exclusión como pacientes sin expediente o expediente incompleto, que se nieguen a realizar el cuestionario, pacientes que presentan trastornos de lenguaje, curso menor de 6 meses, múltiples cirugías abdominales, hospitalizaciones prolongadas, con diagnóstico previo de depresión o alguna enfermedad psiquiátrica y pacientes ya reconectados del tránsito intestinal.

A dichos pacientes se les realizo un cuestionario (basado en el Inventario Test de Beck para el diagnóstico de depresión. Figura 1.) sobre su estado de ánimo actual, y 6 meses atrás después de la intervención quirúrgica.

Se identificaron 20 pacientes de un intervalo entre 20- 55 años de edad, siendo 11 masculinos y 9 femeninos, de los cuales el 60% de los pacientes

operados fueron por una cirugía programada, mientras el 40% por una cirugía de urgencia.

Así mismo, el 60% de pacientes se presentó con depresión moderada y depresión grave en el post operatorio inmediato, inclusive teniendo un 1.5% de pacientes con depresión extrema (Grafica 1).

El 25% de los pacientes continúa deprimido hasta el 6 to mes del post operatorio.

Dentro del post operatorio el 9.45% recibieron apoyo en cuanto cuidados y estado de ánimo de parte de esposo/esposa, 2.1% de algún amigo, 7.35% otro familiar, y el 0% recibió ayuda profesional.

Ningún paciente recibió valoración de psicología y/o psiquiatría durante el internamiento o dentro de las indicaciones del post operatorio o alta.

Las patologías como causa de necesidad de estoma más comunes que se encontraron asociada a depresión extrema fue enfermedad de Crohn; enfermedad diverticular complicada, herida por arma de fuego, hernia para depresión grave. Y Ca de colon como causa de raización de estoma, se asocio con depresión moderada (Grafica 2).

Mediante este estudio se puede identificar una alta prevalencia de depresión moderada y severa (60%) en pacientes portadores de estoma, superior a la reportada por Chongpison en 2015 (25%), que acorde con Vonk-Klaassen influye directamente de manera negativa en la calidad de vida.^{5,6}

En relación con la presencia de depresión según el género, ambos grupos tanto pacientes masculinos como femeninos presenta depresión moderada y severa, y a pesar que la nuestra poblacional es pequeña, se ve un mayor numero de pacientes femeninos respecto a los masculinos en cuanto a depresión, lo cual concuerda con lo reportado por Roberts y Grant.^{7,8}

Así mismo se identificó que tanto los pacientes intervenidos de manera urgente como programada presentan el mismo grado de depresión, que concuerda con lo reportado en 2013 con knowles.⁹

Los principales diagnosticos quirurgicos asociados con datos de depresión moderada fueron cáncer de colon y heridas traumáticas tanto de arma de fuego como por arma blanca concordando con la literatura internacional.⁷

Así mismo se identificó que los casos de depresión extrema fue mas común con enfermedades inflamatorias intestinales como el Crohn, lo cual también se comenta por Simon R en 2013.⁹

CONCLUSIONES

La patología abdominal que conlleva la realización de colostomía es una patología frecuente en nuestro medio, siendo multicausal desde enfermedades autoinmunes como enfermedad de Crohn y Cushing, malignas como tumores de colon y algunas otras benignas como enfermedad diverticular.

Observamos que un gran porcentaje de estos pacientes cursan con depresión en diferentes

intensidades, desde moderada hasta sgrave. En estos casos se observo que no existe protocolo de búsqueda intencionada de depresión en pacientes quirúrgicos que se someten a realización de colostomias aun cuando se sabe que puede asociarse con depresión en diferentes grados y esto en su calidad de vida, sistema inmune y recuperación.

REFERENCIAS

1. Gómez, E. (2006). El paciente ostomizados. Consejo Farmacéutico. Rev: Cir 50-55.
2. Charúa G; Benavides L; Villanueva H; Jimenez B. Calidad de vida del paciente ostomizados. Rev. Cir, 2011.79, 149-155.
3. Ferreira A.(2011). Proceso de atención al paciente ostomizados: gestión de cuidados integrales. Montevideo (UY): Ed. Psicolibros Waslala
4. Manzanares M; Gálvez A; Jiménez P; Casas G. (2015).Afectación psicológica y calidad de vida del paciente ostomizados temporal y definitivo. Estudio Stoma Feeling. Metas de Enfermería;18(10): 24-31.
5. Yuda C; Hornbrook R; Harris L; Herrinton, J; Gerald, M. (2016).Self-reported depression and perceived financial burden among long-term rectal cancer survivors Volume25, Issue11 November Pages 1350-1356
- 6.- Vonk-klaassen S; De Vocht, H; Schuurmans M.(2016) Otomy-related problems and their impact on quality of life of colorectal cancer ostomates: a systematic review Authors and affiliations. January, Volume 25, Issue 1, pp 125–133
7. Robert S. Krouse, et al. (2009)Health-related quality of life among long-term rectal cancer survivors with an ostomy: manifestations by sex.Clin Oncol. Oct 1; 27(28): 4664–4670. Published online Aug 31
8. Marcia Grant, R.N.; Carmit K., Andrea ; Mohler, M.J.; Hornbrook M.C.;Herrinton, J.L; ,Wendel, C.S; , Baldwin, C.M. (2011). Gender differences in quality of life among long-term colorectal cancer survivors with ostomies . Oncol Nurs Forum. Sep; 38(5): 587–596.
9. Simon R.; Wilson J; Wilkinson A; Connell, W; Salzberg, M; Castle D; Desmond P; Kamm M. A. (2013). Psychological Well-Being and Quality of Life in Crohn's Disease Patients with an Ostomy: A Preliminary Investigation Knowles. Journal of Wound, Ostomy and Continence Nursing: . Volume 40 - Issue 6 - p 623–629
10. Beck, A; Steer, R; Brown, G.(2011). El inventario de depresión de Beck, adaptaciones (BDI, BDI-II): Ediciones Paidos, Iberica.

5.3. Inventario de Depresión de Beck (Beck Depression Inventory, BDI)

1

Instrucciones: A continuación se expresan varias respuestas posibles a cada uno de los 21 apartados. Delante de cada frase marque con una cruz el círculo que mejor refleje su situación actual.

1. Estado de ánimo
 - Esta tristeza me produce verdaderos sufrimientos
 - No me encuentro triste
 - Me siento algo triste y deprimido
 - Ya no puedo soportar esta pena
 - Tengo siempre como una pena encima que no me la puedo quitar

2. Pesimismo
 - Me siento desanimado cuando pienso en el futuro
 - Creo que nunca me recuperaré de mis penas
 - No soy especialmente pesimista, ni creo que las cosas me vayan a ir mal
 - No espero nada bueno de la vida
 - No espero nada. Esto no tiene remedio

3. Sentimientos de fracaso
 - He fracasado totalmente como persona (padre, madre, marido, hijo, profesional, etc.)
 - He tenido más fracasos que la mayoría de la gente
 - Siento que he hecho pocas cosas que valgan la pena
 - No me considero fracasado
 - Veo mi vida llena de fracasos

4. Insatisfacción
 - Ya nada me llena
 - Me encuentro insatisfecho conmigo mismo
 - Ya no me divierto lo que antes me divertía
 - No estoy especialmente insatisfecho
 - Estoy harto de todo

5. Sentimientos de culpa
 - A veces me siento despreciable y mala persona
 - Me siento bastante culpable
 - Me siento prácticamente todo el tiempo mala persona y despreciable
 - Me siento muy infame (perverso, canalla) y despreciable
 - No me siento culpable

6. Sentimientos de castigo
 - Presiento que algo malo me puede suceder
 - Siento que merezco ser castigado
 - No pienso que esté siendo castigado
 - Siento que me están castigando o me castigarán
 - Quiero que me castiguen

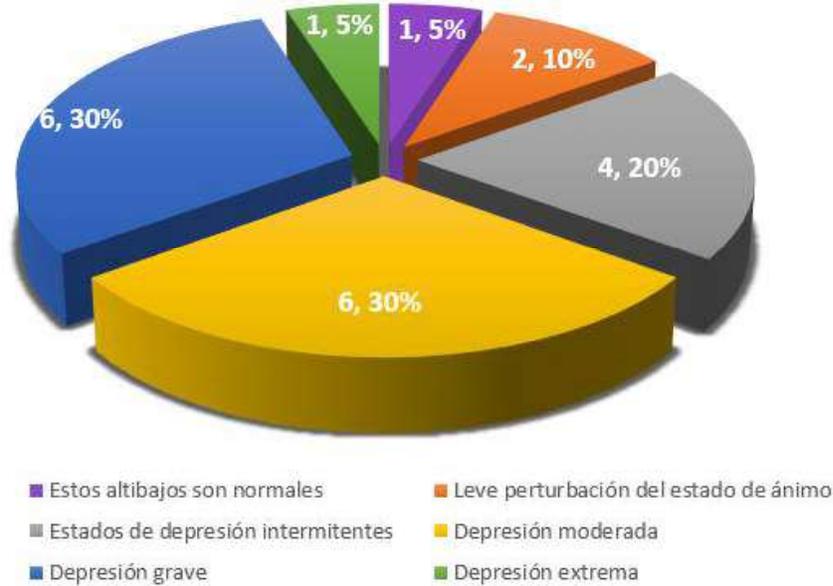
7. Odio a sí mismo
 - Estoy descontento conmigo mismo
 - No me aprecio
 - Me odio (me desprecio)
 - Estoy asqueado de mí
 - Estoy satisfecho de mí mismo

8. Autoacusación
 - No creo ser peor que otros
 - Me acuso a mí mismo de todo lo que va mal
 - Me siento culpable de todo lo malo que ocurre
 - Siento que tengo muchos y muy graves defectos
 - Me olvido mucho a causa de mis debilidades y errores

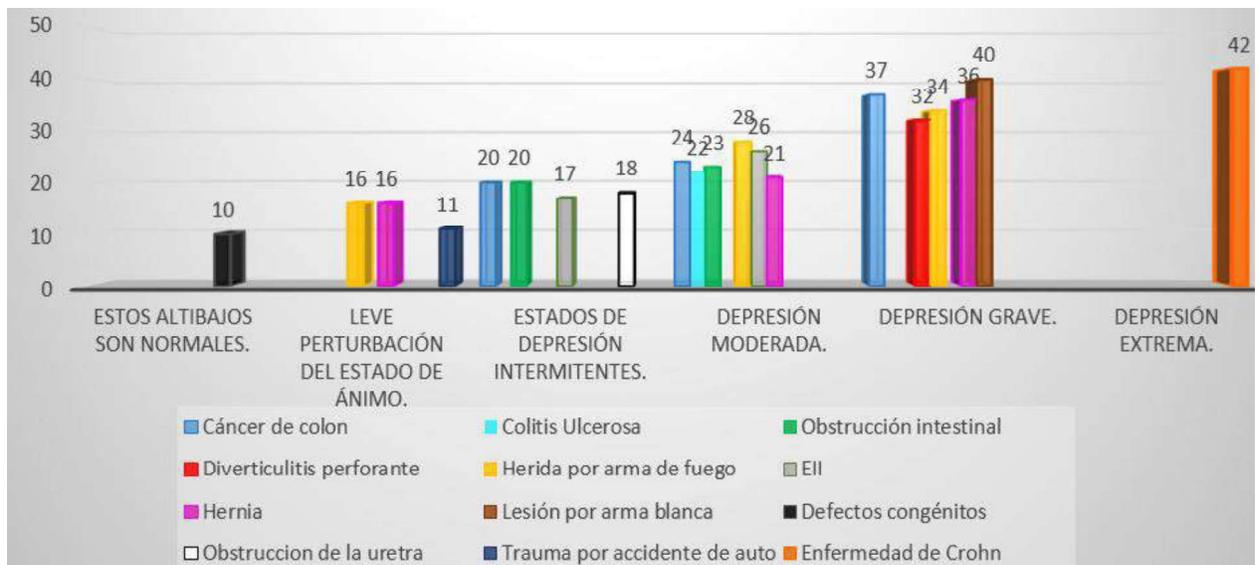
9. Impulsos suicidas
 - Tengo pensamientos de hacerme daño, pero no llegaría a hacerlo
 - Siento que estaría mejor muerto
 - Siento que mi familia estaría mejor si yo muriera
 - Tengo planes decididos de suicidarme
 - Me mataría si pudiera
 - No tengo pensamientos de hacerme daño

10. Períodos de llanto
 - No lloro más de lo habitual
 - Antes podía llorar, ahora no lloro ni aun queriéndolo
 - Ahora lloro continuamente. No puedo evitarlo
 - Ahora lloro más de lo normal

Figura 1. Test de Beck



Grafica 1. Porcentaje de depresión en pacientes post operatorios inmediato.



CONSUMO DE DROGAS EN ESTUDIANTES DE CICLOS BÁSICOS DE MEDICINA

AUTORES: Paola Pérez Polanco, Ingrid Monserrat Díaz González, Olivia Jacqueline Estrada Gutiérrez, Priscila Hernández Ocampo, Verónica Nitzara Rodríguez Vega y Karla Stephania Domínguez Romero

Adscripción: Escuela de Medicina

Fecha de recepción: 21 abril 2020

Fecha de aceptación: 12 junio 2020

RESUMEN

El uso y abuso de sustancias adictivas como el alcohol, marihuana, LSD, entre otras, constituye un complejo fenómeno que tiene consecuencias muy graves al estado de salud del individuo, así mismo se presentan graves problemas en la integración familiar, en el desarrollo y la estabilidad social. Hoy en día toda la sociedad está expuesta a las drogas, sin embargo, hay grupos más vulnerables que pueden sufrir consecuencias negativas de su uso, especialmente en los niños y jóvenes, ya que podrían interrumpir su buen desarrollo personal. El inicio del consumo de drogas se realiza habitualmente en la adolescencia y edad adulta, es en este rango de edad se encuentran los estudiantes de medicina. El objetivo del presente trabajo es conocer la tendencia sobre consumo de sustancias nocivas en los estudiantes de tercer y cuarto semestre de la Escuela de Medicina de la Universidad Justo Sierra. Se realizó un estudio

analítico, prospectivo y transversal. La población a la que se dirigió el estudio fue a estudiantes de tercer y cuarto semestre de Medicina que tuvieran una edad entre 19 y 25 años. Se aplicó una encuesta de 20 preguntas sobre el consumo de alcohol y drogas. La población es de 97 estudiantes de los cuales el 32% son hombres y 68% son mujeres. Resultados: El 3% de los estudiantes tienen 19 años, 44% 20 años, 33% 21 años, 12% 22 años, 6% 23 y 2% 24 años. De la población femenina (66 estudiantes) se encontró que el 72.7% no consume cigarrillos, 22.8% tiene un consumo desde 1 cigarrillo hasta 39 cigarrillos y solo el 4.5% consume 40 o más cigarrillos en los últimos 30 días. Con respecto al consumo de alcohol el 61.6% de los estudiantes tiene un consumo de alcohol desde 1 sola vez hasta llegar al consumo de más de 40 veces en los últimos 30 días. En el caso de otro tipo de sustancias nocivas se tiene más alto consumo de marihuana (33.3%), tranquilizantes (15.2%), cocaína (13.6%), LSD (3.1%), disolventes o inhalantes (1.6%). Conclusión: En este trabajo se reporta que la población femenina estudiada, el 85% no tiene consumo de sustancias adictivas, el 15% de la población si tiene consumo de sustancias adictivas, y solo el 3% de esta última población tiene mayor frecuencia de consumo. Es muy importante que los estudiantes de medicina sean conscientes del riesgo que representa el consumo de

sustancias adictivas, ya que, en el futuro deberán prevenir, diagnosticar y tratar el uso de drogas de sus pacientes.

Palabras clave: Estudiantes de medicina, cigarrillos, alcohol y drogas.

ABSTRACT

The use and abuse of addictive substances such as alcohol, marijuana, LSD, among others, constitutes a complex phenomenon that has very serious consequences for the individual's state of health, as well as serious problems in family integration, development and social stability. Today, the entire society is exposed to drugs, however, there are more vulnerable groups that can suffer negative consequences of its use, especially in children and young people, since they could interrupt their good personal development. The beginning of drug use is usually carried out in adolescence and adulthood, it is in this age range that medical students are found. The objective of the present work is to know the tendency on consumption of harmful substances in the students of third and fourth semester of the School of Medicine of the Universidad Justo Sierra. An analytical, prospective and cross-sectional study was carried out. The population to which the study was directed was students of third and fourth semester of Medicine who were between 19 and 25 years old. A survey of 20 questions was applied on the consumption of alcohol and drugs. The population is of 97 students of which 32% are men and 68% without women. Results: 3% of the students are 19 years old, 44% 20 years old, 33% 21

years old, 12% 22 years old, 6% 23 and 2% 24 years old. Of the female population (66 students) it was found that 72.7% do not consume cigarettes, 22.8% have a consumption from 1 cigarette to 39 cigarettes and only 4.5% consume 40 or more cigarettes in the last 30 days. With regard to alcohol consumption, 61.6% of the students have consumed alcohol from 1 time to consumption of more than 40 times in the last 30 days. In the case of other types of harmful substances, there is a higher consumption of marijuana (33.3%), tranquilizers (15.2%), cocaine (13.6%), LSD (3.1%), solvents or inhalants (1.6%). Conclusion: 85% of the population studied does not have consumption of addictive substances, 15% of the population does have consumption of addictive substances, and only 3% of the latter population has a higher frequency of consumption. It is very important that medical students are aware of the risk posed by the consumption of addictive substances, since, in the future, they must prevent, diagnose and treat drug use by their patients.

Key Words: Medical students, cigarette, alcohol and drug.

INTRODUCCIÓN

El abuso de drogas constituye un importante problema salud pública, social y económico, ya que los trastornos físicos y conductuales que se genera en los consumidores terminan repercutiendo profundamente en todo su entorno. Este abuso puede dar lugar al desarrollo de adaptaciones

biológicas en el organismo, que se manifiestan mediante la aparición de fenómenos como tolerancia y dependencia física (Lorenzo, y otros, 2012).

Para poder hablar de las consecuencias que genera el consumo de drogas es importante definir este término. La organización Mundial de la Salud (OMS) ha definido a droga como toda aquella sustancia con potencial para prevenir o curar una enfermedad o aumentar la salud física o mental. Este mismo término en farmacología es utilizado para referirse a aquellas sustancias químicas que modifican los procesos fisiológicos y bioquímicos de los tejidos o los organismos. De forma coloquial droga también puede conocerse como sustancias psicoactivas o bien referirse a las drogas ilegales. El término abuso de drogas se refiere a cualquier tipo de consumo de una sustancia que difiere del admitido en el contexto social determinado.

DESARROLLO

Son numerosas las clasificaciones que se han realizado a las drogas, ya que son diversas las formas en las que se pueden evaluar, por ejemplo; por su origen (natural, semisintético y sintético), por su estructura química, por su acción farmacológica, por sus manifestaciones clínicas, por el abuso más habitual, por su consideración sociológica, así como por su peligrosidad. Con base a la clasificación antes mencionada en la tabla 1 se muestran las principales drogas de abuso habitual.

Sustancia	Nombre común	Vía de consumo	Acciones en el Sistema Nervioso	Efectos a corto plazo
Opiáceos (heroína, fentanilo) (Huarachi, 2016)	Caballo, jaco, papela, bolsa, polvo, chino	Oral, intravenosa, esnifada, fumada	Depresor	Relajación, analgesia, disminución de miedo y ansiedad
Cannabinoides (Piedra, Arenas, García, Garduño, & León, 2009)	Porro, canuto, kifi, keta, chocolate, grifa, hierba	Oral y fumada	Depresor	Alteraciones de percepción, euforia, desinhibición.
Alcohol etílico (Martin, 2014)	Priva, beberecío	Oral	Depresor	Relajación, aumento de confianza, desinhibición, disminución de la atención.
GHB (ácido γ -hidroxibutírico) (Pardo, Seifa, & Orti, 2018)	Extasis líquido	Oral	Depresor	Sociabilidad, sensación de embriaguez, deseo sexual, depresión respiratoria, coma.
Cocaína (Mendizabal, 2013)	Coca, nieve, perico, crack, farra	Fumada, esnifada, intravenosa, inhalada	Estimulante	Reducción de la fatiga, lucidez o viveza mental, excitación, taquicardia.
Anfetamina (Ortega, y otros, 2010)	Anfeta, speed, rueda	Oral, intravenosa, esnifada	Estimulante	Aumento de la concentración, hiperactividad, verborrea, pérdida de apetito, confianza
LSD (dietilamida de ácido lisérgico) (Puig, 2003)	Ácidos, tripis, sellos, setas	Oral	Alucinógenos	Alteraciones de percepción espacio temporal y sensitivo, flash back, pánico

Tabla 1. Principales drogas de consumo habitual.

Se ha tratado de explorar las razones por las cuales las personas consumen drogas, y la explicación que se tiene a este fenómeno de consumo es principalmente por problemas personales, interpersonales y del medio ambiente social y cultural. Es sin duda, el aprendizaje social, así como la influencia del grupo donde se mueve el individuo y su integración al mismo los que producen que se genere un consumo de estas sustancias psicoactivas. Un factor importante para el consumo de sustancias psicoactivas es el inicio del consumo, el cuál suele ocurrir durante la adolescencia o juventud, este periodo se caracteriza por el estrés (Zumalde & Gutiérrez, 2009), ansiedad y búsqueda de nuevas sensaciones, así como de diferenciación de los adultos (Alonso-Castillo, Armendáriz-García, García, Facundo, & Almanza, 2018). Se ha descrito que puede comenzar como una forma de manejar

las emociones negativas que se está viviendo en ese momento, como respuesta al sentimiento de vivir en un mundo caótico y hostil. Se ha encontrado que la presión del grupo de pares, la curiosidad y la pobre integración familiar, son factores que contribuyen al consumo de drogas (Moreno & Rosario, 2012).

Castro, Llanes y Macías han reportado que el consumo de drogas y alcohol entre los estudiantes universitarios es considerablemente más alto con respecto a otro tipo de poblaciones, dentro de las consecuencias que produce este fenómeno de consumo es el bajo rendimiento académico, depresión y suicidio (Sandí & Díaz, 2011). Por la preocupación que genera el consumo de sustancias psicoactivas en la comunidad Universitaria el objetivo de este estudio es conocer la tendencia de sustancias psicoactivas en los estudiantes de tercer y cuarto semestre de la Escuela de Medicina de la Universidad Justo Sierra.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio analítico, prospectivo y transversal. La población a la que se dirigió el estudio fue a 97 estudiantes de tercer y cuarto semestre de ciclos básicos de la Escuela de Medicina de la Universidad Justo Sierra que estaban cursando el ciclo escolar 2020-1. Se aplicó un cuestionario de 20 preguntas, 2 preguntas fueron sobre datos sociodemográficos como edad y género, 2 preguntas sobre el nivel de enseñanza alcanzado por padre y madre, 16 preguntas sobre consumo y frecuencia de cigarrillos, alcohol y drogas. Al

aplicar los cuestionarios, se les explicó a los estudiantes la naturaleza y propósito del estudio para obtener su consentimiento informado.

El análisis de los datos se realizó a través del programa GraphPadPrism versión 6.

RESULTADOS

Las primeras preguntas del cuestionario que se aplicó a la comunidad estudiantil de la Licenciatura fueron sobre el género y edad de los estudiantes encuestados. De la muestra de 97 estudiantes, 32% fueron masculinos y 68% femeninos (Figura 1A). La edad para el caso de los estudiantes de licenciatura fue del 3% de 19 años, 43.94% de 20 años, 33.33% de 21 años, 12.12% de 22 años, 6.06% de 23 años y 1.52% de 24 años (Figura 1B).

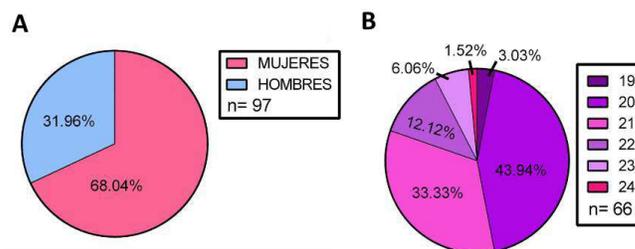


Figura 1. Datos sociodemográficos. **A.** Género. **B.** Edad.

La población femenina en este estudio fue de 66 mujeres por tal razón, los resultados de este estudio se centraron en esta población. Con respecto al nivel de estudios de los padres de las estudiantes se encontró para el caso de las madres que el 45.4% tienen nivel de estudios universitario, 7.5% tiene un posgrado y el 47.1% tiene un nivel de estudio entre

primaria, secundaria, preparatoria y universidad no concluida. En el caso de los padres se encontró que el 37.8% tiene un nivel de estudios universitario, 10.7% tienen posgrado, el 51.5% tienen un nivel de estudios entre primaria, secundaria, preparatoria y universidad no concluida.

Con respecto a las preguntas sobre consumo de sustancias nocivas se tiene pregunta sobre consumo de cigarrillos, alcohol, drogas como: tranquilizantes o sedantes, cocaína, marihuana, LSD, disolventes o inhalantes u otras drogas. En el caso de consumo de cigarrillos en los últimos 30 días: 48 estudiantes no consumen cigarrillos, 8 estudiantes lo hacen de 1 a 2 veces, 3 estudiantes lo hacen de 3 a 5 veces, 1 estudiante consume de 6 a 9 veces, 1 estudiante consume de 10 a 19 veces, 2 estudiantes consumen de 20 a 39 veces y 3 estudiantes más de 40 veces. Con respecto a los últimos 12 meses de consumo se reportó que 38 estudiantes no consumen cigarrillos, 8 estudiantes lo hacen de 1 a 2 veces, 5 estudiantes lo hacen de 3 a 5 veces, 1 estudiante de 6 a 9 veces, 3 estudiantes tienen un consumo de 10 a 19 veces, 8 estudiantes de 20 a 30 veces y 3 estudiantes más de 40 veces (Figura 2A). Con respecto a los últimos 12 meses el 43.9% de las estudiantes fuma cigarrillos, y de esta población el 10.6% tiene una alta frecuencia de consumo ya que su frecuencia es más de 40 veces al año.

En el caso de consumo de alcohol en los últimos 30 días 25 estudiantes no lo consumen, 15 estudiantes lo consumen de 1 a 2 veces, 6 de 3 a 5 veces, 4 de 6

a 9 veces, 8 de 10 a 19 veces, 7 de 20 a 39 veces y 1 estudiante refirió consumir 40 o más veces en el último mes. En los últimos 12 meses 18 estudiantes no han consumido alcohol, 9 estudiantes solo han consumido de 1 a 2 veces, 17 estudiantes de 3 a 5 veces, 2 estudiantes de 6 a 9 veces, 7 estudiantes de 10 a 19 veces, 12 estudiantes de 20 a 39 veces y solo 1 estudiante tiene un consumo de 40 o más veces al año (Figura 2B). Con respecto al consumo de alcohol en los últimos 12 meses 72.7% de las estudiantes tienen consumo de alcohol y solo el 19.6% tiene una frecuencia de 20 o más veces al año.

En el consumo de drogas, el uso de tranquilizantes o sedantes se tiene que el 84.85% no ha consumido, 13.64% de las estudiantes lo ha realizado de 1 a 2 veces, 1.53% lo ha realizado solo de 3 a 5 veces. En el consumo de cocaína 86.36% de las estudiantes no ha tenido el consumo de esta droga, 7.58% de las estudiantes lo ha realizado de 1 a 2 veces, 3.03% de las estudiantes lo ha realizado de 3 a 5 veces y 3.03% de las estudiantes lo ha consumido de 6 a 9 veces. Para el caso de marihuana el 66.67% de las estudiantes no ha consumido, 16.67% lo ha realizado de 1 a 2 veces, 4.55% de las estudiantes lo ha realizado de 3 a 5 veces, 3.03% de 6 a 9 veces, 3.03% 10 a 19 veces y 6.06% 40 o más veces. El LSD el 96.97% de las estudiantes no lo ha consumido y solo el 3.03% si ha tenido un consumo de 1 a 2 veces. Con el consumo de disolventes o inhalantes el 98.4% no ha consumido algún tipo de

droga y solo el 1.6% de las estudiantes ha tenido un consumo de 1 a 2 veces (Figura 2C).

en un estudio realizado con estudiantes de medicina de una Universidad privada de Medellín –

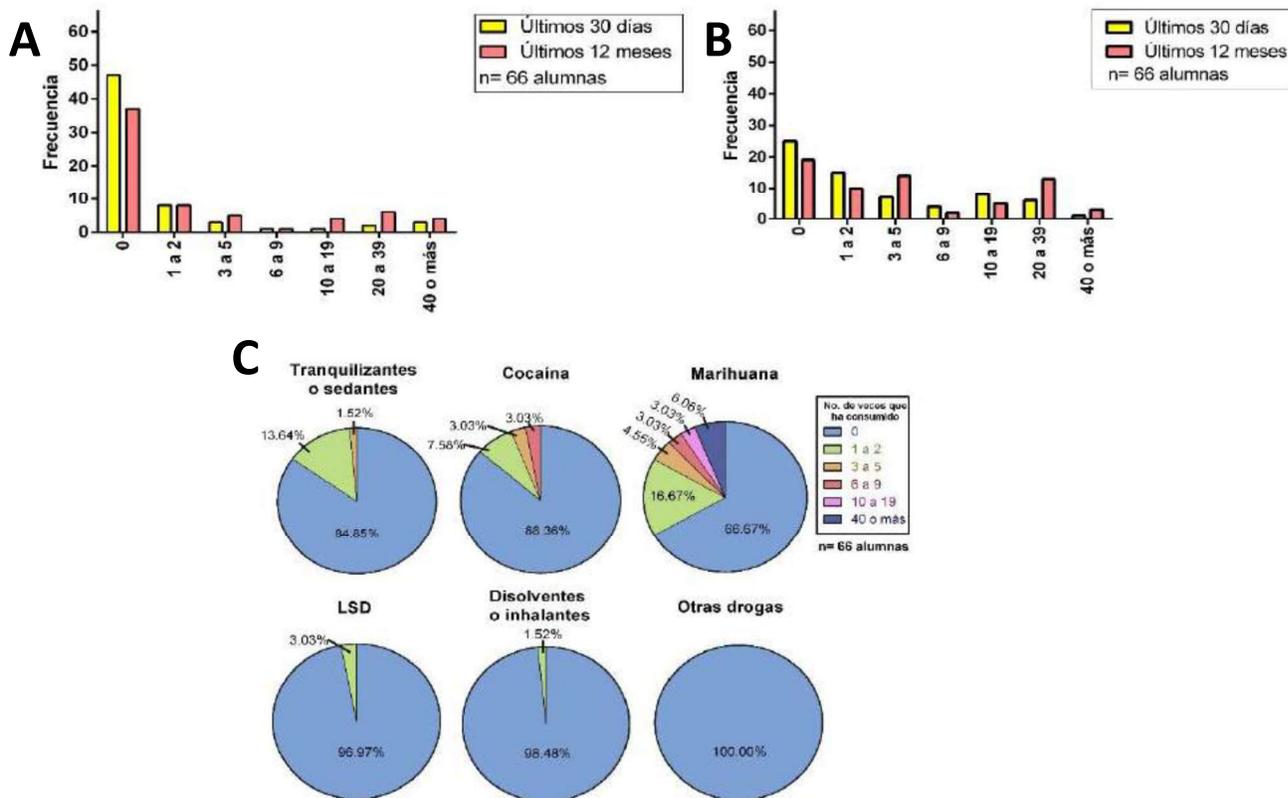


Figura 2. Consumo de sustancias nocivas en la población fémica de ciclos básicos de la Escuela de Medicina de la Universidad Justo Sierra. A. Consumo de cigarrillos. B. Consumo de alcohol. C. Consumo de drogas más habituales.

En este estudio se encontró que en la población femenina se tiene más consumo de alcohol que cigarrillos y drogas. Se reporta que al menos en los últimos 30 días el 72.7% no fuma, el 22.8% consume cigarrillos desde una vez hasta 39 veces y solo el 4.5% consume cigarrillos 40 o más veces. Estos resultados son comparables a los presentados

Colombia, en el cuál reportan que el 47.8% de la población consume tabaco en la vida, y en los últimos 3 meses 20.1% (Gallego, Correa, & Arias, 2015).

En un estudio realizado a estudiantes de nuevo ingreso y los que cursaban la mitad de la

licenciatura de la Facultad de Medicina de la Universidad Veracruzana encontraron que ningún estudiante de nuevo ingreso fumaba en comparación con el 50% de los estudiantes que se encontraban a la mitad de la carrera que si tenían el hábito de fumar (Cervantes-Gómez, Zayas-Balderas, & Galicia-Arroyo, 2015).

Con respecto al consumo de alcohol en este trabajo se reporta que en los últimos 30 días el 37.8% de las estudiantes no tiene consumo de alcohol, el 61.1% reporta un consumo desde ingerir una sola vez hasta 30 veces, solo el 1.5% de las estudiantes de medicina tiene un consumo altamente frecuente ya que reporta hacerlo más de 40 veces en 30 días.

El porcentaje de estudiantes que ha consumido alcohol en los últimos 30 días es comparable al que se reporta en otros estudios, por ejemplo, en una Universidad privada de Medellín – Colombia se ha reportado que el 90.6% ha consumido alcohol en su vida y en los últimos tres meses 73.7% (Gallego, Correa, & Arias, 2015). Puig- Nolasco y colaboradores en estudio realizado en la Universidad Veracruzana sobre consumo de alcohol en estudiantes de medicina reportaron que el 71.9% de los estudiantes consumen alcohol, siendo la edad de inicio 12.5 años, así mismo reportan que la frecuencia de consumo fue baja, pero en alta cantidad, teniendo consumo en niveles de emborrachamiento siendo los hombres los que tienen mayor consumo (Puig- Nolasco, Cortaza-Ramirez & Pillon, 2011).

En un estudio realizado por Sogi y Perales reportan que el 13.7% de las estudiantes de medicina presentan problemas de alcoholismo, en cuanto al género en el estudio reportan que los varones tienen mayor consumo y abuso de alcohol, pero las mujeres en especial las pertenecientes a las generaciones más jóvenes muestran un patrón de consumo y problemas con el alcohol con una tendencia a igualar el consumo que presentan los varones (Sogi & Perales, 2001). Gómez y colaboradores realizaron un estudio sobre consumo de alcohol en estudiantes de la Universidad de Guadalajara encontraron que el 84.6% de los alumnos consume alguna bebida alcohólica, encontrándose que los hombres toman más (87.6%) que las mujeres (79.1%) pero sin diferencia estadística. La bebida alcohólica de mayor consumo por los jóvenes universitarios es la cerveza, seguida por el tequila, whisky, vodka, y brandy (Gómez, Landeros, Noa, & Patricio, 2017). Nuestro estudio muestra cifras un poco más disminuidas (61.1%) con respecto a los otros estudios mencionados, sin embargo, el presente trabajo solo se realizó en mujeres estudiantes de medicina.

La Encuesta Nacional de Consumo de Drogas, Alcohol y Tabaco 2016- 2017 reporta que el consumo de drogas ilegales alguna vez en la vida presenta una tendencia de aumento al pasar de 4.6% en 2002 a 9.9% en 2016. Destaca que este incremento, entre 2011 y 2016, fue significativo tanto para hombres (8 a 15.8%) como en mujeres (1 a 4.3%). Con respecto a la edad reportan que

hombres en el rango de edad de 12 a 17 años presentan un porcentaje de consumo de 3.4% y del rango de edad de 18 a 34 años 8.2%, en mujeres en el rango de edad de 17 a 17 años 3.4% y de 18 a 34 años 8.2% (Informe sobre la situación del consumo de drogas en México y su situación integral, 2019). Con base a la encuesta nacional de consumo los estudiantes de medicina se encuentran en un rango de edad de 18 a 34 años por lo que se esperaría que alrededor del 8% tengan consumo de drogas ilegales, sin embargo en este estudio reportamos que el 15.2% de las estudiantes de medicina consume tranquilizantes, 13.6% consume cocaína, marihuana es consumido por 33.3% de las estudiantes, 3.1% consume LSD y 1.6% de las estudiantes ha consumido disolventes o inhalantes.

Al realizar una revisión bibliográfica de otros estudios realizados en estudiantes de medicina encontramos que Ayala y colaboradores reportan en una población estudiantil de medicina de Estados Unidos que el 6.2% de los estudiantes de medicina consumen marihuana y 91.3% consume alcohol (Ayala, Rosemanb, Winsemanc, & Masind, 2017).

Buchanan & Pillon en un estudio realizado en estudiantes de medicina de Honduras reporta que el uso de drogas está presente en 25% de los estudiantes, de los estimulantes de consumo frecuente se tiene cafeína, bebidas energizantes y coca cola. Dentro de las drogas ilícitas se tiene el consumo de marihuana, cocaína, Valium e

inductores del sueño en menor proporción (Buchanan & Pillon, 2008).

A nivel nacional se tienen muy pocos estudios sobre consumo de drogas en estudiantes de medicina. En un estudio realizado Fuentes Aguilar en estudiantes del último semestre de medicina de la Unidad Milpa Alta del Instituto Politécnico Nacional reportan que el 14% admitieron que han consumido las drogas en alguna fiesta (Fuentes, 2016). Estos datos son cercanos a los que este estudio reporta, sin embargo, en el consumo de marihuana se tiene un alto consumo por las estudiantes en estudio ya que el 33.3% lo ha realizado alguna vez en su vida.

En este estudio no se preguntó sobre las causas que producen que los estudiantes consuman drogas y alcohol, pero se ha reportado en otros estudios que multicausal, existiendo desde influencias genéticas, familiares, psicológicas y socioculturales asociados. Considerando los factores que se reportan en la literatura, se puede considerar como explicación del porque hay mayor consumo de marihuana a diferencia de otras drogas, ya que piensan los estudiantes que es menos tóxica que las otras drogas, la consideran una sustancia natural y poco o nada adictiva (Cáceres, Salazar, Varela, & Tovar, 2006).

Los efectos esperados por los consumidores de marihuana son relajación y potenciación del humor, sin embargo, también produce taquicardia, y efectos nocivos que incluyen: deterioro de la memoria a corto plazo, dificultad en la retención de

información, disminuye el rendimiento deportivo, afecta las habilidades para conducir y aumenta el riesgo a sufrir un accidente, altera el juicio y la tomade decisiones, así como alteraciones en el estado de ánimo(Beverido, 2010).

Sepúlveda y colaboradores reportan que los motivos que llevan a los estudiantes para tener un consumo de droga puedendebese a curiosidad, problemas e influencia de amigos(Sepúlveda, Roa, & Muñoz, 2011).Sin embargo, otros estudios muestran causas como el cambio a la universidad, independencia familiar, la presión de pares, diversión o placer, para acompañar a la pareja o amigos y/o para relacionarse con otras personas (Leiva, Pereira, Costa, & Lobo, 2010).

Es sin duda la influencia que ejercen los amigos en el consumo de drogas, ya que la influencia social ejercida a través de la convivencia con el grupo de pares es significativa, ya que las actitudes sociales tienen un papel muy importante en la propia disponibilidad de las drogas (Cáceres et al., 2006; Herrera et al., 2012; Caravaca et al., 2015). Otros factores que se ha reportado en la población estudiantil de medicina para el consumo de drogas es el estrés asociado a la competitividad, largas jornadas de estudio Para los estudiantes que ya están cursando el campo clínico, el contacto cercano y frecuente con el dolor y sufrimiento, el contacto físico y emocional con pacientes, la muerte y la incertidumbre de la ciencia médica en contraste a los deseos de certeza y garantía exigidos por los

pacientes también constituyen fuentes de tensión(Caravaca, y otros, 2015).

El consumo de alcohol y otras drogas en la población estudiantil de medicina es un fenómeno que, por su prevalencia y posibles repercusiones, debe ser sistemáticamente evaluado. La importancia de realizar este tipo de estudios es porque los estudiantes de medicina serán en un futuro médicos, y serán una pieza clave en el tratamiento de los problemas asociados a la adicción a drogas. Frank, Elon, Naimi&Brewer proponen que deben ser las Instituciones educativas quienes formen a los estudiantes de medicina para que sepan percibir el riesgo inherente al consumo de sustancias adictivas ya que, en el futuro, deberán prevenir, diagnosticar y tratar el uso de drogas de sus pacientes(Frank, Elon, Naimi, & Brewer, 2008).

CONCLUSIONES

El consumo de alcohol y drogas sigue siendo un problema de salud pública ya que de forma anual se tiene un incremento importante, con respecto a la edad de inicio se tiene que es cada vez más temprana. En este estudio se reporta que la población femenina (68.04%) de la Escuela de Medicina tiene un rango de edad de 19 a 24 años al momento del estudio, el 72.7% de la población femenina no consume cigarrillos, 22.8% tiene un consumo desde 1 cigarrillo hasta 39 cigarrillos y solo el 4.5% consume 40 o más cigarrillos en los últimos 30 días. Con respecto al consumo de alcohol el 61.6% de las estudiantes tiene un

consumo de alcohol desde 1 sola vez hasta llegar al consumo de más de 40 veces en los últimos 30 días. En el caso de otro tipo de sustancias nocivas se tiene más alto consumo de marihuana (33.3%), tranquilizantes (15.2%), cocaína (13.6%), LSD (3.1%), disolventes o inhalantes (1.6%). Es importante que al conocer la prevalencia de consumo de sustancias nocivas de los estudiantes de medicina se busque una estrategia de intervención para que conozcan y sean conscientes de los riesgos que provoca el consumo de cigarrillos, alcohol y otro tipo de sustancias nocivas pues ellos serán los que darán consejos desde el punto de vista médico a sus pacientes sobre el cómo prevenir y dar tratamiento en el consumo de drogas.

REFERENCIAS

1. Alonso-Castillo, M. M., Armendáriz-García, N. A., García, K. S., Facundo, F. R., & Almanza, S. E. (2018). *Valores, estrés de conciencia y el consumo de alcohol, tabaco y drogas médicas en enfermería*. Recuperado el 13 de 5 de 2020, de <https://biblat.unam.mx/es/revista/journal-health-npeps/articulo/valores-estres-de-conciencia-y-el-consumo-de-alcohol-tabaco-y-drogas-medicadas-en-enfermeria>.
2. Alonso-Castillo, M. M., Armendáriz-García, N. A., García, K. S., Facundo, F. R., & Almanza, S. E. (2018). *Valores, estrés de conciencia y el consumo de alcohol, tabaco y drogas médicas en enfermería*. Recuperado el 13 de 5 de 2020, de <https://biblat.unam.mx/es/revista/journal-health-npeps/articulo/valores-estres-de-conciencia-y-el-consumo-de-alcohol-tabaco-y-drogas-medicadas-en-enfermeria>.
3. Ayala, E., Rosemanb, D., Winsemanc, J., & Masind, H. (2017). Prevalence, perceptions, and consequences of substance use in medical students . *Medical Education*, vol. 22, 1392824.
4. Beverido, P. (2010). Consumo de mariguana y sus efectos en la salud mental y las habilidades cognitivas necesarias para el aprendizaje. *Rev Med UV*, 49-53.
5. Buchanan, C., & Pillon, C. (2008). Uso de drogas entre estudiantes de medicina, Tegucigalpa, Honduras. *Rev Latino-Am Enfermagem*, Mayo - Junio: 16 (especial).
6. Cáceres, D., Salazar, I., Varela, M., & Tovar, J. (2006). Consumo de drogas en jóvenes universitarios y su relación de riesgo y protección con los factores psicosociales. *Universitas Psychologica*, 5 (3): 521-534.
7. Caravaca, J., Noh, S., Hamilton, H., Brands, B., Gastaldo, D., & Miotto, M. (2015). Factores socioculturales y consumo de drogas entre estudiantes universitarios costarricenses. *Textp & Contexto Enfermagem*, 24: 145-153.

8. Cervantes-Gómez, C., Zayas-Balderas, D., & Galicia-Arroyo, G. (2015). Tabaquismo entre estudiantes de medicina. *Rev Invest Med Sur Mex*, 22 (4): 200-202.
9. Eguren, A. A., Priede, C. C., Saleme, J. P., & Rull, M. A. (2011). *Consumo de drogas y alcohol en universidades privadas de dos ciudades mexicanas*. Recuperado el 13 de 5 de 2020, de <http://psicologiaysalud.uv.mx/index.php/sicysalud/article/view/585/1010>
10. Frank, E., Elon, L., Naimi, T., & Brewer, R. (2008). Alcohol consumption and alcohol counselling behaviour among US medical students: cohort study. *BMJ*, 337: a2155.
11. Fuentes, E. (2016). Prevalencia de consumo de drogas en alumnos de último semestre de la carrera de medicina y su repercusión académica. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 7 (23).
12. Gallego, D. M., Correa, C. E., & Arias, J. A. (2015). Prevalencia de tabaquismo, alcoholismo y sedentarismo en estudiantes de medicina de una universidad privada de Medellín, 2014. *Archivos De Medicina*, 11(2), 8. Recuperado el 22 de 5 de 2020, de <http://archivosdemedicina.com/medicina-de-familia/prevalencia-de-tabaquismoalcoholismo-y-sedentarismo-enestudiantes-de-medicina-de-unauniversidad-privada-de-medelln2014.php?aid=6610>
13. Gómez, Z., Landeros, P., Noa, M., & Patricio, S. (2017). Consumo de alcohol, tabaco y otras drogas en jóvenes universitarios. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 16 (4).
14. Herrera, A., Prieto, R., Veloza, M., Riquelme, G., Nobrega, M., Mitchell, C., & al., e. (2012). Policonsumo en siete universidades de cinco países de América Latina y un país del Caribe & 58; implicaciones de género, legales y sociales. *Texto & Contexto Enferm*, 21: 17-24.
15. Huarachi, M. C. (2016). *Salud mental en jóvenes consumidores de cocaína y heroína: factores relacionados, diferencias de género e impacto sobre la calidad de vida*. Recuperado el 13 de 5 de 2020, de <http://eprints.ucm.es/33466>
16. (2019). *Informe sobre la situacion del consumo de drogas en México y su situacion integral*. México.
17. Leiva, V., Pereira, G., Costa, J., & Lobo, M. (2010). Caracterización de estudiantes de la carrera de enfermería sobre consumo de drogas lícitas e ilícitas.

- Revista Latinoamericana de Enfermagem*, 18 (spe): 565-572.
18. Lorenzo, P., Moreno, A., Leza, J., Lizasoain, I., Moro, M., & Portolés, A. (2012). *Velázquez Manual de Farmacología Básica y Clínica*. Madrid: Panamericana.
 19. Martín, A. V. (2014). *Farmacología y toxicología del alcohol etílico, o etanol*. Recuperado el 13 de 5 de 2020, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5361614>
 20. Mendizábal, F. R. (2013). Acción de la coca y de la cocaína en sujetos habituales. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 3(4), 317-328. Recuperado el 13 de 5 de 2020, de http://scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1726-46341944000400003
 21. Moreno, G., & Rosario, M. d. (2012). *Consumo de drogas en adolescentes : diseño y desarrollo de un programa de prevención escolar*. Recuperado el 13 de 5 de 2020, de <http://eprints.ucm.es/4712>
 22. Ortega, F., Barros, D., Caliman, L. V., Itaborahy, C., Junqueira, L., & Ferreira, C. P. (2010). *La "ritalina" en Brasil: producciones, discursos y prácticas*. Recuperado el 13 de 5 de 2020, de <http://scielo.br/pdf/icse/v14n34/aop1510.pdf>
 23. Pardo, M. P., Selfa, E. N., & Ortí, J. E. (2018). *Drogas alarmantes en la última década, ¿qué sabemos sobre ellas?* Recuperado el 13 de 5 de 2020, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6516825>
 24. Piedra, C. N., Arenas, G. M., García, I. M., Garduño, B. F., & León, I. D. (2009). *La marihuana y el sistema endocanabinoide: De sus efectos recreativos a la terapéutica*. Recuperado el 13 de 5 de 2020, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6055661>
 25. Puig, J. A. (2003). LSD y alucinógenos. *Adicciones*, 15(5), 179-198. Recuperado el 13 de 5 de 2020, de <http://adicciones.es/index.php/adicciones/article/download/460/456>
 26. Sandí, L. E., & Díaz, A. (2011). *Comportamiento general y Consumo de drogas en estudiantes de alto riesgo*. Recuperado el 13 de 5 de 2020, de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/download/7895/7537>
 27. Sepúlveda, J., Roa, J., & Muñoz, M. (2011). Estudio cuantitativo de consumo de drogas y factores sociodemográficos asociados en estudiantes de una universidad tradicional chilena. *Revista médica de Chile*, 139 (7): 856-863.

28. Sogi, C., & Perales, A. (2001).
Uso/Abuso del Alcohol en Estudiantes de
Medicina . *Anales de la Facultad de
Medicina*, 62 (1): 13-19.
29. Zumalde, E. C., & Gutiérrez, A. E.
(2009). *Consumo de drogas en
adolescentes: el papel del estrés, la
impulsividad y los esquemas relacionados
con la falta de límites*. Recuperado el 13
de 5 de 2020, de
[https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?
codigo=2945403](https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2945403)

HISTORIA DE LA FARMACOLOGÍA

AUTORES: Mejía-Uribe Víctor Hugo Alejandro,
Molina-Aguilar Rubiraida, Xotlanihua-Flores
Alfonso.

Adscripción: Químico Farmacéutico Biólogo

Fecha de recepción: 24 mayo 2020

Fecha de aceptación: 12 agosto 2020

RESUMEN

La farmacología es la ciencia biológica que estudia las acciones, propiedades y efectos de los fármacos en los organismos vivos, la cual ha ido progresando desde épocas muy antiguas con diversas y muy importantes culturas y civilizaciones desde lo que fue Mesopotamia hasta Grecia las cuales sentaron bases y avances en la farmacología y medicina hasta nuestros días, es de basta importancia el estudio de estos periodos para conocer la evolución de los fármacos y su obtención desde ese entonces hasta el día de hoy y apreciar el cómo repercutieron esos conocimientos y técnicas en la farmacología que hoy conocemos.

Esta ciencia abarca otra diversidad de materias científicas como lo es la química, bioquímica, fisiología y hasta incluso la jurista y por eso es de suma importancia estudiar los inicios de ésta y sus avances logrando el tratamiento, control y erradicación de patologías en los organismos vivos. Por eso en este artículo se introduce la farmacología de tan importantes culturas.

Palabras clave: Fármacos, Medicamento, Farmacología, Historia.

ABSTRACT

Pharmacology is a biological science that studies actions, properties and effects of drugs in living organisms, which has been progressing since very ancient times with diverse and very important cultures and civilizations, since Mesopotamia's Civilizations to Greece Civilization which laid the foundations and advances in pharmacology and medicine to this day, it is very important to study these period to know the evolution of drugs and how they obtained them since then to this day and to appreciate how these knowledge and techniques affected the pharmacology that we know to day.

This science encompasses other diversity of scientific subjects such as chemistry, biochemistry, physiology and even the jurist, and that is why it is of great importance to study the beginning of this science and its advances, achievements with the treatment, control and eradication of pathologies in living organisms. That is why this article introduces the pharmacology of such important cultures.

Key Words: Drugs, Medicine, Pharmacology, History.

INTRODUCCIÓN

La vida se expresa a través de la asociación entre biomoléculas y sistemas, así como a través de la integración funcional de estas asociaciones con el entorno. Durante el proceso evolutivo, estas relaciones se hacen más complejas y se diversifican, las capacidades adquiridas por las especies son el resultado de la ampliación evolutiva de estas funciones, generando que algunas biomoléculas adquirieran nuevas funciones y se convirtieran en mensajeros y reguladores de nuevos sistemas o sistemas más complejos. Los mamíferos son un grupo taxonómico desarrollado de animales vivos con muchas características distintivas, como la placenta, diafragma, paladar secundario, glándulas mamarias, osículos auditivos y neocórtex.

La extinción masiva de especies entre ellas los dinosaurios, a finales del Cretácico, favoreció la diversificación en la historia evolutiva de los mamíferos, esta clase de vertebrados amniotas homeotermos, desarrollaron una serie de adaptaciones fisiológicas que les permite cuidar a unas crías dependientes y demandantes y garantizar el sorprendente desarrollo de estas.

Las presiones evolutivas y la selección natural han favorecido la sobreexpresión y la formación de circuitos genéticos para adaptar conducta y fisiología a los cambios, un ejemplo de estos cambios es la variación diaria de luz y temperatura y los cambios anuales de duración del día y la noche, la respuesta a esta presión evolutiva fue el desarrollo de un reloj interno en el organismo que

avisa cuándo aventurarse a la caza, cuándo esconderse, cuándo almacenar alimentos, cuándo prepararse para hibernación, y cuándo reproducirse, muchas especies de mamíferos han desarrollado una serie de conductas y rituales alrededor de estos indicadores.

Con el propósito de revisar estas adaptaciones en conjunto, se hizo una revisión bibliográfica en buscadores como PubMed buscando diferentes aspectos relacionados con la evolución de los mamíferos, publicados en los últimos 10 años.

DESARROLLO

La Farmacología en Mesopotamia

Su antigüedad se remonta al 2800 a.C. y en ese entonces se tenía la creencia de que todas las enfermedades y patologías eran castigos horribles proporcionados por los dioses hostiles, debido a esto el médico en esos tiempos iniciaba las curaciones con una confesión por parte del enfermo y se llevaba a cabo una especie de purgación o purificación a través de la catarsis del paciente.⁽¹⁾

Las fórmulas y leyes médicas estaban reportadas en el Código de Hammurabi y también en tablillas de arcilla mediante su escritura cuneiforme. El Código de Hammurabi fue redactado por el Rey de Babilonia Hammurabi, del cual una copia esculpida en un bloque de piedra negra con una altura de 2 metros fue encontrada por un grupo de arqueólogos en el invierno de 1901-1902,

actualmente se encuentra en el museo de Louvre en París.⁽¹⁾



Figura 1. Código de Hammurabi ubicado en el Museo de Louvre, París. (Tomada de Walter, T.,2016)

Tiene 10 normas y 282 reglas sobre el ejercicio de la medicina, su aplicación y los castigos por mala praxis, ante malas praxis solían ser castigos muy severos como amputaciones de miembros, generalmente las manos y entre otras sanciones.⁽¹⁾

El arte de la medicina mesopotámica, babilónica y sumeria se daba por 3 tipos de sacerdotes médicos los cuales tenían un nombre y función específica los cuales eran:

- Baru: El médico que trataba directamente con el enfermo y lo diagnosticaba, determinaba causas de la enfermedad y daba pronósticos.
- Ashipur: Este sacerdote arrojaba los “demonios” de la enfermedad.
- Asu: El verdadero médico y sanador que suministraba los medicamentos al

enfermo.⁽²⁾

Los médicos babilonios disponían de tratados terapéuticos, en los que se mencionaban el remedio, la enfermedad y su tratamiento específico; éstos estaban divididos según la naturaleza (šikinšu) del ingrediente recomendado sea vegetal (sammušikinšu), mineral (abnušikinšu) o animal (serušikinšu).⁽³⁾

Algunos de los manuales terapéuticos se ordenaban según el lugar (šiknu) de la enfermedad (dimitu), generalmente, estos eran el corazón, los pulmones, el vientre y los riñones. Así, había remedios contra la fiebre, la tos, los dolores de cabeza, afecciones de los ojos, cólicos, entumecimiento de las extremidades, etc.⁽³⁾

En ese tipo de manuales se tenía ya identificado un síntoma el cual se redactaba con su respectiva curación o preparación como por ejemplo:

«Si un hombre tose, haz cocer arnoglosa cuando está todavía verde como las judías; mézclala con leche, ajo y aceite fino; que la beba en ayunas y sanará.»

«Si el estómago de un hombre está en fuego, si no puede soportar bebida nicomida, machaca semillas de tamarisco, mézclalas con miel y mantequilla fundida, que el enfermo lo coma y sanará.»

«Si un hombre tiene reuma..., mezcla palomina, cantáridas, excrementos de gacela, en la cerveza kurunnu; extiende la

mezcla en una tela, y colócala en su pecho y en la base de sus pulmones; déjala así durante tres días y él sanará.».⁽³⁾

Había profesionales que se encargaban de las mujeres durante la gestación y el cuidado de los recién nacidos por parteras expertas, todos estos médicos llevaban un seguimiento y control del periodo de gestación y prescribían recetas contra la esterilidad.⁽³⁾

El Imperio Asirio también desarrollo un manual escrito por Esagil-kin-apli Borsippa, un šipu que vivió durante el mandato del rey asirio Adad-apla-iddina (1069-1046 d.C.), el cual recopilaba toda la tradición y conocimientos médicos conocidos en ese entonces por la civilización, incluía padecimientos y enfermedades con su pronóstico en 40 tablillas de arcilla de las cuales fueron traducidas en francés “Traité Akkadien de diagnostics et pronostics médicaux”, un ejemplo de los textos que incluía este tratado médico es el siguiente:

«Si un hombre sufre una ictericia grave, si tiene la cabeza, el rostro, el cuerpo y la raíz de su lengua enteramente negros, el médico no aproximará la mano; este hombre morirá; no puede sanar.».⁽⁶⁾ Este manual no incluía tratamientos, solamente los pronósticos de cómo se desarrollaría la enfermedad en el individuo para bien o para mal.⁽³⁾

También desde ese entonces ya se realizaban prácticas abortivas con diferentes antidotos o extractos de plantas que hacían morir al feto. Las sacerdotisas tenían que realizar como método de prevención de embarazo el coito anal.⁽³⁾

Así como ya había esas prevenciones los babilonios también tenían ya una determinada prueba de embarazo, la cual es explicada en uno de sus textos siguientes:

«Envuelve medio siclo de planta blanca; un cuarto de siclo de alumbre, y [...en un mechón de lana]. Ponlo [en] su vagina. [Ella lo conserva en ese lugar] toda la noche. [A la mañana siguiente...] lávalo. Si el mechón de lana está rojo o con rayas de sangre roja, [esa mujer está embarazada]. Si el mechón de lana está verde, esa mujer no está embarazada.».⁽³⁾

Cuando estas civilizaciones realizaban partos, esta acción se tomaba en una forma mágica y misteriosa en la cual cubrían el rostro de la futura progenitora y la rodeaban con harina mientras hacían rezos y plegarias hasta ver parir a la madre.⁽³⁾

Como se mencionaron diversas técnicas y creencias médicas de la antigua Mesopotamia nos da por hecho que esta civilización estaba impregnada de creencias mágicas y exorcistas y que para ellos estas afecciones eran castigos y justicia divina por los dioses, de ahí sus plegarias, rezos y ritos hacia ellos; sin embargo, dio una pauta terapéutica para nuestra farmacología actual.

La farmacia y medicina en China

En esta cultura se basaban en la medicina filosófica y religiosa, lo cual era bastante apreciado en su famoso símbolo “Yin y Yang”.

En la medicina tradicional china todo el diagnóstico, fisiología, patología y tratamiento puede ser reducido a la teoría del Yin-Yang, la cual indica que de esa dualidad parte todo en el macrocosmos y el cuerpo humano como microcosmos es un reflejo que es posible ser observado a través de ese prisma. Sin el Yin-Yang no existía la medicina china ya que para ellos todos los procesos fisiológicos, signos y síntomas se podían analizar a la luz de esta teoría y según ellos eran 4 estrategias que reducen todo tratamiento:

- Tonificar Yin.
- Tonificar Yang.
- Dispersar Yin.
- Dispersar Yang.⁽⁴⁾

Los chinos conocieron las piedras o tierras arenosas calientes y envueltas en pieles de animal y corteza de árbol calmaban sus dolencias en algunas partes del cuerpo.⁽⁴⁾

Su método de diagnóstico incluye principalmente los cuatro diagnósticos y la distinción de los síndromes: la observación de la expresión facial del enfermo, la audición de la voz de éste, indagación de los síntomas y el caso concreto, toma de pulso; se establece la conclusión según los documentos de aplicación clínica en síntomas y estado físico, colegiados por los cuatro diagnósticos y mediante la distinción y el análisis de los síndromes.⁽⁴⁾

Al tomar piedras como instrumentos de producción, descubrieron que al picar una fracción de su cuerpo, se disipaba el dolor de otra. De modo que crearon la terapia con agujas de hueso y piedra. Más tarde, desarrollaron paso a paso la terapéutica acupuntural, formando la doctrina de canales, colaterales y puntos acupunturales.⁽⁴⁾



Figura 2. La Acupuntura es una técnica de la medicina china principalmente para tratar el dolor en la cual se insertan agujas en puntos específicos del cuerpo. (Tomada de Norambuena, S., 2018)

El “Canon de la medicina interna del emperador amarillo” data de hace más de 2,000 años, obra teórica más antigua y famosa de la medicina china asentando una base teórica para el desarrollo de ésta.⁽⁵⁾ Posteriormente, se presentaron otras obras médicas clásicas: Canon acerca de enfermedades complicadas, Acerca de enfermedades diversas y la fiebre tifoidea, Acerca de la patología de distintas enfermedades, etc.⁽⁶⁾

El “Código de materias medicinales del Agricultor Divino” es la obra más famosa y antigua de la

farmacología al igual que la primera caracterización escrita de 365 medicamentos.⁽⁶⁾

La obra “Compendio de materias medicinales” escrita por Li Shizhen de la dinastía Ming, hace referencia a 1.892 tipos de medicinas y más de 10.000 recetas.⁽⁶⁾

Luego de la fundación de la República Popular de China, el Gobierno prestó mucha atención y apoyó a la medicina y la farmacología tradicional. En 1986, fundó el Buró de Administración Nacional de la Medicina Tradicional China y desde ahí han surgido más avances y la enseñanza médica y farmacológica china ha ido robusteciéndose ampliamente; en los últimos años, la ciencia médica china ha obtenido grandes éxitos en el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares, las enfermedades inmunológicas, el cáncer y las fracturas.⁽⁷⁾

La Organización Mundial de Salud ha fundado en China siete centros cooperativos de la medicina tradicional china.⁽⁷⁾ Los chinos desde miles de años atrás han aportado y abastecido a la medicina actual con sus técnicas para coadyuvar al tratamiento de patologías; actualmente, con su alta tecnología y avances en la ciencia, es uno de los países con mayores aportaciones a ésta, por lo cual tiene alto reconocimiento internacional.

La farmacología y medicina egipcia

Esta civilización aparte de tener monumentos históricos y rascacielos también tenía diversas

técnicas de curación y creencias sobre la medicina y farmacología. La salud y el bienestar fueron una de las grandes preocupaciones de los faraones, así pues, los médicos y los magos se dedicaban al arte de la medicina.⁽⁸⁾

Los antiguos egipcios practicaban el masaje y la manipulación, haciendo gran uso de hierbas y alimentos, mientras que la cirugía era raramente parte de los diferentes tratamientos. Los egipcios tenían conocimientos de la medicina muy avanzados y eran expertos anatomistas, lo cual les permitía perfectamente extraer órganos internos como los pulmones, corazón, cerebro, hígado, etc.⁽⁸⁾

Los Faraones y unos cuantos egipcios con poder y riquezas podían ser momificados ya que para ellos la vida seguía después de la muerte y por lo tanto conservaban su cuerpo tras ser momificados, lo laborioso de este trabajo era lo que lo hacía tan costoso y poco accesible debido a que se podían tardar hasta setenta días en una sola momificación (además de que este proceso se realizaba 2 o 3 días después de la muerte).⁽⁸⁾

Según documentos históricos, los antiguos egipcios dedicados a la medicina o a la farmacia recetaban ciertos encantamientos mientras preparaban o administraban sus medicinas.⁽⁸⁾ Las fuentes primarias de conocimiento sobre las drogas y fármacos que ellos aprovechaban de las plantas medicinales se encontraban en los papiros (fibras

textiles en las cuales los egipcios solían escribir sus fórmulas médicas y/o farmacéuticas).⁽⁸⁾

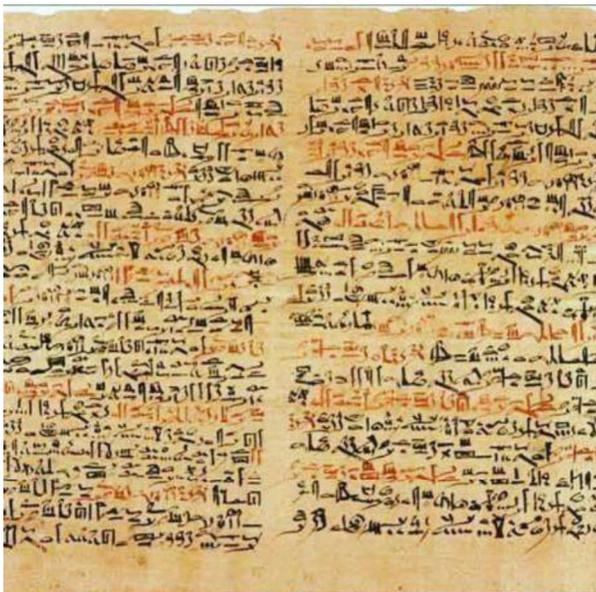


Figura 3. El Papiro de Ebers es uno de los más conocidos y antiguos escritos médicos de la cultura egipcia con más de 7,000 sustancias medicinales. (Tomado de Nigro, L., 2019)

La investigación ha demostrado que algunas de estas plantas tienen efectos curativos importantes para ciertas enfermedades, por ejemplo la *Ammimajus* (espuma de mar) para vitíligo. Los antiguos egipcios llamaban al *áloe vera* “planta de la inmortalidad”. Se cuenta que la reina Cleopatra hacía uso de ella como colirio para aumentar de forma extraordinaria el brillo de sus ojos, y a su vez utilizaba el jugo del *áloe vera* para incluirlo en sus baños. Empleaban algunas plantas medicinales como la Mandrágora y la Albahaca, también utilizaron plantas aromáticas para aromaterapia.⁽⁹⁾ Los expertos creen que los aromáticos fueron los primeros medicamentos, anteriores incluso al uso de hierbas medicinales.

Los antiguos egipcios fueron los primeros en la historia que utilizaron ampliamente sustancias médicas. Así pues, hicieron uso de los aceites esenciales, hierbas, aceites perfumados, y especias para el cuidado de la piel, masajes corporales y para limpiar las impurezas físicas, con algunas plantas como la Menta, la flor de Loto, el Azafrán, etc.⁽⁹⁾

También usaron estas plantas como perfumes y cosméticos y los obtenían mediante técnicas de expresión; es decir, exprimían las plantas y flores aromáticas envueltas en una tela ayudándose de dos palos girándolos en dirección opuesta hasta obtener los jugos o extractos.⁽⁹⁾ A veces empleaban otros métodos como la maceración de las plantas en soluciones acuosas u oleosas a altas temperaturas para obtener sus fármacos, drogas o aceites aromatizantes y esenciales.⁽⁹⁾

Usaban plantas analgésicas como la *Salixsuberrata* Willd; sus extractos metanólicos demostraron tener actividad antibacteriana y antifúngica así como metabolitos secundarios como los Flavonoides (rutina, luteolina-7-glucósido, quercetrina, quercetina), ácidos fenólicos y catequinas. También emplearon plantas hipoglucemantes como la *Allium cepa* L. (cebolla) y hojas de *Vacciniummyrtillus* L. (arándano).⁽⁹⁾

Para finalizar con esta civilización, se debe resaltar que fue de las más importantes en las ciencias médicas y farmacéuticas, dominaban múltiples

técnicas tanto de disección, conocimiento y extracción de fármacos y drogas de diversas plantas, etc.

La farmacia y medicina en la mitología griega

Jácome, A. (2008) nos explica que la cultura griega, ejerció una destacada influencia, tanto en filosofía, agricultura y especialmente en medicina, pues la curación de las heridas de guerra impulsó el desarrollo de ésta. Macaón y Podalirio, que atendían a los heridos griegos en la guerra de Troya, fueron los dos primeros médicos griegos cuyo nombre conocemos. Las principales fuentes de los medicamentos, usados para el tratamiento de las enfermedades en la antigüedad, fueron las raíces, las hojas y cortezas de plantas; por otro lado, Hipócrates consideraba que el desequilibrio de los cuatro humores producía la enfermedad así que los restauraba con el ejercicio, el clima y la alimentación. Los fármacos eran tomados en cuenta en un segundo orden.

Hipócrates era un médico griego nacido en la isla de Cos, Grecia, el año 460 a.C. Fue visto como el médico más grande de todos los tiempos y basó su práctica médica en la observación y el estudio del cuerpo humano. Rechazó los puntos de vista de sus contemporáneos que consideraban que la enfermedad era producida por supersticiones, como la posesión por espíritus diabólicos o la caída del favor de los dioses, y sostuvo que la enfermedad tenía una explicación física y racional. Por esto se le considera el fundador de la medicina.

Hipócrates sostenía que el cuerpo debe ser tratado como un todo y no como una serie de partes, así que describió con cuidado los síntomas de la neumonía, así como de la epilepsia en los niños. Sostenía que el proceso de la curación natural podía obtenerse por medio del reposo, una dieta adecuada, aire fresco y limpieza corporal. Además, notó que había diferencias individuales en la severidad de los síntomas de enfermedades y que algunos individuos las resistían mejor que otros. Fue el primer médico que tuvo la idea de que los pensamientos, ideas y sensaciones provenían del cerebro y no del corazón como muchos de sus contemporáneos creían.

Hipócrates viajó mucho por Grecia, fundando escuelas de medicina en Cos, donde empezó a enseñar sus ideas. Por esto, se le asoció con Esculapio de Cos y un grupo de tratados conocidos colectivamente como el *Corpus Hipocraticus*. Hipócrates también es famoso por sus ideas sobre la separación entre la medicina y el unionismo, y su preocupación con los deberes de los médicos, más que sus derechos, lo llevaron a desarrollar un juramento de ética médica, el Juramento de Hipócrates usado hasta la actualidad. Murió el año 337 a.C. y actualmente es conocido como el "Padre de la Medicina".

Su famoso "Juramento Hipocrático" dice:

«Juro por Apolo médico, por Esculapio, por Higea y Pancea, por todos los dioses y todas las diosas, tomándolos como testigos, que cumpliré, según mis fuerzas y mi

capacidad, el juramento y el compromiso siguiente:

Respetaré a mi maestro de medicina tanto como a los autores de mis días, compartiré con él mis bienes y, si es preciso, atenderé a sus necesidades; consideraré a sus hijos como hermanos y, si desean aprender la medicina, se las enseñaré gratis y sin compromiso. Comunicaré los preceptos, las lecciones orales y el resto de la enseñanza a mis hijos, a los de mi maestro, a los discípulos ligados por un compromiso y un juramento según la ley médica, pero a nadie más.

Dirigiré el régimen de los enfermos en provecho de ellos, según mis fuerzas y mi juicio, y me abstendré de todo mal y de toda injusticia.

No entregaré veneno a nadie, si me lo piden, ni tomaré la iniciativa de tal sugestión, tampoco entregaré a ninguna mujer un pesarioabortivo. Pasaré mi vida y ejercitaré mi arte en la inocencia y la pureza.

No operaré del mal de piedra. En cualquier casa que entre, iré para la utilidad de los enfermos, guardándome de toda mala acción voluntaria y de corrupción, y sobre

todo de la seducción de mujeres y de muchachos, libre o esclavos.

De todo aquello que vea u oiga en la sociedad durante el ejercicio de mi profesión, e incluso fuera de ella, callaré lo que no necesita ser nunca divulgado, considerando la discreción como un deber en semejante caso. Si cumplo este juramento sin infringirlo, seré honrado siempre por los hombres; si lo violo y soy perjuro, que mi suerte sea la contraria.»⁽¹⁰⁾

También desarrolló la “Teoría de los 4 Humores” esta teoría expresa que el cuerpo humano se compone de cuatro sustancias básicas, conocidas como humores (aunque se refiere a líquidos), y que se debe mantener un perfecto equilibrio entre estos para evitar todo tipo de enfermedades, tanto de cuerpo como de espíritu. De esta forma, la aparición de enfermedades o discapacidades serían el resultado de un exceso o déficit de alguno de estos cuatro líquidos o humores. Los humores fueron identificados como bilis negra, bilis amarilla, flema y sangre. Había una estrecha relación entre los humores y los cuatro elementos: el fuego, el aire, el agua y la tierra, y además a esta relación se le atribuían otras tantas cualidades: caliente, frío, húmedo y seco.⁽¹¹⁾

Su “*Corpus Hipocrático*” recoge y examina, con una perspectiva metódica y racional, numerosos datos sobre enfermedades y aspectos varios del

arte médico: anatomía, fisiología, ginecología, patología, epidemiología y cirugía. En ellos se pone énfasis en la observación minuciosa de los enfermos y sus dolencias, y se atiende mucho a la dieta y el régimen. Los griegos realizaban estudios de las secreciones y empleaban drogas como el opio, cannabis, etc. para las dolencias.⁽¹¹⁾

También se ofrecían distintos tipos de curaciones religiosas las cuales se creía que se realizaban por la intervención de un dios sanador, mediante ritos, baños de pureza y rezos. Esta cultura estuvo rodeada de misticismos, creencias mágicas o en deidades para las curaciones las cuales están lejos de considerarse técnicas de sanación científicas pero por otra parte de esta época surgió el “Padre de la medicina” el cuál si tuvo bastantes textos científicos ya mencionados y la introducción a la bioética médica, por eso también es de suma importancia esta civilización y su farmacología.⁽¹¹⁾

CONCLUSIONES

La Farmacología y la Medicina son ciencias que van de la mano y que desde las primeras civilizaciones del hombre se fueron desarrollando con diversos métodos, extracciones de fármacos a partir de plantas u diversas técnicas rodeadas de misticismos y creencias. Estos pasos a la farmacología actual fueron esenciales ya que desde esas épocas mediante diversos tipos de escritura y medios para ésta se tuvieron diversos escritos en piedras, arcilla, papiros, etc., los cuales sin importar que fueran jeroglíficos, escritura

cuneiforme, griego, etc., no cabe duda que fueron esenciales para llegar hasta donde lo hemos hecho en el ámbito farmacológico actualmente.

REFERENCIAS

- 1) Morón, F. y Levy, M. (2002) “*Farmacología General*”, p.p. 3, 4,5
- 2) Jácome, A. (2008) “*Historia de los medicamentos*”, p.p.15,
- 3) Yuste, P. (2010) “*El arte de la curación en la antigua Mesopotamia*”, p.p. 31,32
- 4) Ardila, C. (2015) “*La Medicina Tradicional China en la prevención de la enfermedad*”, Revista Ciencias de la Salud, 13 (2), p.p.275-281
- 5) García, J. (2014) “*Sú Wén, Canon de Medicina Interna del Emperador Amarillo*”
- 6) Kie, W. (2003) “*El Gran Libro de la Medicina China*”, p.p. 25, 43, 44, 307
- 7) Verdú, F. (2017) “*OMS* u OMC* Sobre las medicinas tradicionales y complementarias*”, p.p.41-44
- 8) El Shahaat, M. (2015) “*Plantas Medicinales en el antiguo Egipto*”.
- 9) Acevedo, N. y Arriagada, T. (2018) “*Plantas del Antiguo Egipto: Origen, Usos y Presencia en Chile*” p.p.37-69
- 10) De Cos, H. (500 a.C.) “*Juramento Hipocrático*”
- 11) Alby, J. C. (2004) “*La concepción antropológica de la medicina hipocrática*”, p.p. 15,16

COMPARACIÓN NORMATIVA ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA PARA LA DISPENSACIÓN DE ANTIBIÓTICOS

AUTORES: Del Callejo Martínez Raúl Emilio, Molina Aguilar Rubiraida, Xotlanihua Flores Alfonso.

Adscripción: Químico Farmacéutico Biólogo

Fecha de recepción: 24 mayo 2020

Fecha de aceptación: 22 agosto 2020

RESUMEN

La salud pública en México enfrenta una crisis originada por la venta indiscriminada y poco controlada de antibióticos; el consumo de éstos representa unos de los principales retos para el sector salud debido a que no existe un control adecuado en su consumo derivando en un aumento de resistencia bacteriana. En México la venta y suministro de medicamentos para su uso en humanos se encuentran monitoreados con base a *Normas Oficiales Mexicanas* establecidas por la Secretaría de Salud, mientras que Estados Unidos se rige por la entidad federativa *Food and Drug Administration* (FDA) la cual es responsable de proteger la salud pública mediante la regulación de los medicamentos de uso humano; en la actualidad los antibióticos son la tercera clase de medicamentos más vendidos a nivel mundial, sin embargo, en México aún no se implementan de manera adecuada las normas necesarias para mediar su venta al público y evitar la automedicación.

Palabras clave: Norma Oficial Mexicana; Normatividad de la FDA; automedicación, dispensar; receta médica.

ABSTRACT

Public health in Mexico faces a crisis caused by indiscriminate and poorly controlled sale of antibiotics; the consumption of these represents one of the main challenges for health sector because there is no adequate control in their consumption, leading in the increase of bacterial resistance. In Mexico, the sale and supply of medicines for use in humans are monitored based on Official Mexican Standards established by the Secretary of Health, while the United States is governed by the Food and Drug Administration (FDA), which is responsible to protect public health by regulating medicines for human use; antibiotics are currently the third best-selling class of drugs worldwide, however, in Mexico, the necessary regulations to mediate their sale to the public and avoid self-medication are not yet properly implemented.

Key Words: Official Mexican Standards; FDA Regulations; automedication; dispense; prescription.

INTRODUCCIÓN

La falta de información sobre medicamentos y la prevalencia de patrones de tratamientos incorrectos llevan al uso inadecuado de antibióticos lo que

constituye para la población un riesgo de salud y un desperdicio de recursos económicos en los servicios de salud. Su persistente abuso contribuye al aumento de resistencia bacteriana; sin embargo, las políticas farmacéuticas y de salud no responden de manera oportuna a este problema, tomando en cuenta que en nuestro país ya se han desarrollado iniciativas para hacer frente a esta resistencia microbiana, para lo anterior el gobierno creó el Grupo Intersecretarial sobre Resistencia a los Antimicrobianos (GIRAM).

El consumo de antibióticos representa unos de los principales retos para el sector salud debido a que no existe el control adecuado, así como las innumerables facilidades que tiene el paciente para tener el acceso a estos medicamentos, en la mayoría de los casos los padecimientos presentados no deberían de ser tratados con este tipo de medicamentos (Diario Oficial de la Federación, 2018).

A partir de 1980, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha promovido el uso racional de medicamentos (URM) y ha recomendado que este aspecto sea integrado en las políticas farmacéuticas nacionales de los países que se encuentran aliados a la OMS. Ante la creciente sospecha de resistencia bacteriana y sus graves consecuencias para la salud pública, la Asamblea Mundial de la Salud instó a los países miembros a desarrollar acciones dirigidas a mejorar el uso de los antibióticos (WorldHealthOrganization, 2006). El uso inadecuado de los antibióticos también es

fomentado por la prescripción continua (a veces injustificada) y una falta de selección apropiada para el tratamiento tanto por médicos y profesionales farmacéuticos o de la mala dispensación del personal de farmacia, así como la falta de interés por parte de los pacientes al no preguntar las dudas o inconformidades que puedan surgirle derivando en no continuar con su tratamiento y ocasionando un proceso de automedicación; la cual se define como “la utilización de medicamentos por iniciativa propia sin ninguna intervención del médico” (Baos, 2000).

Para llevar a cabo esta investigación se consideraron las Normas Oficiales Mexicanas vigentes para la venta y suministro de medicamentos, lineamientos escritos en la Food and Drug Administration que regulan la manufactura, venta o transporte de alimentos, drogas y medicamentos, artículos en portales electrónicos como la Gaceta Medica de México, Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas y la revista UNAM, artículos del Journal of Antimicrobial Chemotherapy y Annals of Internal Medicine por su publicación continua en este tema así como el portal de Anales de Pediatría y Farmacéuticos Comunitarios provenientes de España.

Cabe mencionar que este trabajo tomó como referencia artículos basados en España, debido a que se considera que mantiene una posición a la vanguardia referente a la situación de la farmacia hospitalaria.

DESARROLLO

Los antibióticos

Los antibióticos constituyen un grupo heterogéneo de sustancias con diferente comportamiento farmacocinético y farmacodinámico, ejercen una acción específica sobre alguna estructura o función del microorganismo, tienen elevada potencia biológica actuando a bajas concentraciones y la toxicidad es selectiva, con una mínima toxicidad para las células de nuestro organismo (Paredes & Roca, 2004).

El objetivo de la terapia con antibióticos es controlar y disminuir el número de microorganismos dañinos para el cuerpo, de modo que el sistema inmunológico sea capaz de eliminar la totalidad de estos. De acuerdo con la interacción patógeno-antibiótico, estos fármacos pueden dividirse en: a) bactericidas: producen la muerte de los microorganismos responsables del proceso infeccioso y b) bacteriostáticos: inhiben el crecimiento bacteriano, aunque el microorganismo permanece viable, de forma que, cuando se suspende el tratamiento, puede volver a recuperarse y multiplicarse (Paredes & Roca, 2004).

El uso de los medicamentos está determinado por una complejidad de factores, entre los que se encuentran conocimientos y actitudes respecto a los medicamentos, organización de los sistemas de salud, así como factores sociodemográficos, culturales, económicos, políticos y regulatorios que conforman el contexto donde ocurre la oferta y la

demanda de medicamentos (Avorn&Solomon., 2000).

La OMS calcula que más del 50% de los medicamentos se prescriben, dispensan o venden de forma inapropiada. Para impedir este problema en febrero del 2010 tras la epidemia de influenza en México se publicó un documento titulado “*Regulación y promoción para el uso adecuado de antibióticos en México*”, con el propósito de evitar la automedicación, al establecer que únicamente las farmacias deben vender antibióticos cuando el cliente exhiba una receta médica, en dicho documento también se informó que el 40% de reportes de reacciones adversas a medicamentos en México se atribuye al consumo de antibióticos (Jung, 2010).

Sin embargo, estos esfuerzos no tomaban en cuenta el paradigma económico y la idiosincrasia de la población en el país sobre el acceso al sector salud y la falta de una infraestructura mejor establecida. En cuanto a la política farmacéutica en México se encuentra alineada con que los medicamentos sean seguros, eficaces y de calidad en salud, establecidas por el gobierno y tiene como objetivo fortalecer el acceso efectivo y oportuno de la población a un mercado debidamente abastecido con productos para la salud (Andoni, 2015).

En México la venta y suministro de medicamentos para su uso en humanos se encuentran monitoreados en base a *Normas Oficiales Mexicanas* (NOM) establecidas por la secretaria de salud cuya finalidad

es la regulación de técnicas de carácter obligatorio expedidas por las dependencias competentes, que tienen como finalidad establecer las características que deben reunir los procesos o servicios cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana; son expedidas y publicadas en el periódico oficial del gobierno mexicano conocido como DOF donde se publican todas las leyes, reglamentos y acuerdos expedidos por los poderes de la Federación y, por tratarse de materia sanitaria, entran en vigor al día siguiente de su publicación (Secretaría de Salud, 2015).

Por su parte, en Estados Unidos se rigen por la entidad regulatoria *Food and Drug Administration* (FDA) la cual es responsable de proteger la salud pública mediante la regulación de los medicamentos de uso humano y veterinario, vacunas y otros productos biológicos, dispositivos médicos, el abastecimiento de alimentos, los cosméticos, suplementos dietéticos y los productos que emiten radiaciones (Food and Drug Administration, 2018).

Cabe señalar que México y Estados Unidos no se encuentran trabajando en conjunto para una mejora paulatina, sino que cada país ha optado por seguir sus propias normas para conseguir una mayor eficacia posible basándose en la mejora de calidad en los insumos de la salud utilizados para la fabricación de medicamentos y antibióticos.

Hallazgos

En México la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitario (COFEPRIS) es quien autoriza la venta y distribución de medicamentos para uso humano a través de registros sanitarios, evalúa que todas las empresas estén apegadas a la normatividad de las Buenas prácticas de fabricación de medicamentos conforme a la NOM-059-SSA1-2015. Otra de las funciones primordiales de la COFEPRIS se basa en hacer cumplir el fomento sanitario ya que esto es un paso de alta relevancia que se intenta aplicar en la regulación y vigilancia para la venta de antibióticos solo con receta médica en las farmacias de México (COFEPRIS, 2010). Dando esto una pauta importante para poner fin a la automedicación descontrolada que se vive en el país.

Para la venta de antibióticos con receta médica está apegado al Artículo 226 de la Ley General de Salud (LGS) la cual considera a los medicamentos en diversas fracciones de acuerdo a su venta y suministro, la LGS considera a los grupos siguientes Grupo I: estupefacientes; grupo II y grupo III: psicotrópicos, Grupo IV: antibióticos principalmente y grupo V y grupo VI: venta libre, es decir, aquellos medicamentos que para su venta no se requiere de una receta médica (Ley General de Salud, 1997).

La venta de medicamentos a la población se realiza a través de la farmacia en sector público o privado; dicho proceso está basado en las diferentes NOMs que debe cumplir el fabricante de los medicamentos

en la NOM-072-SSA1-1993 que establece el Etiquetado de medicamentos y de remedios herbolarios, NOM-059-SSA1-2015 Buenas prácticas de fabricación de medicamentos, establece los requisitos mínimos necesarios para el proceso de fabricación de los medicamentos para uso humano comercializados en el país y/o con fines de investigación.

Para controlar los efectos adversos que los medicamentos pudieran ocasionar después de su liberación al mercado se creó la NOM-220-SSA1-2016, Instalación y operación de Farmacovigilancia; la OMS define farmacovigilancia como la ciencia y las actividades relativas a la detección, evaluación, comprensión y prevención de los efectos adversos de los medicamentos o cualquier otro problema relacionado con ellos.

En Estados Unidos las formas en cómo se maneja la distribución, preparación y venta de los medicamentos son completamente dirigidas por una agencia nombrada como FDA, la cual fue establecida en 1906 por la ley Wiley Act (Federal Food, Drug and Cosmetic Act) para prevenir la manufactura, venta, o transporte de alimentos, drogas, medicamentos y licores adulterados, impropriadamente clasificados, venenosos o dañinos, y para regular su tráfico (Food and Drug Administration, 2008).

En 1938, se aprobó una ley para solicitar que las compañías que introduzcan medicamentos nuevos demuestren su seguridad biológica a fin de ser aprobados para su venta al público. Después, en

1962 la nueva enmienda Kefauver Harris requirió que los fabricantes de medicamentos también tuvieran que demostrar la eficacia del medicamento para la indicación terapéutica solicitada. A los medicamentos existentes antes de 1938 se les dio aprobación, asumiendo su eficacia y seguridad; aquellos lanzados al mercado entre 1938 y 1962, en los que se podía demostrar eficacia y seguridad, se les brindó la aprobación para su comercialización.

Se evaluaron más de 3000 productos, aproximadamente 900 fueron eliminados del mercado debido a que no podían comprobar su eficacia terapéutica, a otros se les cambió la indicación terapéutica o fórmula farmacéutica (Sargel, 2005). Este proceso creó la solicitud de nuevos medicamentos Abbreviated New Drug Application por sus siglas en inglés “ANDA” y por la cual se estableció que un medicamento podía funcionar para un blanco terapéutico distinto.

Debido a que la resistencia bacteriana es un problema que afecta a las personas, la FDA junto al Centro para el control y la prevención de enfermedades por sus siglas en inglés “CDC” y el Departamento de agricultura de los Estados Unidos por su nomenclatura en inglés USDA se unificaron desde 1996 para formar el Sistema Nacional de Monitoreo de Resistencia Antimicrobiana (NARM). Este sistema nacional de vigilancia rastrea los cambios en la susceptibilidad antimicrobiana de las bacterias que se encuentran en personas enfermas, carnes y animales de alimentación en los Estados Unidos. Este programa ayuda a promover y proteger

la salud pública al proporcionar información sobre la resistencia bacteriana emergente así como mencionar que las infecciones resistentes difieren de las infecciones susceptibles y el impacto de las intervenciones diseñadas para limitar la propagación de la resistencia (Food and Drug Administration, 2019).

Fabricación de medicamentos

En México, la COFEPRIS evalúa el apego a la normatividad sanitaria conforme lo dictado en la NOM-059-SSA1-2015 “Buenas Prácticas de Fabricación de medicamentos”, esta norma establece los requisitos mínimos necesarios para el proceso de fabricación de los medicamentos para uso humano comercializados en el país y/o con fines de investigación. Mientras que en Estados Unidos la FDA regula el proceso de aprobación de todos los medicamentos de venta bajo receta médica a través de las reglas que la FDA mantiene con su Código de Regulaciones Federales por sus siglas en inglés CFR, *La Conferencia Internacional sobre armonización de requisitos técnicos para el registro de productos farmacéuticos para uso Humano* por sus siglas en inglés ICH y la declaración de Helsinki.

Venta y dispensación de medicamentos

En México la venta y dispensación de medicamentos a la población se realiza de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-072-SSA1-2012 “Etiquetado de medicamentos y de remedios herbolarios”. Otro documento oficial que consigna la venta y suministro de medicamentos en México se

encuentra la *Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos* (FEUM) que se define como: “documento expedido por la Secretaría que consigna los métodos generales de análisis y los requisitos sobre identidad, pureza y calidad de los fármacos, aditivos, medicamentos, productos biológicos y demás insumos para la salud”, documentos con los cuales los establecimientos deben de basarse para poder producir y distribuir medicamentos dentro del marco legal.

Por parte de Estados Unidos la FDA en apoyo con la *Ley Federal de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos* por sus siglas en inglés FD&C se encarga de supervisar la seguridad de los alimentos, medicamentos y cosméticos en base a su etiquetado, que sea adecuado, sin alteraciones y que describa correctamente lo que contiene, de igual manera hace uso de la *Farmacopea de los Estados Unidos* por sus siglas en inglés USP la cual está encargada de distinguir aquellos medicamentos que requieran una receta para su dispensación y medicamentos de venta libre.

Farmacovigilancia

En México, la implementación de la Farmacovigilancia en los hospitales del territorio nacional esta normada por la NOM-220-SSA1-2016, “Instalación y operación de Farmacovigilancia” cuyo fin es el concientizar a la población de un uso racional de los medicamentos y el reporte de reacciones adversas provocadas por la ingesta de medicamentos. Por su parte Estados

Unidos trabaja con la *Ley de Enmiendas* de la FDA por sus siglas en ingles FDAAA la cual hace énfasis en la seguridad de los medicamentos, añadiendo un sistema de vigilancia después de su salida al mercado y una evaluación de los riesgos de seguridad de los productos.

A continuación, se presenta una tabla en donde se engloba de manera clara y concisa las normas y leyes vigentes que empatan su uso para la fabricación, venta y suministro de antibióticos tanto en México como en Estados Unidos respectivamente.

Tabla 1. Diferencias normativas entre México y Estados Unidos para la venta, suministro, dispensación y Farmacovigilancia de antibióticos.

México	E.U.A.
Fabricación del medicamento	
<ul style="list-style-type: none"> ■ NOM-059-SSA1-2015, Buenas prácticas de fabricación de medicamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ CFR. ■ ICH. ■ Declaración de Helsinki.
Venta y suministro	
<ul style="list-style-type: none"> ■ NOM-072-SSA1-2012, Etiquetado de medicamentos y de remedios herbolarios. ■ LGS artículo 226. ■ FEUM. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Código de Regulaciones Federales. ■ Ley y Federal de alimentos, medicamentos y cosméticos. ■ USP.
Farmacovigilancia	
<ul style="list-style-type: none"> ■ NOM-220-SSA1-2016, Instalación y operación de Farmacovigilancia. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ FDAAA. ■ Declaración de Helsinki

Las normas mencionadas anteriormente junto a la Ley General de Salud en alianza con la COFEPRIS y la FEUM son aquellas entidades que resguardan e incentivan a promover y efectuar de manera correcta el uso racional de medicamentos en México, sin embargo, el problema de la automedicación y la obtención de medicamentos sin

la autorización de un médico siguen siendo un problema que el gobierno debe de atender como una prioridad de carácter obligatorio para evitar con el tiempo un problema mayor que afecte a todas las personas y a la economía del país.

Los antibióticos se encuentran entre los medicamentos que más se venden y se consumen en México de acuerdo a la Secretaria de Salud; representan un mercado anual de 960 millones de dólares y el segundo lugar en ventas anuales (14.3%) en farmacias privadas en el país (Dresler, A., et. al., 2008), una proporción mayor cuando se compara con otros países desarrollados o en transición con mercados farmacéuticos grandes como se puede observar en la Figura 1 donde México ocupa el primer puesto.

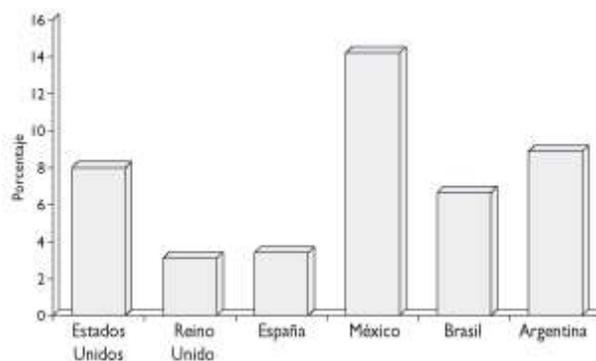


Figura 1. Porcentaje de antibióticos en el mercado anual de medicamentos a nivel mundial. La gráfica muestra el porcentaje de antibióticos adquiridos de manera legal en el año 2015; Estados Unidos 8%, Reino Unido 2%, España 3%, México 14%, Brasil 6% y Argentina 9% (Tomado de: IMSS HEALTH, 2015)

En México se han desarrollado iniciativas para hacer frente a la resistencia microbiana a raíz de la pandemia de influenza en 2010, para ello se estableció el Grupo Intersecretarial sobre

Resistencia a los Antimicrobianos (GIRAM) para la implementación de estrategias efectivas, además de políticas regulatorias como la implementación de la restricción de venta de antibióticos sólo con receta médica a partir de 2010, durante el tiempo que entró en vigor esta estrategia para controlar de mejor manera la venta de antibióticos en México, originado de esto se logró disminuir de manera considerable la venta de los mismos como se muestra en la Figura 2 al cabo de tan solo dos años de implementado el sistema GIRAM. (COFEPRIS, 2014).

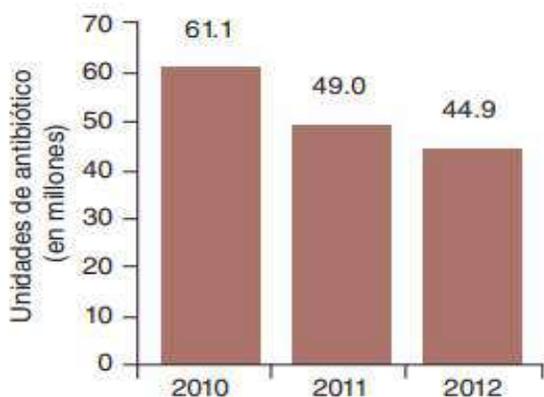


Figura 2. Reducción de ventas del mercado de antibióticos durante el periodo 2010-2012 en México. La gráfica muestra las ventas en descenso de las unidades de antibióticos después de la implementación de programas para fomentar el uso racional de medicamentos en México. (Tomado de: COFEPRIS, 2014)

Durante el periodo de 2011-2014 la COFEPRIS implementó estrategias contra el mercado ilegal de medicamentos a través del incremento en los aseguramientos de productos ilegales y la eliminación de medicamentos caducos (Andoni, 2015). Lo anterior con base en la implementación de la NOM 059 Buenas prácticas de fabricación de medicamentos resultando en el retiro de productos de mala calidad que entorpezcan su fin terapéutico,

durante este mismo periodo se logró cuantificar la obtención de medicamentos retirados por el incumplimiento de alguna Norma como se observa en la Figura 3.



Figura 3. Clasificación de medicamentos asegurados durante el periodo 2010-2012. La gráfica muestra las causas por las cuales se originó el retiro de medicamentos del mercado por el incumplimiento a las normas y su porcentaje; malas prácticas de fabricación 48%, muestras médicas 18%, caduco 12%, fraccionado 9%, sin registro sanitario 7%, maltratado 3%, materia prima 1%, sector salud 1% y otros 1% (Tomado de: COFEPRIS, 2014)

DISCUSIÓN

En la actualidad los antibióticos son la tercera clase de medicamentos más vendidos a nivel mundial, con un mercado anual de 7 a 22 millones de dólares, sin embargo, las estimaciones actuales sugieren que de este gasto alrededor de \$4 millones de dólares son el resultado de una extensión en el tratamiento debió al aumento de la resistencia a los antibióticos (OMS, 2018).

El gobierno de México implementó varios sistemas de protección para evitar el uso indiscriminado de medicamentos y controlar la dispensación de antibióticos, lamentablemente estas estrategias aún no han funcionado de manera cómo se esperaba debido a la falta de interés por parte de las autoridades encargadas de tratar los temas de salud en el país y por una falta en la implementación de

información adecuada, clara y concisa que ayudara a crear conciencia en las personas y en el personal de la salud para lograr discernir de una buena o mala toma de decisiones al momento de recetar, dispensar o administrar algún medicamento que tal vez no era necesario en ese momento porque como menciona el profesor de la Universidad de Nayarit Ruvalcaba Avalos Tomás en su artículo “hoy en día aún existe la creencia médica que un medicamento genérico no es igualmente eficaz y posee menor cantidad de principio activo y no mejora los cuadros clínicos”, dando esto a entender que el profesional de la salud también debe de generar un criterio más amplio y empezar a consolidar al farmacéutico dentro del cuadro de especialistas de la salud para que exista una dispensación de medicamento correcta y racional para mejorar la atención farmacéutica del país.

Por otra parte como se puede observar en los resultados comparativos para la fabricación del medicamento México solo cuenta con la NOM-059 dejando en duda algunos de los procesos que se realizan tales como comprobar que las materias primas estén en correcto estado o que las instalaciones sean óptimas para la elaboración de medicamentos o incluso procesos que no se llegan a concretar de manera satisfactoria y que se nos aseguren la inocuidad del medicamento elaborado, mientras que den este aspecto Estados Unidos se basa en 3 directrices gubernamentales para así asegurar y mantener la calidad de sus productos, se elaboran registros electrónicos que avalen a la

empresa que está realizando los medicamentos, las personas pueden verificar en cualquier momento que efectivamente dicho establecimiento posee todos los documentos pertinentes que lo avalen; contrastando perfectamente con los registros en México donde existe una falta de información para personas externas que deja a la expectativa el por qué no liberar más información de los productores de medicamentos.

En cuanto a la venta y suministro de los antibióticos México no genera un plan efectivo para mantener un control estable en la venta de antibióticos sin receta médica de hecho cualquier persona podía ir a una farmacia y se le otorgaba el medicamento sin cuestionamiento, durante la pandemia de influenza vivida en México se comenzó a notar una escasez en los antibióticos saltando las alarmas del gobierno y preguntándose el porqué de este acontecimiento sin embargo no fue hasta pasado este conflicto que se comenzó a reforzar las medidas para la venta de medicamentos debido a compras de pánico a falta de una información adecuada.

Tras ver la resistencia a los antimicrobianos originado por la venta indiscriminada de antibióticos México lanzo un boletín por parte de CONAMED en el cual se recalca que la NOM 072 que establece el Etiquetado de medicamento y remedios herbolarios es la que se debe de tomar en cuenta para saber que medicamentos se deben de dispensar con receta médica y cuáles no, para esta clasificación se toma a la LGS artículo 226, cabe mencionar que esta ley se encuentra presente desde

1983. Por su parte Estados Unidos para el etiquetado hace uso de la FD&C la cual no solo se encarga de los medicamentos sino todo aquel producto cuyo fin sea el ser humano; abarcando más la FDA mantiene un mejor control de sus insumos a diferencia de las normas que al enfocarse solo en una sola dejan muchos términos y rubros en la ambigüedad.

Por último en el apartado de farmacovigilancia, México está enteramente basado en su NOM 220 que establece la implementación de farmacovigilancia, lamentablemente hasta hoy en día este rubro apenas está comenzando a establecerse de manera obligatoria en todos los hospitales de México mientras que en Estados Unidos la implementación de la farmacovigilancia implementada correctamente lleva desde el año 2007 en acción gracias a la FDA y su apoyo a los diversos estudios que avalen que sus medicamentos están o no ocasionando el beneficio esperado en sus pacientes. Esta diferencia de aproximadamente 10 años en la implementación de la farmacovigilancia está ocasionando que en México comience a existir una sobrepoblación de bacterias resistentes a los antibióticos debido a que el problema no se solucionó a tiempo, ocasionando que la creación de factores de resistencia se expanda a todo el mundo volviendo este problema un tema a seguir de manera recurrente para lograr una solución.

Sin embargo al verlo desde el carácter económico podemos decir que el problema existente en México del uso excesivo de antibióticos está ampliamente

relacionado con el hecho de que un porcentaje de la población tiene acceso a servicios de salud ya sea por parte de su empleo o por la existencia de innumerables consultorios médicos independientes que dan consultas médicas a precios accesibles o por el personal sino quizá por la falta de insumos para conseguir un buen diagnóstico en comparación con Estado Unidos donde los precios para tener acceso a una simple consulta médica son extremadamente elevados en comparación con México debido a que en este lugar se toman muy en cuenta los sueldos de los médicos o las pruebas de laboratorio antes de poder dar algún tratamiento con fármacos, mencionado lo anterior es cuando uno cae en cuenta que Estados Unidos al apoyarse de tantas instituciones e implementar controles exhaustivos a los estudios para la producción de nuevos medicamentos lo lleva a costa de tener que aumentar los precios se da a costa de que no todas las personas sus sectores de salud mientras que México al carecer de una infraestructura mejor establecida y protegida es que puede otorgar un servicio más económico.

CONCLUSIONES

Con el desarrollo de este trabajo se mostraba la situación en la que se encuentra México y EUA para la venta y dispensación de antibióticos. Se observan marcadas diferencias entre éstos, algunas pueden ser de carácter histórico, otras como el resultado de legislaciones y normatividad y la falta de interés del gobierno para mejorar el sector salud.

Se ha demostrado que si existen diferencias entre México y Estados Unidos para la producción, venta y suministro de antibióticos; México se basa en normas y EU en leyes derivando en una diferencia interpretar cada una ya que las leyes son de carácter obligatorio mientras que las normas en su mayoría lo son pero no son tan estrictas.

La venta de antibióticos y el uso irracional de medicamentos es un problema cuya solución va más allá de solo educar de manera adecuada al paciente, también se debe de incluir al personal de la salud capacitado para conseguir una mejora de carácter retroalimentaría en donde ambas partes salgan beneficiadas.

El acceso a la salud en nuestro país es de amplio espectro, permíteque las personas tengan acceso a medicamento, sin embargo ocurre un problema derivado de la falta de organización del gobierno descuidando a un porcentaje de la población cuyos ingresos monetarios no son tan buenos derivando en la compra de medicamentos de manera ilegal, esta desventaja es lo que poco a poco ha ido incentivando a que existan creencias erróneas sobre la ingesta de medicamentos y sobre su eficacia.

Las normas que actualmente regulan los procesos para la elaboración de medicamentos en el país debería estar en constante revisión para evitar la ambigüedad en sus escritos, tomar como base estructuraciones de farmacia hospitalaria de otros países para implementarla de manera adecuarla a las necesidades de nuestra población.

Quizá una alternativa para mejorar la calidad de los medicamentos y la efectividad de los mismos sería una reestructuración de las acciones tomadas para la salud dándole prioridad a los estudios que avalen la eficacia de los medicamentos, mejorar el control sobre lo que está ingiriendo el paciente, es decir, saber si su padecimiento debe ser tratado con un antibiótico o con otro tipo de medicamento para así evitar complicaciones y promover de manera más efectiva el uso racional de medicamentos.

REFERENCIAS

1. Andoni, M. (2015). El papel de la regulación sanitaria en el uso racional de medicamentos. *Gaceta Médica de México*, 151, 690-698.
2. Avalos, T., Becerra, E., Castañeda, A., et. al., (2017). Implicaciones, acceso y costo de medicamentos en México Paradigma Económico pendiente. *Revista UNAM Atención Familiar*, 24 (2), 87-90.
3. Avorn, J., & Solomon, DH. (2000). Cultural and economic factors that (mis)shape antibiotic use: the nonpharmacologic basis of therapeutics. *Ann Intern Med*, 133, 128-135.
4. Baos, V. (2000). Estrategias para reducir los riesgos de la automedicación. *Información Terapéutica Sistema Nacional de Salud 2000*; 24: 147-152.
5. Beović, B., Doušak, M., Pulcini, C., et. al., (2019). Young doctors' perspectives on antibiotic use and resistance: a multinational and inter-specialty cross-sectional European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ESCMID) survey. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 3, 1-8.

6. Diario Oficial de la Federación. (2018). Acuerdo por el que se declara la obligatoriedad de la Estrategia Nacional de acción contra la Resistencia a los Antimicrobianos.
7. Diario Oficial de la Federación. Ley General de Salud, Secretaría de Salud, 14 de junio de 1992.
8. Dreser, A., Wirtz, V., Corbett, K., et. al., (2008). Uso de antibióticos en México: revisión de problema as y políticas. *Salud Pública de México*, 50 (4), 480-487.
9. Food and Drug Administration. (2019). The National Antimicrobial Resistance Monitoring System.
10. Instituto Nacional de Salud Pública. (2010). Regulación y promoción para el uso adecuado de antibióticos en México: Propuesta de lineamientos para la acción.
11. Jung, H. (2010). Uso racional de antibióticos en México. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 41 (2), 4-6.
12. Leyva, R., Kageyama, M. & Erviti, J. (2001) How people respond to illness in Mexico: self-care or medical care?. *Health Policy*, 57, 15-26.
13. Molinero, A., Carbajal, J., Cantalapedra, F., et. al., (2018). Análisis de la demanda de antibióticos en farmacia comunitaria con receta privada, prescripción irregular y sin receta (automedicación): perfil de las farmacias y los farmacéuticos comunitarios participantes. *Farmacéuticos Comunitarios*, 10 (1), 18-32.
14. Norma oficial Mexicana NOM-059-SSA1-2015 Buenas prácticas de fabricación de medicamentos. Diario Oficial de la Federación, Estados Unidos Mexicanos, 5 de Febrero de 2016.
15. Norma Oficial Mexicana NOM-072-SSA1-2012 Etiquetado de medicamentos y de remedios herbolarios. Diario Oficial de la Federación, Estados Unidos Mexicanos, 21 de Noviembre de 2012.
16. Norma Oficial Mexicana NOM-220-SSA1-2016 Instalación y operación de la Farmacovigilancia. Diario Oficial de la Federación, Estados Unidos Mexicanos, 19 de Julio de 2017.
17. Organización Mundial de la Salud. (2001). Estrategia global para la contención de la resistencia antimicrobiana. Ginebra.
18. Paraje, G. & Barnes, I. (2006). Motivos y características de la Dispensación de Antibióticos en Farmacias comunitarias. Rol del Profesional Farmacéutico en la Antibioticoterapia. *Acta Farmacéutica Bonaerense*, 25 (2), 289-295.
19. Paredes, F. & Roca, J. (2004) Acción de los antibióticos: perspectiva de la medicación antimicrobiana. *Revista OFFARM*, 23 (3), 116-124.
20. Pérez, A. (2018). Cumplimiento normativo en el control de la venta y la dispensación de antibióticos en farmacias y perspectivas en México en combate a la Resistencia Antimicrobiana (RAM). *Boletín CONAMED*, 4, 16-20.
21. Resistencia a los antibióticos. (2018). Organización Mundial de la Salud.
22. Sánchez, J. Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (07/11/2018). Fundamental fortalecer a la COFEPRIS: JSyT (Comunicado de prensa 063).

23. Shargel, L. & Kanfer I. (2005). *Generic Drug Product Development. Solid oral dosage forms.* New York: Marcel Dekker Inc.
24. Simó, S., Fraile, D., Sánchez, A., et. al., (2012). *Dispensación de medicamentos sin prescripción médica en oficinas de farmacia.* *Anales de Pediatría*, 79 (1), 10-14.
25. Stahl, E. (2009). *Política de Medicamentos en Estados Unidos de América.* *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 26 (4), 537-543.
26. US Food and Drug administration (2008). *FDA Regulatory information.*
27. *What does FDA do?* (2018). U.S. Food and Drug Administration.
28. World Health Organization. (1987). *The Rational use of drugs. Report of the conference of experts, Nairobi, 25-29 November 1985.* Geneva.

FARMACODINAMIA

AUTORES: Jiménez-Cruz Irais, Molina Aguilar Rubiraida, Xotlanihua Flores Alfonso.

Adscripción: Químico Farmacéutico Biólogo

Fecha de recepción: 24 mayo 2020

Fecha de aceptación: 22 agosto 2020

RESUMEN

La farmacodinamia puede definirse, como la acción que ejerce el fármaco sobre el organismo. Los efectos de casi todos los fármacos son consecuencia de su interacción con componentes macrocelulares del organismo. Estas interacciones modifican la función del componente pertinente y con ello se inician los cambios bioquímicos y fisiológicos que caracterizan la respuesta o reacción al fármaco. No se puede hablar de farmacodinámica sin hacer referencia a los receptores. Los receptores son estructuras celulares que tienen una finalidad concreta y que son activados en su actuación por distintas sustancias, tanto naturales como externas al organismo (fármacos). El objetivo del presente trabajo es realizar una revisión bibliográfica y redactar un manuscrito que compile las generalidades de Los receptores biológicos y la farmacodinámica, que es el estudio de los mecanismos biológicos por los cuales un fármaco genera un efecto

terapéutico, mediante la interacción con una diana biológica. En conclusión, los medicamentos o fármacos nunca crean efectos nuevos en el organismo, si no que se limitan a potenciar o inhibir efectos ya existentes. Dicho de otra manera, los fármacos no crean efectos, sino que modulan funciones de nuestro cuerpo a través de la afinidad y de la existencia o no de actividad intrínseca de los mismos con los receptores.

Palabras clave: Farmacología, Farmacodinamia, Receptor, Fármacos, Antagonista y Agonista.

ABSTRACT

Pharmacodynamics is defined as the action exerted by the drug on the body. The effects of drugs are a consequence of their interaction with macrocellular components of the body. These interactions modify the function of the relevant component and thereby initiate the biochemical and physiological changes that characterize the response or reaction to the drug. Receptors are cellular structures that have a specific purpose and that are activated in their action by different substances, both natural and external to the body (drugs). The objective of this work is to carry out a bibliographic review and write a manuscript that compiles the generalities of biological receptors and pharmacodynamics, which is the study of the biological mechanisms by which a drug generates a therapeutic effect,

through interaction with a biological target. In conclusion, drugs or drugs never create new effects in the body but are limited to enhancing or inhibiting existing effects. In other words, drugs do not create effects, but rather modulate functions of our body through their affinity and the existence or not of their intrinsic activity with receptors.

Key Words: Pharmacodynamics, Receptor, Drugs, Antagonist and Agonist.

INTRODUCCIÓN

La farmacología es una ciencia que estudia el mecanismo de acción de un fármaco, la respuesta del organismo y los efectos que pudiera tener con el tiempo. Conforme han pasado los años los estudios farmacológicos han permitido que los investigadores puedan comparar los efectos beneficiosos de un fármaco con sus efectos tóxicos, todo esto se ha hecho importante ya que esto también permite hacer un análisis exhaustivo de los beneficios y riesgos. Tal es el caso que se utilizan los exámenes preclínicos para comprobar si es que el fármaco tiene o no el efecto deseado sobre el cuerpo humano, por lo que la farmacología se divide en dos ramas en la farmacodinamia y farmacocinética. (Brage Serrano & Trapero Gimeno, 2009)

En este artículo de revisión científica solo nos enfocaremos a la farmacodinamia que estudia los efectos bioquímicos y fisiológicos de los

fármacos, así como también su mecanismo de acción y la relación que existe entre la concentración del fármaco y el efecto que tiene sobre el organismo.

La farmacodinamia incluye la interacción del fármaco con su receptor específico; estos receptores pueden ser acoplados a proteínas G, intracelulares, citoplasmáticos e iónicos (**figura1**).

Dependiendo de las características del receptor y del fármaco es la respuesta que se esperará que el fármaco tenga, por lo que, en los receptores iónicos, tienen una respuesta más rápida, y este tipo de receptores puede ser encontrado en sistema nervioso, corazón, músculo etc. Los receptores que son intracelulares son los que tienen un mecanismo de acción lento, ya que son los que ocasionan un cambio en la conformación de la célula o un cambio en su metabolismo. Por lo que los receptores son importantes para la farmacodinamia ya que estos ayudan hacer un análisis de las estructuras celulares que activan a las distintas sustancias que los fármacos proporcionan al cuerpo humano. Sin embargo, algunos fármacos son pocos selectivos ya que cuando entran al organismo se van hacia tejidos u órganos (dependiendo hacia donde sea su efecto farmacológico) un ejemplo es la atropina, este fármaco relaja músculos gastrointestinales y también otros músculos del ojo y la tráquea, disminuye el sudor y la secreción de la mucosa de

ciertas glándulas. Con esto sabemos que los fármacos que consumimos están hechos específicamente para que el receptor interactúe con la célula que lo necesita (Sánchez-Alvarado, 2012).

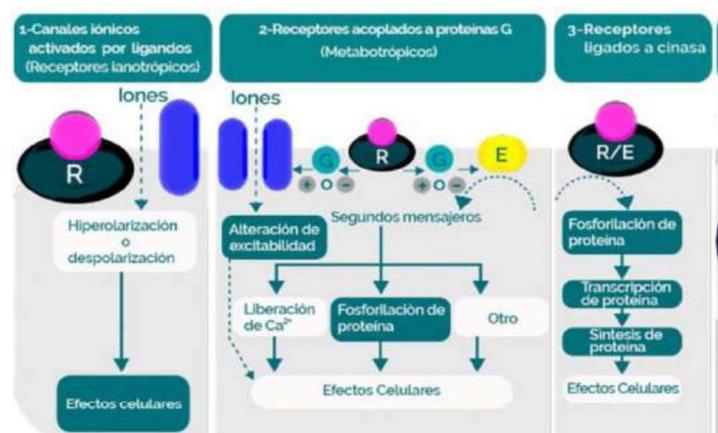


Figura 1: Ejemplo de los receptores celulares de interés farmacológico. (Tomado de *Farmacodinamia y farmacometría*, artículo de interés de la Universidad de Guanajuato.)

DESARROLLO

Receptores

Como ya se mencionó antes los fármacos se adhieren a las células por medio de receptores que se encuentran en la superficie de esta. La configuración de este receptor es tan específica que solo permite adherirse al fármaco con el cual encaja perfectamente (como es el caso del modelo llave-cerradura que podemos encontrar en el mecanismo de acción de las enzimas), la naturaleza de los fármacos es adherirse, pero aprovechan las funciones fisiológicas que tienen este tipo de receptores. Hay algunas sustancias que se adhieren a los mismos receptores del cerebro como es el caso de la morfina o de los analgésicos derivados de las endorfinas estas

alteran la percepción y las reacciones sensorial. Algunas bibliografías definen al receptor como una especie química con la que interacciona el fármaco, en su mayoría los receptores son lipoproteínas que están presentes en la membrana plasmática o de otros gránulos celulares, aunque también pueden ser proteínas, lípidos o ácidos nucleicos (Guzmán-Silva & García-Sáinz, 2018).

Los receptores de membrana son macromoléculas proteicas que intervienen en los procesos de comunicación intracelular que en su mayoría son componentes de la membrana celular orientados hacia el exterior y que interaccionan con ciertos ligandos químicos es por eso que la interacción se puede representar de la siguiente forma:



Es importante resaltar que la acción biológica de la mayoría de los fármacos viene determinada por la capacidad que tienen para formar enlaces selectivos con el receptor, estos enlaces estabilizan entre determinados grupos funcionales que puede haber en el fármaco, estos enlaces pueden ser: *covalente, iónico, por puentes de hidrogeno, por ion dipolo-dipolo, fuerzas de van der Waals etc.*

Receptores de membrana

Los receptores que se encuentran en la membrana celular son conocidas como las

dianas biológicas porque continuamente están recibiendo estímulos eléctricos y químicos para controlar el transporte de moléculas del interior de las células esta interacción de sustancias de origen interno pueden ser neurotransmisores, hormonas o factores de crecimiento. Estos receptores están localizados sobre la membrana celular, canales iónicos, o receptores con actividad enzimática y asociados a proteínas G. (Claramunt et. al. 2015; Roca, A. J. 2017).

- Receptor de aspartato

RECEPTORES ACOPLADOS A PROTEINAS G

La proteína receptora está asociada a una proteína G que está ligada a otra proteína con actividad catalítica o que forma parte de algún canal iónico, esta interacción promueve la liberación de una segunda molécula mensajera, la cual desencadenara una respuesta farmacológica. (Guzmán-Silva & García-Sáinz, 2018)

RECEPTORES CON ACTIVIDAD ENZIMATICA

Estos receptores de membrana tienen una capacidad catalítica que produce una activación e inhibición de un sistema enzimático que está presente en el dominio intracelular.

SEGUNDOS MENSAJEROS

Las señales fisiológicas también se integran dentro de la célula, como resultado de interacciones entre vías de segundos mensajeros, que influyen directamente entre sí, por alteración de sus metabolismos y, de manera indirecta, al compartir blancos intracelulares; de las vías reguladoras, permite a las células reaccionar a agonistas, solos o en combinación con un conjunto integrado de segundos mensajeros y respuestas citoplásmicas. En la mayor parte de los casos utilizan un sistema de señalización transmembrana con tres componentes

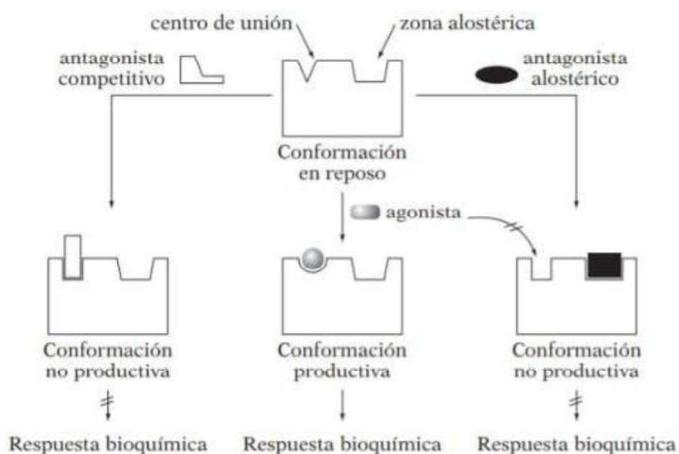


Figura 2: Modelo de interacción biológica del fármaco-receptor (tomado del libro *fármacos y medicamentos*)

RECEPTORES ACOPLADOS A CANALES IÓNICOS:

Algunos neurotransmisores junto con los fármacos actúan controlados por efecto alostérico el estado de canal abierto y cerrado el flujo de iones que pasa a través de la membrana aquí podemos encontrar:

- Receptor nicotínico
- Receptor de GABA tipo A
- Receptor para ácido glutámico (NMDA)
- Receptor de glicina
- Receptor de glutamato

distintos: Primero, el ligando extracelular es detectado de manera específica por un receptor en la superficie celular. A su vez, el receptor puede inducir la activación de una proteína G que se localiza en la cara citoplasmática de la membrana plasmática. Esta proteína G activada, modifica posteriormente la actividad de un elemento efector que suele ser una enzima o conducto iónico (Labarca, 2002).

Acción de los ligandos sobre los receptores

Se sabe que los fármacos llamados agonistas activan o estimulan a los receptores provocando una respuesta que incrementa o disminuye la función celular. Un ejemplo es el carbacol que se adhiere a los receptores en el tracto respiratorio causando una contracción de las células del músculo liso lo cual origina una broncoconstricción, otro ejemplo es el albuterol que de igual manera se adhiere al tracto respiratorio pero con otros receptores denominados adrenérgicos causando la relajación de las células del músculo liso y produciendo lo contrario al fármaco anterior (una bronco dilatación). Por lo tanto, tenemos dos conceptos importantes que esta relaciona con la interacción del fármaco y del receptor:

AGONISTA: Como un compuesto químico que se entrelaza al receptor y produce una actividad biológica.

ANTAGONISTA: Compuesto químico que entrelaza al receptor pero no activa al receptor y no produce actividad biológica.

Así que el uso de agonistas y antagonistas son métodos diferentes pero complementarios que se utilizan para distintos tipos de enfermedades un ejemplo de esto es el tratamiento del asma en donde tomando en cuenta el ejemplo anterior del albuterol, que actúa como un agonista del adrenérgico, que relaja el músculo liso bronquial, puede utilizarse junto con el ipratropio, antagonista del receptor colinérgico, el cual bloquea el efecto broncoconstrictor de la acetilcolina.

Los beta-bloqueadores, como el propranolol, son un grupo de antagonistas ampliamente utilizados. Estos antagonistas bloquean o disminuyen la respuesta cardiovascular que promueven las hormonas adrenalina y noradrenalina, también denominadas hormonas del estrés. Se utilizan en el tratamiento de la presión arterial alta, la angina de pecho y ciertas irregularidades del ritmo cardíaco. (Consolini & Ragone, 2017).

Dentro de los agonistas podemos encontrar una clasificación que va de acuerdo con la respuesta que el fármaco cumple al unirse con el receptor:

- **Agonistas Completos:** los que producen la

máxima respuesta posible.

- **Agonistas Parciales:** son los agonistas que no logran alcanzar el Emax (efecto máximo) de los agonistas completos.
- **Agonistas Inversos:** los que logran efectos opuestos a los producidos por los agonistas completos y parciales.

Los antagonistas son clasificados de acuerdo con el bloqueo que hay entre el fármaco y el receptor:

- **Antagonistas competitivos:** Aquellos que bloquean el efecto de los agonistas compitiendo por el mismo sitio de fijación en el receptor, se dividen en dos tipos.

A. Antagonistas reversibles: Que pueden ser desplazados del receptor por dosis crecientes estos desplazan la curva de dosis-respuesta de los agonistas hacia la derecha (es decir aumentan la DE50 y reducen la afinidad) sin afectar la Emax y eficacia del agonista.

B. Antagonistas irreversibles: Que no pueden ser desplazados del receptor por dosis crecientes del agonista (antagonismo insuperable). Los antagonistas competitivos irreversibles reducen la Emax y la eficacia del agonista.

- **Antagonistas no competitivos:** Son aquellos que bloquean el efecto de los agonistas uniéndose al receptor en un sitio distinto al sitio de fijación del agonista.

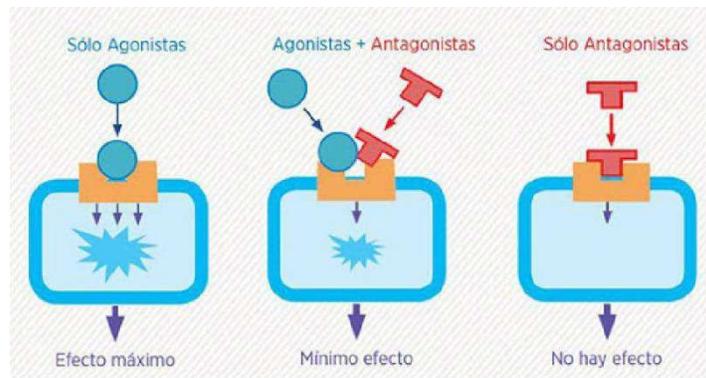


Figura 3: Efecto de los fármacos agonistas (tomado de artículo: "efecto de los fármacos" fuente:

<http://elbibliote.com/resources/Temas/html/2063.php>

La **actividad y afinidad intrínseca** que no es más que la mutua atracción o fuerza de enlace entre un fármaco y su objetivo ya sea por alguno de los receptores ya mencionados anterior mente o por una enzima.

Esta actividad intrínseca es una medida de la capacidad del fármaco para producir un efecto farmacológico cuando se une con su receptor. Los agonistas de menor eficacia no son tan eficientes en la producción de una respuesta del complejo droga-receptor, al estabilizar la forma activa del mismo. Por lo tanto, no podrían ser capaces de producir la misma respuesta máxima, incluso ocupando toda la población de receptores, ya que la eficiencia de transformación de la forma inactiva del complejo fármaco-receptor hacia la forma activa del complejo fármaco-receptor podría no ser lo suficientemente alta para evocar una respuesta máxima. Por lo que la Dosis Eficaz 50 de una antagonista causa el 50% de su efecto máximo.

Potencia y eficacia

La potencia se refiere a la cantidad de fármaco (generalmente expresada en miligramos) que se necesita para producir un efecto, como aliviar el dolor o disminuir la presión arterial. Por ejemplo, *si 5 miligramos de fármaco B alivian el dolor con la misma eficacia que 10 miligramos de fármaco A, entonces el fármaco B es dos veces más potente que el fármaco A*. De hecho, un fármaco con mayor potencia no es necesariamente mejor que otro

La eficacia se refiere a la respuesta terapéutica potencial máximo que un fármaco puede inducir. Por ejemplo, el diurético furosemida elimina mucha más sal y agua a través de la orina que el diurético clorotiazida. Por eso la furosemida tiene mayor eficacia, o efecto terapéutico, que la clorotiazida. Al igual que la potencia, la eficacia es uno de los factores que los médicos consideran al seleccionar el fármaco más apropiado para un determinado paciente. (Mulroney, 2016).

Tolerancia

La tolerancia es una disminución de la respuesta farmacológica que se debe a la administración repetida o prolongada de algunos fármacos. La tolerancia ocurre cuando el organismo se adapta a la continua presencia del fármaco. Por lo general, son dos los mecanismos responsables de la tolerancia: 1) el metabolismo del fármaco se

acelera (habitualmente porque aumenta la actividad de las enzimas hepáticas que metabolizan el fármaco) y 2) disminuye la cantidad de receptores o su afinidad hacia el fármaco. El término resistencia se usa para describir la situación en que una persona deja de responder a un antibiótico, a un fármaco antivírico o a la quimioterapia en el tratamiento de cáncer. Según el grado de tolerancia o resistencia desarrollado, el médico puede aumentar la dosis o seleccionar un fármaco alternativo.

CONCLUSIONES

Los estudios farmacodinámicos ayudan al desarrollo racional de agentes farmacéuticos que demuestran su actividad biológica del fármaco sobre su diana terapéutica cuando se administra en pacientes, por lo que las curvas de interacción de los fármacos antagonistas y agonistas ayudan a observar el efecto máximo que tiene el fármaco al unirse con su receptor, no solo eso también se analiza los efectos biológicos y moleculares que se producen como consecuencia de la acción de la diana biológica. Junto con todo esto también se puede analizar las dosis que generalmente se manejan en los fármacos como por ejemplo saber el efecto biológico y explorar la eficacia de los distintos esquemas de administración en función del efecto biológico que produce cada uno de ellos. Por eso la farmacodinamia es una parte de la farmacología ya que ayuda a explorar el

mecanismo de acción de un fármaco cuando entra al organismo y comienza a unirse con receptores que le permiten tener una mejor afinidad con la actividad deseada.

7. Sánchez Alvarado. (2012). Farmacodinamia. Revista Portales Médicos.

REFERENCIAS

1. Claramunt et. al. (2015). Fármacos y Medicamentos. Madrid España: UNED cuadernos.
2. Consolini & Ragone. (2017). Farmacodinamia general e interacciones con los medicamentos. Buenos Aires, Argentina: Editorial Universidad de la Plata
3. Guzmán-Silva, A., & García-Sáinz, J. (2018). Receptores acoplados a proteínas G y sus múltiples facetas.
4. Labarca, J. (2002). Nuevos conceptos en farmacodinamia: ¿debemos repensar cómo administramos antimicrobianos? Revista chilena de infectología, 19, S33-S37.
5. Mulroney, S. E., & Myers, A. K. (2016). *Netter. Fundamentos de fisiología+ StudentConsult*. Elsevier España. Brage Serrano & Trapero Gimeno. Farmacología Curso 2009-2010
6. Roca, A. J. (2017). Historia de los receptores. *Revista Colombiana de Endocrinología, Diabetes & Metabolismo*, 4(3), 47-50.

FARMACOCINÉTICA: BREVE DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA LADME

AUTORES: Montero-Álvarez José Alberto, Molina Aguilar Rubiraida, Xotlanihua Flores Alfonso.

Adscripción: Químico Farmacéutico Biólogo

Fecha de recepción: 24 mayo 2020

Fecha de aceptación: 23 agosto 2020

predecir teóricamente su ubicación en los diferentes fluidos. Podemos concluir que estudio de la farmacocinética consiste en el análisis matemático de los procesos biológicos.

Palabras clave: LADME; Cinética; Farmacocinética

RESUMEN

La farmacocinética estudia el curso temporal de las concentraciones de los fármacos en el organismo y construye modelos para interpretar estos datos y por tanto para valorar o predecir la acción terapéutica o tóxica de un fármaco. El objetivo del este trabajo es describir breve y claramente en qué consiste el sistema LADME, así como los fenómenos más importantes que ocurren en cada una de las fases. La farmacocinética se ocupa de estudiar los llamados procesos LADME; se utiliza el acrónimo para facilitar la comprensión de estos procesos. Liberación: A partir de la forma farmacéutica. Absorción: Acceso del fármaco inalterado a la circulación sistémica. Distribución: A distintos lugares del organismo. Metabolismo: Biotransformación de la molécula original a uno o varios metabolitos. Eliminación: Excreción del fármaco. En conjunto estos procesos se caracterizan por la presencia del fármaco en compartimentos biológicos, con la finalidad de

ABSTRACT

Pharmacokinetics studies the time course of drug concentrations in the body and builds models to interpret these data and therefore to assess or predict the therapeutic or toxic action of a drug. The objective of this work is to briefly and clearly describe what the LADME system consists of, as well as the most important phenomena that occur in each of the phases. Pharmacokinetics deals with studying the so-called LADME processes; the acronym is used to facilitate understanding of these processes. Release: From the pharmaceutical form. Absorption: Unchanged drug access to the systemic circulation. Distribution: To different places in the body. Metabolism: Biotransformation of the original molecule to one or more metabolites. Elimination: Excretion of the drug. Together, these processes are characterized by the presence of the drug in biological compartments, to theoretically predict its location in different fluids. We can conclude that the study of pharmacokinetics consists of the mathematical analysis of biological processes.

Key Words: LADME; Kinetics; Pharmacokinetics

INTRODUCCIÓN

La farmacocinética es la rama de la farmacología que estudia todos los procesos a través de los que el medicamento y el principio activo interactúan con el organismo, con excepción de los eventos de reconocimiento específico entre el principio activo y sus dianas moleculares. Estos últimos y la respuesta biológica que los mismos desencadenan son estudiados por otra disciplina dentro del campo de la farmacología, la farmacodinamia (Baños & Farré (2002)). De manera más formal, podemos decir que la farmacocinética analiza qué le ocurre al principio activo desde el momento en que ingresa al organismo (esto es, desde que se absorbe) hasta que es eliminado.

Por lo anterior, el propósito de este artículo es realizar una revisión sobre múltiples tópicos relacionados con la farmacocinética, ya que se considera de gran importancia tener en cuenta este tipo de aspectos al momento de hacer pruebas prácticas.

DESARROLLO

Historia

En 1919, el investigador sueco E. M. Widmark expresa en lenguaje matemático la relación entre concentración plasmática y actividad farmacológica. En los años 20 desarrolla ideas sobre el análisis cinético de la eliminación de fármacos y el estudio de dosis múltiples, publicando en 1932 una monografía sobre la cinética del metanol y los

procesos saturables, con conceptos que serían base del desarrollo de la cinética no lineal. En 1924, Widmark junto al también sueco J. Tandberg elaboran las ecuaciones de modelos monocompartimentales, tanto para dosis múltiples en bolo como para infusión continua en marzo de ese año, en su Laboratorio de Fisiología Aplicada de la Universidad de Yale, Howard Haggard escribe sus hoy clásicos artículos que son parte de la historia contemporánea de la fisiología y la farmacocinética, analizando los mecanismos de absorción, distribución y eliminación del éter etílico, ahondando en los procesos de redistribución en el sistema nervioso central y en su relación cinético-dinámica. (Caceres (2007)).

En la sucesión de hechos que alimentaron el crecimiento de esta rama de la farmacología durante las décadas del 20 al 40, aparece la figura del patólogo Rafael Domínguez, prolífico científico de principios del siglo XX, quien estudió la farmacocinética de sustancias como manitol, xilosa, galactosa, urea y creatinina.

En el Hospital Saint Luke de Cleveland, Domínguez introduce conceptos fundamentales de la farmacocinética y puede atribuírsele la definición de volumen de distribución, así como la formulación matemática de la estimación del rango de absorción de sustancias en función del tiempo. (Caceres (2007)).

Sistema LADME (Figura1) (Gibaldi 1982; Talevi, 2016)

- Liberación: El fármaco es disuelto y liberado para su absorción.
- Absorción: El fármaco atraviesa las membranas celulares para pasar a la sangre
- Distribución: Atraviesa desde la sangre a los diferentes tejidos.
- Metabolismo: Transformación de fármacos en compuestos más fáciles de eliminar.
- Excreción: Eliminación de un fármaco del cuerpo

Aspectos cinéticos de los procesos LADME (Wagner, 1983)

Existen tres tipos de cinética en el LADME:

- Orden cero: la velocidad es constante en todo el proceso.
- Orden uno: procesos pasivos. La velocidad depende de la concentración.
- Orden mixto o de Michaelis-Menten: procesos activos.

Cinética de orden cero (Pedraza, 2020)

La velocidad del proceso es independiente de la concentración (C0). Esta cinética se utiliza cuando queremos controlar la liberación del fármaco:

- Perfusión intravenosa.
- Cesión sostenida del fármaco (sistemas matriciales, osmóticos).
- Anestésicos generales por vía inhalatoria (mantenimiento de la anestesia).

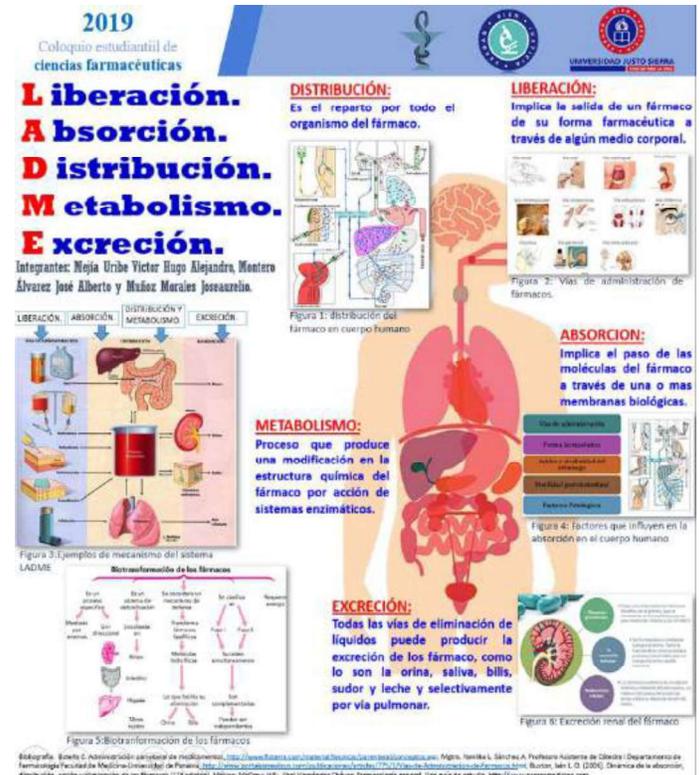


Figura 1. Cartel de LADME presentado en el Coloquio estudiantil de ciencias farmacéuticas, (Creado por Montero-Álvarez JA; Mejía-Uribe VHA. & Muñoz-Morales J.).

Cinética de orden uno (Pedraza, 2020)

La velocidad del proceso es proporcional a la concentración (C0) en ese instante. La vida media no depende de la C0. Siguen esta cinética los procesos pasivos:

- Liberación pasiva.
- Absorción pasiva.
- Distribución sectores acuosos.
- Filtración glomerular.
- Reabsorción tubular pasiva.
- Difusión pasiva en bilis.

La cinética usual de los fármacos en los procesos LADME es de orden uno.

Cinética de orden mixto (Pedraza, 2020)

Teniendo en cuenta la ecuación de este proceso

$$dC/dt = -V_{max} \cdot C / (K_M + C)$$

V_{max} : velocidad máxima

K_M : constante de Michaelis

t : tiempo

C : concentración del fármaco

dC/dt : tasa de disminución de la concentración de drogas respecto al tiempo

Si la C es muy inferior a K_M , el sistema enzimático estará muy lejos de la saturación: seguirá una cinética de primer orden. Si C es muy superior a K_M , el sistema enzimático trabaja a saturación: seguirá una cinética de orden cero. (Wagner, J. G. (1983). *Farmacocinética clínica*.)

Siguen este tipo de cinética los procesos activos:

- Absorción activa
- Secreción tubular activa.
- Metabolismo.
- Secreción biliar

Liberación

Es el proceso mediante el cual el principio activo presente en una forma farmacéutica queda libre para ser absorbido. La liberación se realiza en el sitio de administración, el fármaco debe separarse del vehículo del excipiente con el que ha sido preparado y dependiendo de la forma de presentación, comprende 3 fases:

- Disgregación: paso de formas sólidas a

partículas más pequeñas.

- Disolución: paso de las formas sólidas a solución. Es el paso con mayor trascendencia en su posterior absorción.
- Difusión: paso del fármaco disuelto a través del fluido.

Factores que afectan a la velocidad de disolución pueden ser la solubilidad del fármaco, tamaño de partícula, viscosidad de la forma farmacéutica, temperatura del medio de disolución y agitación. (Ruiz, 2016)

Absorción

Es el paso del fármaco desde su lugar de administración al torrente sanguíneo. (Ruiz, 2016). La absorción sistémica de un fármaco depende de:

- Propiedades físico-químicas del fármaco: La mayoría de los fármacos son ácidos o bases débiles y cuando se hallan en disolución se encuentran parcialmente ionizados, existiendo un equilibrio entre la fracción ionizada y no ionizada.
- Anatomía y fisiología del lugar de absorción. Por ejemplo:
 - Vía oral
 - Vía rectal
 - Vía intravenosa
 - Vía intramuscular
 - Subcutánea

- Vía ótica
- Forma farmacéutica.

Distribución

Permite el acceso de los fármacos a los órganos donde debe actuar y a los órganos que los van a eliminar (Martínez-Hernández, 2013). Para este punto tiene importancia el volumen de distribución que es:

- Volumen teórico de agua corporal en el que se disuelve el fármaco.
- Expresa las características de distribución de un fármaco.
- Es una constante del fármaco para cada especie y grupo de población.

La velocidad, el grado de distribución en los distintos tejidos y compartimentos del organismo dependen de:

- Unión a proteínas plasmáticas, eritrocitos o compartimentos intracelulares.
- Propiedades físico-químicas del fármaco
- Interacciones
- Flujo sanguíneo del tejido.
- Existencia de barreras especiales (barrera hematoencefálica, placentaria).
- Afinidad del fármaco por moléculas transportadoras.

Metabolismo

Modificación de la estructura química de un medicamento por la acción de los sistemas enzimáticos del organismo dando lugar al metabolito. (Winter, (1994)

Metabolito: más polar e hidrosoluble que el fármaco precursor.

El principal órgano metabolizador es el hígado

Existen dos fases en el metabolismo de los fármacos, estas se nombran comúnmente como “fase I” y “fase II”. Las principales reacciones involucradas en cada fase son las siguientes.

Reacciones en fase I:

- Oxidación
- Reducción
- Hidrólisis

Reacciones en fase II:

- Glucuronidación
- Acilación
- Conjugación con glutatión o sulfato.
- Metilación
- Conjugación con ribósidos.

Factores que modifican el metabolismo

- Edad: ancianos y niños tienen disminuida la actividad metabólica.
- Patología hepática: está disminuido el metabolismo.
- Factores genéticos: mutaciones en las enzimas metabolizadoras.

Excreción

Eliminación del fármaco y sus metabolitos del organismo, el riñón es el principal órgano excretor. Los pulmones, aparato digestivo y

líquidos biológicos son vías alternativas de excreción.(Martínez-Hernández, 2013)

Tipos de excreción:

- Renal: fármacos hidrosolubles.
- No renal:
 - Biliar: fármacos de elevado peso molecular y principalmente lipófilos.
 - Glándulas mamarias.
 - Salivar

REFERENCIAS

1. Baños Díez, J. E., & Farré Albaladejo, M. (2002). Principios de farmacología clínica.
2. Gibaldi, M., & Perrier, D. (1982). Farmacocinética. Reverté.
3. Martínez-Hernández, E., & Garrido-Acosta, O. (2013). Farmacocinética: antiulcerosos y antiinflamatorios. *Revista del Hospital Juárez de México*, 80(1), 41-53.
4. Paulo Arturo Caceres Guido. (2007). El inicio de la farmacología clínica. *Latin American Journal Of Pharmacy*, 26(3), 462-467
5. Pedraza Vázquez, E., García Martínez, J. R., & Trejo-Rodríguez, M. Á. (2020, March). Capítulo de Estudio: Farmacocinética. Taller de Farmacocinética II (Study Chapter: Pharmacokinetics. *Pharmacokinetic Workshop II*). In *Taller de Farmacocinética II (Study Chapter: Pharmacokinetics. Pharmacokinetic Workshop II)*(March 18, 2020).
6. Talevi, A., Quiroga, P., & Ruiz, M. E. (2016). Procesos biofarmacéuticos. *Series: Libros de Cátedra*.
7. Wagner, J. G. (1983). Farmacocinética clínica. Reverté.
8. Winter, M. E. (1994). Farmacocinética clínica básica. Ediciones Díaz de Santos.

RESISTENCIA DE PSEUDOMONAS AERUGINOSA A ANTIBIÓTICOS EN AISLAMIENTOS CLÍNICOS DE PACIENTES PEDIÁTRICOS DEL HIMFG

AUTORES: Martínez Mercado Mónica Cecilia,
Castellanos Cruz María Del Carmen.

Adscripción: Químico Farmacéutico Biólogo

Fecha de recepción: 24 mayo 2020

Fecha de aceptación: 22 agosto 2020

RESUMEN

Pseudomonas aeruginosa es responsable de causar principalmente infecciones nosocomiales en pacientes hospitalizados. En los últimos años se ha observado un incremento en la resistencia a antibióticos por este microorganismo, es por ello por lo que se realizó un estudio descriptivo, transversal y retrospectivo con la finalidad de comparar el número de aislamientos clínicos de pacientes pediátricos entre 2018 y 2019 en el HIMFG, enlistar las salas del hospital y los tipos de muestras con mayor número de aislamientos y comparar los perfiles de resistencia de *Pseudomonas aeruginosa*. Para esto se realizó una base de datos donde se incluyó edad, sexo, sala del hospital, tipo de muestra y perfil de resistencia. Se obtuvieron 452 aislamientos en 2018 y 420 aislamientos en 2019. Las salas del hospital que tuvieron mayor número de aislamientos en los dos años fueron: urgencias (12.96%), hospitalización de urgencias (9.75%) y UTIP (8.83%). Los tipos de muestras con mayor número de aislamientos en los

dos años fueron: orina (37.61%), hemocultivo (19.04%) y broncoaspirado (14.22%). Se observó un incremento en el porcentaje de la resistencia de 2019 en comparación con 2018 a los antibióticos como: cefepime (3.65%), ceftazidima (2.32%), ciprofloxacina (4.35%), imipenem (4.31%), meropenem (6.24%) y piperacilina / tazobactam (1,08%) y disminución de la resistencia a gentamicina (3,89%). Con base a los resultados, confirmamos que es necesario hacer un uso racional de los antibióticos para evitar el incremento de la resistencia a antibióticos, al igual que tomar medidas para evitar mayor número de infecciones.

Palabras clave: *Pseudomonas aeruginosa*, resistencia, antibióticos, pediátricos.

ABSTRACT

Pseudomonas aeruginosa is responsible for mainly causing nosocomial infections in hospitalized patients. In recent years, an increase in antibiotic resistance by this microorganism has been observed, which is why a descriptive, cross-sectional and retrospective study was conducted in order to compare the number of clinical isolates of pediatric patients between 2018 and 2019 in the HIMFG, list the hospital wards and the types of samples with the highest number of isolates and compare the resistance profiles of *Pseudomonas aeruginosa*. For this, a database was made that included age, sex,

hospital room, type of sample and resistance profile. 452 isolates were obtained in 2018 and 420 isolates in 2019. The hospital wards that had the highest number of isolates in the two years were: emergencias (12.96%), emergency hospitalization (9.75%) and UTIP (8.83%). The types of samples with the highest number of isolates in the two years were: urine (37.61%), blood culture (19.04%) and bronchial aspirate (14.22%). An increase in percentage of the resistance was observed in 2019 compared to 2018 to antibiotics such as: cefepime (3.65%), ceftazidime (2.32%), ciprofloxacin (4.35%), imipenem (4.31%), meropenem (6.24%) and piperacillin / tazobactam (1.08%), and decrease in resistance to gentamicin (3.89%). Based on the results, we confirm that it is necessary to make a rational use of antibiotics to avoid increasing resistance to antibiotics, as well as taking measures to prevent more infections.

Key Words: *Pseudomonas aeruginosa*, resistance, antibiotics, pediatric.

INTRODUCCIÓN

La familia Pseudomonadaceae (Tabla 1) contiene más de 150 especies; sin embargo, la especie clínica más importante es *P. aeruginosa*, ya que tiene la capacidad de producir infecciones graves en los humanos (Cisneros., 2005, Romero CR., 1999).

P. aeruginosa es un bacilo Gram negativo, aeróbico, móvil, que se comporta como un patógeno nosocomial oportunista debido a que afecta principalmente a pacientes inmunocomprometidos, con quemaduras y hospitalizados, especialmente en

unidades de cuidado intensivo (UCI) ocasionando neumonía. Esta puede situarse en cualquier órgano o tejido, invadir torrente sanguíneo hasta diseminarse por todo el cuerpo y provocar sepsis o bacteriemia. Puede manifestarse como infección de vías urinarias (pacientes con sonda), ectima gangrenosa, enterocolitis, neumonía, osteomielitis, infección en tejidos blandos y piel, otitis, infecciones oculares, queratitis, endocarditis y paroniquia (Cisneros., 2005, Gómez., *et al.*, 2005, Mandell., *et al.*, 2005)

Esta bacteria es considerada de vida libre debido a que se encuentra en el suelo, agua almacenada y aguas negras. Se puede aislar en equipo médico, catéteres, desinfectantes y líquidos hospitalarios. Su transmisión es de persona a persona (Cisneros., 2005, Romero R., 2007). Para su diagnóstico se utilizan diferentes muestras como sangre, puntas de catéter, líquidos corporales y orina, estos se pueden cultivar en diferentes medios como MacConkey, Agar eosina y azul de metileno (EMB), Agar hierro triple azúcar (TSI) produciendo colonias grises con brillo metálico y en agar sangre produciendo beta hemólisis. También se pueden utilizar pruebas bioquímicas, pero debido a que esta bacteria no fermenta azúcares solo se utiliza el citrato de sodio como única fuente de carbono (Romero R., 2007).

P. aeruginosa se puede identificar mediante el olor a nixtamal en su crecimiento en los medios de cultivo que produce debido a la producción de trimetilaminas, por su pigmentación debido a la combinación de pioverdinas amarillas y piocianinas

azules dando como resultado un verde característico en agares sin colorantes como en agar cetrimida. Por su morfología pueden ser lisas, rugosas y mucoides (Romero R., 2007).

Por otro lado, es importante resaltar que la resistencia antimicrobiana es el fenómeno por el cual un microorganismo deja de ser afectado por un antimicrobiano al que anteriormente era sensible. La resistencia surge por la mutación del microorganismo o por la adquisición del gen de resistencia (OMS).

Se llevó a cabo un estudio descriptivo, transversal y retrospectivo en el HIMFG para evaluar y comparar la resistencia a antibióticos de *Pseudomonas aeruginosa* de enero del 2018 a diciembre del 2019.

Se revisaron y seleccionaron aislamientos de *Pseudomonas aeruginosa* de enero del 2018 a diciembre del 2019. Se realizó una base de datos donde se incluyeron la edad, sexo, sala del hospital, sitio de aislamiento y perfil de resistencia. Con los datos recabados se realizó un conteo para determinar el número de aislamientos totales, las áreas del hospital con mayor prevalencia al igual que el tipo de muestras de donde se aisló *Pseudomonas aeruginosa*. También se realizó una comparación de los perfiles de resistencia del 2018 y el 2019. Desarrollado por GraphPad Software, Inc. donde utilizando una tabla de contingencia se analizaron los datos de la resistencia a antibióticos utilizando la prueba post hoc U de Mann-Whitney con un nivel de confianza de 95%; se consideró significativo un valor de $p \leq 0.05$. Finalmente se

seleccionaron aquellos aislamientos que contaban con el perfil de resistencia completo y se utilizó la clasificación de Magiorakos (2011) para clasificar los aislamientos por MDR, XDR y PDR respectivamente (Magiorakos., 2011).

DESARROLLO

Mecanismos de acción de los antibióticos

Los antibióticos son medicamentos utilizados para prevenir y tratar las infecciones bacterianas (OMS, 2018), capaces de paralizar el desarrollo de ciertos microorganismos patógenos, por su acción bacteriostática, o de causarles la muerte, por su acción bactericida, y que es producida por un ser vivo o fabricada por síntesis (RAE). EN la tabla 1 se muestran los mecanismos de acción de los principales grupos de antibióticos empleados en el área clínica.

Tabla 1. Generalidades de los antibióticos

Grupo de antibiótico	Características	Ejemplos
Penicilinas	Inhiben la síntesis de pared celular (Seija V., Vignoli R., 2008., Calvo J. & Martínez L., 2009). Contiene un anillo de tiazolidina, unido a otro anillo B- lactámico, al cual está unido una cadena lateral (Seija V., Vignoli R., 2008). Penicilina G tiene mayor actividad antimicrobiana y es la única penicilina natural utilizada en humanos (Seija V., Vignoli R., 2008).	Penicilina G y V, ampicilina, piperacilina, amoxicilina, meticilina.
Cefalosporinas	Inhiben la síntesis de pared celular (Calvo J. & Martínez L., 2009). Contiene un núcleo constituido por ácido 7- aminocefalosporánico formado por un anillo betalactámico unido a un	Cefalexina, cefuroxime, cefotaxima, ceftriaxona, ceftazidima y cefepime.

Tabla 1. Generalidades de los antibióticos

	<p>anillo de dihidrotiazino (Seija V., Vignoli R., 2008). Se definen 4 generaciones de cefalosporinas (Primera: gram positivas y pocos gram negativos, segunda: gram negativos, tercera: gram positivos y cuarta: gram positivos) (Seija V., Vignoli R., 2008).</p>	
Carbapenémicos	<p>Betalactámicos con el mayor espectro de actividad conocido dentro de este grupo de antibióticos (Seija V., Vignoli R., 2008). Inhiben la síntesis de la pared celular (Calvo J. & Martínez L., 2009).</p>	Imipenem, meropenem y ertapenem
Monobactámicos	<p>Inhiben la síntesis de pared celular (Calvo J. & Martínez L., 2009). Actividad contra gram negativas (Seija V., Vignoli R., 2008). Aztreonam único antibiótico disponible para el uso clínico (Seija V., Vignoli R., 2008).</p>	Aztreonam
Macrólidos	<p>Inhiben la síntesis de proteínas (Calvo J. & Martínez L., 2009). Antibióticos semisintéticos derivados de la eritromicina producida por <i>Streptomyces erythreus</i>. (Seija V., Vignoli R., 2008). Se clasifican de acuerdo con el número de carbonos: 14 C (eritromicina) y claritromicina, 15 C (azitromicina) y 16 C (espiramicina) (Seija V., Vignoli R., 2008). Se unen a la subunidad 50S del ARNr mediante la formación de puentes de hidrógeno (Seija V., Vignoli R., 2008).</p>	Eritromicina, claritromicina, azitromicina y espiramicina.
Tetraciclinas	<p>Sustancias naturales o semisintéticas (Pérez E., e Iglesias L. 2003). Inhiben la síntesis de proteínas (Pérez E., e Iglesias L. 2003). Se clasifican en 3 generaciones según su</p>	Doxicilina, tigeciclina, metacilina y gliciliclinas

Tabla 1. Generalidades de los antibióticos

	<p>descubrimiento (Pérez E., e Iglesias L. 2003).</p>	
Aminoglucósidos	<p>Tiene dos o más aminoazúcares unidos por enlaces glucosídicos a un anillo aminociclitol (Seija V., Vignoli R., 2008). La combinación con penicilina o ampicilina actúan de forma sinérgica (Seija V., Vignoli R., 2008). Inhiben la síntesis de proteínas Se unen a la subunidad 30S del ARNr (Seija V., Vignoli R., 2008).</p>	Gentamicina, tobramicina, amikacina, estreptomycin y neomicina
Quinolonas	<p>Interfieren en la síntesis de ácidos nucleicos (Seija V., Vignoli R., 2008). Se clasifican en generaciones: Primera (ácido nalidixico y ácido pipemídico) con actividad sobre enterobacterias, segunda (norfloxacina y ciprofloxacina) y llamadas fluoradas con mayor actividad sobre Gram negativos, tercera (levofloxacina y gatifloxacina) gran actividad sobre Gram positivos y cuarta (moxifloxacina y trovafloxacina) aumentan actividad sobre Gram positivos y anaerobios (Seija V., Vignoli R., 2008).</p>	Ciprofloxacina, levofloxacina, trovafloxacina y ácido nalidixico
Glucopéptidos	<p>Actúan sobre la pared bacteriana (Seija V., Vignoli R., 2008). Dos de uso clínico: vancomicina y teicoplanina (Seija V., Vignoli R., 2008). Vancomicina solo actúa sobre Gram positivas (Seija V., Vignoli R., 2008).</p>	Vancomicina y teicoplanina
Sulfonamidas	<p>Sintéticos de amplio espectro (Pérez E., e Iglesias L. 2003). Interfiere en la síntesis de ácidos nucleicos (Pérez E., e Iglesias L. 2003). Derivan de la sulfanilamida. Su estructura es similar ácido paraaminobenzoico (PABA), factor requerido por las</p>	Sulfametazina, sulfamonometoxina y sulfadiazina

Tabla 1. Generalidades de los antibióticos

	bacterias para la síntesis de ácido fólico (Pérez E., e Iglesias L. 2003).	
Polimixinas	5 tipos de polimixinas (A-E) Solo la polimixina B y E (colistina) son de uso clínico (Molina J., et al., 2009). Actividad bactericida frente a la mayoría de bacilos Gram negativos (Molina J., et al., 2009). Aumentan la permeabilidad de la membrana externa fijando su polipéptido al lipopolisacárido de la membrana (Molina J., et al., 2009).	Colistina y polimixina B

Resistencia antimicrobiana y sus mecanismos

Existen dos tipos de resistencia antimicrobiana: la natural y la adquirida. Se conoce como resistencia natural a los mecanismos permanentes determinados genéticamente, que no están relacionados con el incremento de dosis del antibiótico (Gutiérrez Muñoz., *et al.*, 2017).

Por otro lado, existe la resistencia adquirida, que se adquiere por mutaciones de genes o por transferencia de genes. Los principales mecanismos de resistencia son: el bloqueo de transporte del antibiótico, la degradación de fármacos por la modificación enzimática del antibiótico como las betalactamasas, cefalosporinasas y carbapenemasas por mencionar solo algunas, la expulsión del medicamento mediante bombas de flujo, alteración en el sitio de acción, mediante la modificación de sustratos para la degradación del antibiótico y la producción de vías alternas para seguir produciendo proteínas u otras sustancias. Se han identificado mutaciones que se encuentran en los genes

involucrados con la síntesis de peptidoglucano (ampD, dacB y ampR), también mutaciones en ampC que incrementan la resistencia a cefalosporinas antipseudomonas. La resistencia a carbapenémicos se da mediante la impermeabilidad de la membrana externa debido a una mutación del gen OprD. Se ha demostrado también que las mutaciones en el DNA girasa y topoisomerasa inducen la resistencia a fluoroquinolonas (Paz V., *et al.*, 2017, Gutiérrez Muñoz., *et al.*, 2017, Oliver Antonio., 2017 & Silva A., *et al.*, 2020).

Pseudomonas aeruginosa desarrolla mutaciones cromosómicas y adquiere material genético exógeno que le confiere un tipo de resistencia adquirida, generalmente localizados en integrones codificados en plásmidos o transposones. Además, presenta resistencia natural a muchos antimicrobianos como a la mayoría de las penicilinas, cefalosporinas de primera y segunda generación, tetraciclinas, macrólidos, sulfamidas, trimetoprim, entre otros (Delgado G., *et al.*, 2007, Gutiérrez Muñoz., *et al.*, 2017).

Métodos automatizados

La microbiología se ha considerado como una disciplina manual, la automatización en esta área no ha sido fácil debido a la variabilidad en el tipo de muestras, diversidad de microorganismos y volúmenes menores de exámenes comparados con los exámenes químicos y hematológicos, lo que lo

Tabla 2. Composición de tarjetas para la prueba de Gram negativas

ANTIMICROBIANO	CÓDIGO Tarjeta	ANTIMICROBIANO	CÓDIGO Tarjeta
Ampicilina	AM	Amikacina	AN
Ampicilina/Sulbactam	AMS	Ampicilina/Sulbactam	AMS
Cefepime	PEP	Cefepime	PEP
Ceftazidima	CAZ	Cefoxitina	FOX
Ceftriaxona	CRO	Ceftazidima	CAZ
Ciprofloxacina	CIP	Ceftriaxona	CRO
Ertapenem	ETP	Ciprofloxacina	CIP
ESBL	ESB	Colistina	COL
Imipenem	IMP	Ertapenem	ETP
Meropenem	MEM	ESBL	ESB
Moxifloxacina	MXF	Gentamicina	GM
Nitrofurantoina	FT	Imipenem	IMP
Piperacilina/Tazobactam	TZP	Meropenem	MEM
Tigeciclina	TGC	Piperacilina/Tazobactam	TZP
Tobramicina	TM	Tigeciclina	TGC

microdilución.

Metodología

Para los estudios de susceptibilidad antimicrobiana se utilizó el equipo automatizado VITEK 2® XL (BioMérieux) utilizando las tarjetas ast-n289 (enero a febrero 2019) y ast-n272 (marzo a diciembre 2019). El sistema evalúa cada patrón de crecimiento de microorganismos en la presencia o ausencia de antibióticos. La interpretación de las pruebas se realizó según los puntos de corte establecidos en las guías del Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI).

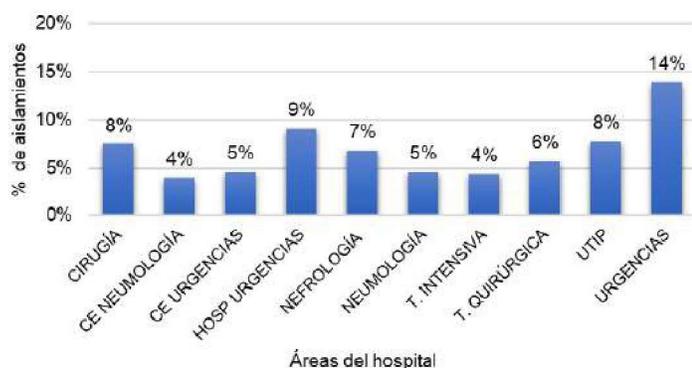
Resultados

En este estudio se analizaron 872 aislamientos (100%) de *Pseudomonas aeruginosa* de 2018 y

2019, de los cuales 494 (56.65%) fueron pacientes masculinos y 378 (43.35%) fueron pacientes femeninos (Grafica 1). Las áreas con mayor incidencia fueron: Urgencias 113 (12.96%), Hospitalización Urgencias 85 (9.75%), Unidad Terapia Intensiva Pediátrica 77 (8.83%), Nefrología 64 (7.34%), Cirugía 57 (6.54%), Terapia Quirúrgica 56 (6.42%), Neumología 44 (5.05%), Oncología 43 (4.93%), Terapia Intensiva 41 (4.70%) y CE Urgencias 37 (4.24%). Los sitios de aislamiento con mayor incidencia fueron: orina 328 (37.61%), hemocultivo 166 (19.04%), broncoaspirado 124 (14.22%), esputo 86 (9.86%), líquido peritoneal 21 (2.41%), catéter 19 (2.18%), herida quirúrgica 19 (2.18%), faríngeo 12 (1.38%), absceso 7 (0.80%), líquido cefalorraquídeo 5 (0.57%), secreción 5 (0.57%) y secreción traqueal 5 (0.57%).

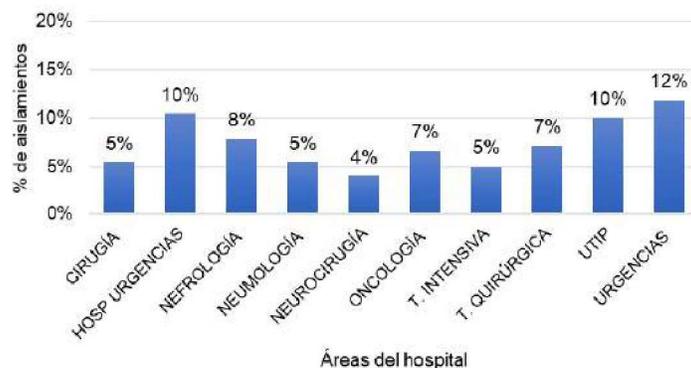
En 2018 se obtuvieron 452 (100%) aislamientos, de los cuales 272 (60.18%) fueron pacientes masculinos y 180 (39.82%) fueron pacientes femeninos. Las áreas con mayor incidencia fueron: Urgencias con 63 (13.94%) casos, Hospitalización Urgencias 41(9.07%), Unidad Terapia Intensiva Pediátrica 35 (7.74%), Cirugía 34 (7.52%), Nefrología 31 (6.86%), Terapia Quirúrgica 26 (5.75%), Neumología 21 (4.65%), CE Urgencias 21 (4.65%), Terapia Intensiva 20 (4.42%) y CE Neumología 18 (3.98%). Los sitios de aislamiento con mayor incidencia fueron: orina 173 (38.27%), hemocultivo 74 (16.37%), broncoaspirado 65 (14.38%), esputo 50 (11.06%), catéter 12 (2.65%), líquido peritoneal 11 (2.43%), herida quirúrgica 9

(1.99%), absceso 7 (1.55%), líquido cefalorraquídeo 5 (1.11%) y vaginal 4 (0.88%) (Gráfica 1).



Gráfica 1. Incidencia de Áreas en 2018. En esta gráfica se observan las 10 áreas del hospital con mayor número de aislamientos en 2018, de las cuales urgencias, hospitalización de urgencias y UTIP obtuvieron mayor número de casos.

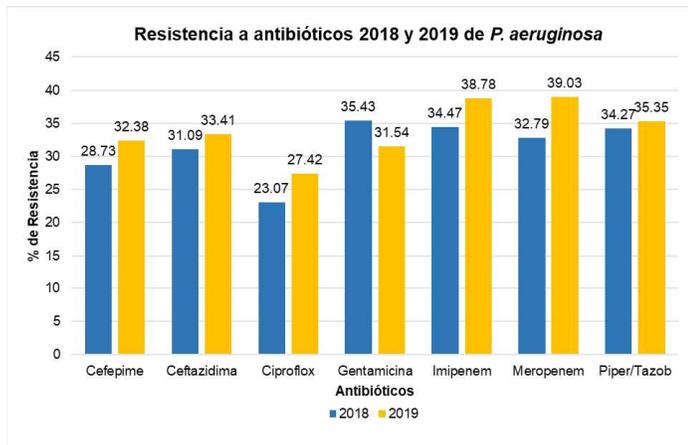
En 2019 se obtuvieron 420 (100%) aislamientos, de los cuales 222 (52.86%) fueron pacientes masculinos y 198 (47.14%) fueron pacientes femeninos. Las áreas con mayor incidencia fueron: Urgencias 50 (11.90%), Hospitalización Urgencias con 44 (10.48%) casos, Unidad Terapia Intensiva Pediátrica 42 (10%), Nefrología 33 (7.86%), Terapia Quirúrgica 30 (7.14%), Oncología 28 (6.67%), Cirugía 23 (5.48%), Neumología 23 (5.48%), Terapia Intensiva 21 (5%) y Neurocirugía 17 (4.05%). Los sitios de aislamiento con mayor incidencia fueron: orina 155 (36.90%), hemocultivo 92 (21.90%), broncoaspirado 59 (14.05%), esputo 36 (8.57%), faríngeo 10 (2.38%), herida quirúrgica 10 (2.38%), líquido peritoneal 10 (2.38%), catéter 7 (1.67%), líquido pleural 3 (0.71%) y secreción traqueal 3 (0.71%) (Gráfica 2).



Gráfica 2. Incidencia de Áreas en 2019. En esta gráfica se observan las 10 áreas del hospital con mayor número de aislamientos en 2019, de las cuales urgencias, hospitalización de urgencias y UTIP obtuvieron mayor número de casos.

Para la resistencia a antibióticos se realizó un análisis de los resultados de las sensibilidades y resistencias obtenidas por el equipo automatizado Vitek® 2 XL. En donde se utilizaron 2 tarjetas para Gram negativos diferentes: AST-N286 de enero del 2018 a 08 de marzo del 2019 y la AST-N272 del 08 marzo del 2019 a diciembre del 2019. Estas tarjetas presentaban diferentes antibióticos por lo que en algunos casos no hubo datos de algunos antibióticos.

Se observó que en el 2019 en comparación con el 2018 hubo un incremento en el porcentaje de la resistencia de algunos antibióticos como: cefepime (3.65%), ceftazidima (2.32%), ciprofloxacino (4.35%), imipenem (4.31%), piperacilina/tazobactam (1.08%) y meropenem con un mayor porcentaje de resistencia sobre todos los demás (6.24%). Sin embargo, hubo una disminución en el porcentaje de resistencia de la gentamicina (3.89%).



Gráfica 3. Comparación de resistencia a antibióticos 2018 y 2019 de *P. aeruginosa*. En esta gráfica se muestra el porcentaje de resistencia a diversos antibióticos de *P. aeruginosa* en 2018 y 2019. Cefepime $p=0.24$, Ceftazidima $p=0.46$, Ciprofloxacino $p=0.14$, Gentamicina $p=0.23$, Imipenem $p=0.19$, Meropenem $p=0.05$, Piperacilina/Tazobactam $p=0.74$.

En el análisis estadístico no se observó ningún resultado clínicamente significativo para cefepime, ceftazidima, ciprofloxacino, gentamicina, imipenem y piperacilina/ tazobactam ya que los valores de p eran mayores a 0.05, no obstante, el único antibiótico con un valor clínicamente significativo fue meropenem con un valor de p de 0.05.

En clasificación de aislamientos en 2018 obtuvimos 21 aislamientos pertenecientes al grupo XDR y 0 para MDR y PDR. En el 2019 obtuvimos 35 aislamientos pertenecientes al grupo MDR, 61 para XDR y 0 para PDR.

Discusión

En 2017 la OMS realizó una publicación donde enlistó a los patógenos prioritarios para la investigación de nuevos antibióticos (OMS, 2017) debido a la resistencia que presentan a algunos de los antibióticos actuales, en la que *Pseudomonas*

aeruginosa se encuentra dentro de prioridad crítica. En 2019 la CDC (Centers for Disease Control and Prevention) clasificó a *Pseudomonas aeruginosa* MDR como una amenaza seria debido a que en 2017 se obtuvieron 32,600 casos estimados en pacientes hospitalizados, 2,700 muertes en Estados Unidos (CDC, 2019).

Los estudios de vigilancia contienen datos epidemiológicos de infecciones nosocomiales por *P. aeruginosa* a nivel Latinoamérica. Como punto de referencia a principio de los 2000s en un estudio de 1159 aislamientos en Sudamérica se reportó la CMI requerida para meropenem e imipenem de 64 $\mu\text{g}/\text{ml}$. Los porcentajes de aislamientos de *P. aeruginosa* susceptibles a meropenem e imipenem fueron de 57% y 52% respectivamente, sin embargo, los aislamientos recolectados en Europa tuvieron mayor susceptibilidad (76% y 70%) al igual que Norteamérica con susceptibilidad de 89% y 85% respectivamente durante el mismo periodo. (Unal., *et al.*, 2005). En la vigilancia de datos (2004- 2009), la susceptibilidad de los aislamientos de *P. aeruginosa* meropenem en Latinoamérica (59%) fue menor que la de Norteamérica (79%) y Europa (68%), pero similar a la encontrada en la región Asia- Pacífico (58%) (Bertrand., *et al.*, 2012). En datos del 2006- 2009, 24% de los aislamientos de *P. aeruginosa* en Latinoamérica disminuyeron su susceptibilidad a imipenem, una tasa menor que la encontrada en la región de Asia- Pacífico (31%) y Europa (28%), pero superior a la tasa correspondiente en Estados Unidos (18%) (Gales., *et al.*, 2011). Esta información importante nos

muestra que la resistencia a antimicrobianos aumentará rápidamente si no tomamos medidas en el uso correcto de los antimicrobianos.

En México, las infecciones causadas por *Pseudomonas aeruginosa* tienden a aumentar a través de los años, así lo demuestra el sistema de vigilancia epidemiológica hospitalaria del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) donde se reportó una incidencia de infecciones (19.9%) en el 2013, lo que representa un incremento de 6.9% comparado con los datos del 2011 (Arias-Flores., *et al.*, 2016). En un estudio llevado a cabo de enero a junio del 2018 se evaluaron las tasas de resistencia a antimicrobianos de los principales patógenos de importancia epidemiológica en diferentes hospitales tanto públicos como privados, inclusive algunos laboratorios en México, obteniendo diferentes multirresistencias, en donde *Pseudomonas aeruginosa* obtuvo una mayor resistencia (40%) a carbapenémicos con respecto a otros microorganismos (Garza- González., *et al.*, 2019).

Los resultados obtenidos en este trabajo mostraron una disminución de casos en 2019 (32) con respecto a 2018 como se observa en la gráfica 1. En los dos años (2018 y 2019) *P. aeruginosa* fue aislada con mayor frecuencia en urgencias, seguido de hospitalización de urgencias, unidad de terapia intensiva pediátrica (UTIP) y cirugía. Comparando los resultados obtenidos con los de un estudio realizado en un hospital de Cuba en 2015 y 2016 (Hart., 2017), se observa que las áreas del hospital con mayor número de aislamientos en ambos

trabajos fueron en la unidad de atención grave (cuidados intensivos) y cirugía. Se puede observar que *P. aeruginosa* realmente representa una amenaza en los hospitales, sobre todo en las áreas donde se deben de tener más cuidados como las áreas críticas (unidades de cuidados o terapia intensivos) e incluso salas quirúrgicas ya que como se mencionó anteriormente esta bacteria oportunista se encuentra principalmente en el equipo quirúrgico y equipo de ventilación asistida encontrada principalmente en estas áreas.

Los tipos de muestras donde se aisló con mayor frecuencia en los dos años fueron orinas, hemocultivos, broncoaspirados y esputo. De igual manera en 2017 en un estudio multicéntrico que se llevó a cabo en hospitales de México obtuvieron con mayor frecuencia los sitios de toma de cultivo a las encontradas en este trabajo (aspirado bronquial 224; hemocultivo periférico 65 y urocultivo 57) (Gutiérrez., 2017). Realizando una segunda comparación con los datos obtenidos en un estudio realizado en un hospital de Cuba en 2015 y 2016, donde obtuvieron un mayor número de aislamientos en secreciones endotraqueales (43), seguido de hemocultivos (28) y orina (12) (Hart., 2017). Se puede observar que uno de los principales sitios con mayor aislamiento es en los aspirados bronquiales debido a que afecta principalmente a pacientes con problemas respiratorios como la fibrosis quística como se menciona en la bibliografía consultada.

Se observó un incremento en el porcentaje de resistencia a antibióticos en el 2019 de: piperacilina/

tazobactam 1.08%, ceftazidima 2.32%, cefepime con 3.65%, imipenem 4.31%, ciprofloxacino 4.35% y meropenem 6.24%, siendo este el antibiótico con mayor porcentaje de resistencia, sin embargo, se observó que la gentamicina disminuyó su porcentaje de resistencia en un 3.89% con respecto al 2018. Sin embargo, al realizar el análisis estadístico de estos datos se observó que solo el incremento en la resistencia a meropenem es clínicamente significativo.

En un estudio de cohorte retrospectivo realizado en un Hospital Pediátrico De Alta Especialidad en Buenos Aires, Argentina, de los antibióticos que evaluaron obtuvieron un mayor porcentaje de resistencia: imipenem, meropenem, piperacilina/tazobactam, gentamicina, ceftazidima, amikacina y ciprofloxacino (Rosanova M.T., *et al*, 2018). Comparado con nuestros resultados obtuvieron resistencia para 6 antibióticos de los 7 que se analizaron en este trabajo, siendo estos la gentamicina, ceftazidima, imipenem, meropenem, piperacilina/ tazobactam y el ciprofloxacino. Teniendo mayor porcentaje de resistencia a los carbapenémicos como se observó en este estudio.

Sin embargo, en otro estudio realizado en España del 2000 al 2005 se observó que los carbapenémicos como el imipenem y meropenem resultaron ser más activos frente a *P. aeruginosa* (Delgado G., *et al*. 2007). Lo que nos lleva a pensar que esto es debido a distintos factores como el año del estudio, el tipo de cepas y el manejo y control de antibióticos que se tienen en España.

Comparando nuestros resultados con los del Plan Universitario de Control de la Resistencia Antimicrobiana de datos tomados de la RHoVE en México en el 2015, se observó que la resistencia a antibióticos de *P. aeruginosa* en Cuidados Intensivos Neonatales dentro de este estudio obtuvo un porcentaje considerable con algunos de los antibióticos que analizamos como ceftriaxona 42.3%; cefepime 18.7% e imipenem con 10.3% de resistencia (n=300), además presentan algunos aislamientos bacterianos más frecuentes en México con porcentaje de resistencia a antimicrobianos de: NAM (neumonía con aislamiento microbiológico) con 25.8%, seguida de NAAS (neumonía asociada a la atención de la salud con 20.3%, IASS (infección asociada a la atención de la salud) con 12.4%, ISQ (infección de sitio quirúrgico) con 11.8%, IVUAAS (infección de vías urinarias asociada a la atención de la salud con 10.6% y por último ITS (infección en el torrente sanguíneo) con 7.4% (PUIIS, 2018). Por lo que, comparado con los resultados obtenidos en este trabajo, los sitios son similares.

En la Ciudad de México en un hospital de tercer nivel en 2007, algunas clonas de *P. aeruginosa* contaminaron y produjeron altos niveles de mortalidad en pacientes pediátricos. Se analizaron bioquímicamente las cepas aisladas y se encontró la presencia de sensibilidad, multirresistencias, extremo resistencias y panresistencias en cepas de los aislamientos (Aguilar. P., *et al*, 2017), generando de esta forma un problema de salud pública donde es necesario tomar medidas

epidemiológicas para evitar mayor propagación de las infecciones intrahospitalarias.

En un estudio realizado en el Hospital Infantil de México Federico Gómez en 2017, analizaron los cambios en la susceptibilidad, relaciones genéticas y dinámicas de cepas de *P. aeruginosa* aisladas en el Laboratorio Central de dicho hospital. Obtuvieron la identificación de diferentes cepas del 2007 al 2013. Estas clonas variaron su susceptibilidad con respecto a diferentes antibióticos. *P. aeruginosa* fue aislada principalmente en orina y hemocultivos siendo esta bacteria la responsable del 17.39% de mortalidad (Aguilar. P., *et al*, 2017). Comparando los resultados de este último estudio realizado en el mismo hospital podemos observar que sin importar la diferencia de los años de los datos analizados se observa la misma tendencia a los mismos sitios de aislamiento de *P. aeruginosa* que se obtuvieron en este trabajo, también así lo fueron las multirresistencias obtenidas en estos trabajos.

A lo largo de este trabajo comprendimos la importancia de contar con todos los datos completos, ya que esta y el cambio de tarjetas del equipo fueron variables importantes para la elaboración de este trabajo. Sin embargo, a los datos obtenidos se les realizaron pruebas estadísticas para saber si tenían alguna relevancia clínica y a su vez, clasificar los tipos de aislamientos en MDR, XDR y PDR para tener en cuenta que tipos de cepas existen y tomar más medidas para el control de estas infecciones.

Para la clasificación de aislamientos (cepas) se utilizó la clasificación de Magiorakos (Magiorakos.,2011). Se analizaron los aislamientos que contaban con el perfil de resistencia completo, ya que no es posible clasificar un aislamiento (cepa) si no se cuenta con algún resultado en el perfil de resistencia. De igual forma, la diferencia en las tarjetas afectó al realizar la clasificación debido a la falta de resultados de algunos antibióticos. Analizando los resultados no se obtuvo ningún aislamiento (cepa) PDR debido a la falta de resultados, sin embargo, se obtuvieron 21 aislamientos (cepas) XDR en 2018 y 61 en 2019. Esto debería generar cierto grado de alarma ya que estos aislamientos (cepas) con el uso irracional de antibióticos pueden llegar a convertirse en PDR o bien aislamientos (cepas) que son MDR como lo fueron en 2019, llegar a mutar en XDR e incluso PDR. Comparados con la investigación que se realizó en 2017 en el mismo hospital donde dos cepas fueron PDR; 42 fueron XDR; cuatro fueron MDR y 10 fueron sensibles (Aguilar. P., *et al*, 2017) comparamos y describimos la similitud entre los aislamientos (cepas) encontrados.

Desde el 2014, en el HIMFG se implementó un programa llamado “Vamos por el CIEN- Goforthe 100” que pretende disminuir las infecciones nosocomiales a través de sanitización continua y constante del hospital, también para el cuidado y la higiene de todo el personal médico (Aguilar. P., *et al*, 2017). Con este tipo de estudios y programas rectificamos la importancia de implementar la

realización de estos estudios retrospectivos periódicamente y de identificación genética para colaborar en la disminución de la resistencia bacteriana y las infecciones nosocomiales.

Ante la situación mundial como nacional, el gobierno mexicano publicó un acuerdo donde declara la obligatoria Estrategia Nacional de Acción Contra la resistencia a los antimicrobianos que establece estrategias para mejorar el uso de antibióticos y combatir la resistencia a los antimicrobianos, que debería ser adoptada gradualmente, de los próximos 5 a 10 años (Garza-González., *et al.* 2019).

CONCLUSIONES

Se observó menor número de aislamientos por *Pseudomonas aeruginosa* en 2019 (n= 420) respecto a 2018 (n=452). Las áreas con mayor número de aislamientos fueron urgencias (12.96%), hospitalización urgencias (9.75%) y UTIP (8.83%). Los tipos de muestra con mayor número de aislamiento fueron orina (37.61%), hemocultivo (19.04%) y broncoaspirados (14.22%). Se observó incremento en el porcentaje de resistencia a antibióticos (piperacilina/tazobactam (1.08%), ceftazidima (2.32%), cefepime (3.65%), ciprofloxacino (4.35%), imipenem (4.31%)) en 2019 con respecto a 2018, además se observó que meropenem obtuvo un mayor porcentaje de resistencia respecto a los demás (6.24%). Se observó una significancia clínica en el aumento a la resistencia de imipenem en el 2019 (38.78%) con respecto a 2018 (34.47%). Es importante realizar

este tipo de estudios ya que el incremento de la resistencia bacteriana reduce las probabilidades de un tratamiento exitoso. Es necesario tomar medidas como programas y acuerdos para disminuir las infecciones nosocomiales y a su vez la resistencia antimicrobiana.

REFERENCIAS

1. Aguilar P., Zúñiga G., Rodríguez B., Olivares A., Gamiño A., Moreno S., De la Rosa D., López B., Castellanos M., Parra I., Jiménez V., Viguera J., y Velázquez N. (2017) Identification of extensive drug resistant *Pseudomonas aeruginosa* strains: New clone ST1725 and high-risk clone ST233. *PLoS ONE*. 12(3), 1-16.
2. Arias- Flores R., Rosado-Quia U., Vargas-Valerio A., y Grajales-Muñiz Concepción. (2016) Los microorganismos causantes de infecciones nosocomiales en el Instituto Mexicano del Seguro Social. *RevMedInst Mex Seguro Soc*. 54(1), 20-4.
3. Bertrand X., Dowzicky MJ. (2012). Antimicrobial susceptibility among gram-negative isolates collected from intensive care units in North America, Europe, the Asia-Pacific Rim, Latin America, the Middle East, and Africa between 2004 and 2009 as part of the Tigecycline Evaluation and Surveillance Trial. *Clin Ther* 34: 124-37.

4. Calvo, J., y Martínez- Martínez, L. (2009). Mecanismo de acción de los antimicrobianos. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 27(1), 44-52.
5. CDC. Antibiotic Resistance Threats in the United States, 2019. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, CDC; 2019.
6. Cisneros E., Medina R., Chavarría J. (2005). Neumonía nosocomial por *Pseudomonas aeruginosa*. *MedInt Mex*, 21(5), 368-379.
7. CLSI. *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing*. 29th ed. CLSI supplement M100. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2019.
8. Delgado G., García- Mayorgas., Rodríguez F., Ibarra A., y Casal M. (2007) Sensibilidad y resistencia de *Pseudomonas aeruginosa* a los antimicrobianos, *RevEspQuimioterap*, 20(2), 230-233.
9. Fusté E., López L., Segura C., Gainza E., Vinuesa T., y Viñas M. (2013) Carbapenem-resistance mechanisms of multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Medical Microbiology*. 62, 1317-1325.
10. Gales AC., Jones RN., Sader HS. (2011). Contemporary activity of colistin and polymixin B against a worldwide collection of Gram- negative pathogens: results from the SENTRY Antimicrobial Surveillance Program (2006- 09). *J Antimicrob Chemother* 66:2070-4.
11. Garza- González E., Morfín- Otero R., Mendoza- Olazarán S., Bocanegra- Ibarias P., Flores- Treviño S., Rodríguez Noriega E., et al. (2019) A snapshot of antimicrobial resistance in Mexico. Results from 47 centers from 20 states during a six- month period. *PLoS ONE*. 14(3).
12. Gómez C., Leal A., Pérez M. y Navarrete M. (2005) Mecanismos de resistencia en *Pseudomonas aeruginosa*: entendiendo a un peligroso enemigo. *Revista FacMedUnivNacColomb*, 53(1), 27-34.
13. Gutiérrez J., Ramírez A., Martínez M., Coria J., Armenta L., Ayala J., Bernal S., Flores F., García F., Monjardín J., Martínez G., Gutiérrez V., y Suárez J. (2017) Estudio multicéntrico de resistencias bacterianas nosocomiales en México. *Revista Latinoamericana de Infectología Pediátrica*. 30(2), 68-75.
14. Hart Casares M., Martínez Batista María L., González Maestery A. y Montes de Oca Méndez Z. (2017). Resistencia de cepas de *Pseudomonas aeruginosa* en pacientes graves. *Rev Acta Médica*. 18(2).
15. Hervé B. (2015). Nuevas tecnologías en diagnóstico microbiológico: automatización y algunas aplicaciones en identificación microbiana y estudio de susceptibilidad. *Rev Med Clin. condes*, 26 (6), 753-763

16. Magiorakos AP., Srinivasan A., Carey RB., Carmeli Y., Falagas ME., Giske CG., et al. (2012). Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: An international expert proposal for interim standard definition for acquired resistance. *Clin Microbiol Infect. European Society of Clinical Infectious Diseases*, 18(3), 268-81.
17. Mandell, Bennett, y Dolin. (2005). *Principles and Practice of Infectious Diseases*. 6th ed., Churchill Livingstone: Elsevier.
18. Molina J., Cordero E., Palomino J., y Pachón J. (2009). Aminoglucósidos y polimixinas. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 27(3), 178-188.
19. Morales J., y Andrade J. (2006). Factores asociados a mortalidad y patrones de susceptibilidad antibiótica en bacteriemias por *Pseudomonas aeruginosa*. *Bol. Med. Hosp. Infant. Mex.* 63(5), 291-300.
20. Oliver A. (2016). Epidemiología y mecanismos de resistencia a carbapenemas en *Pseudomonas aeruginosa*: papel de los clones de alto riesgo en la multiresistencia. (2017). *Enferm Infecc Microbiol Clin.* 30(20), 1-2.
21. Organización Mundial de la Salud (2017). La OMS publica la lista de las bacterias para las que se necesitan urgentemente nuevos antibióticos. Ginebra: *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/detail/27-02-2017-who-publishes-list-of-bacteria-for-which-new-antibiotics-are-urgently-needed>
22. Organización Mundial de la Salud (2018). Resistencia a los antibióticos. *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado de : [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/resistencia-a-los-antibi%
c3%
b3ticos](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/resistencia-a-los-antibi%c3%b3ticos)
23. Organización Mundial de la Salud. Resistencia a los antimicrobianos. *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado de: https://www.who.int/topics/antimicrobial_resistance/es/
24. Paredes F., y Roca J. (2004) Acción de los antibióticos, *OFFARM*, 23(3), 116-124.
25. Paterson D. *Looking for risk factors for the acquisition of antibiotic resistance: A 21st century approach*. *CID* 2002; 34: 1564-1567.
26. Paz V., Mangwani S., Martínez A., Álvarez D., Solano S., y Vázquez R. (2019) *Pseudomonas aeruginosa*: patogenicidad y resistencia antimicrobiana en la infección urinaria. *Rev Chilena Infectología*, 36(2), 180-189.
27. Pérez E., e Iglesias L. (2003) Tetraciclinas, sulfamidas y metronidazol. *RevEnfInfeccMicrobiol Clin*, 21(9), 520-529.

28. Programa Universitario de Investigación en Salud., *Plan Universitario de control de la resistencia antimicrobiana*, Universidad Autónoma de México, Ciudad de México, 2018.
29. Romero CR. *Microbiología y parasitología humana. Bases etiológicas en las enfermedades infecciosas*. 2ª ed. México: Médica Panamericana, 1999;pp:332-5.
30. Romero R. (2007). *Microbiología y parasitología humana*. 3ª ed. Panamericana. Pp. 503-508.
31. Rosanova M.T., Mussini., Arias A.P., Sormani M.I., Mastroianni A., García M.E., Reijtman V., y Sarkis C. (2018) Bacteriemia por *Pseudomonas aeruginosa* (PAE) en niños. *Medicina Infantil*. 25(4), 299-302.
32. Ruiz I., Diamond J., Pacheco D., Velázquez M., Flores E. y Miranda M. (2007) Resistencia en bacterias aisladas en pacientes con infecciones nosocomiales. *Revista Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 27 (1), 15-21.
33. Seija V., y Vignoli R. (2008) Principales grupos de antibióticos. *Temas de bacteriología y virología médica*, 34, 631-647.
34. Silva A., Silva V., Igrejas G., y Poeta P. (2020) Carbapenems and *Pseudomonas aeruginosa*: mechanisms and epidemiology. *Antibiotics and AntimicrobialResistance Genes in the Enviroment*, 17, 253-268.
35. Suárez C., y Gudiol, F. (2009). *Antibióticos betalactámicos. Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 27(2), 116-129.
36. Unal S., Garcia- Rodriguez JA. (2005). Activity of meropenem and comparators against *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter* spp. Isolated in the MYSTIC Program, 2002- 2004. *DiagnMicrobiolInfectDis*. 53:265-71.
37. Warren D, Fraser V. (2001) Infection control measures to limit antimicrobial resistance. *CritCareMed*, 29(4), 128-132.

USO DE REDES SOCIALES Y DESEMPEÑO ACADÉMICO DE ALUMNOS DE OFTALMOLOGÍA

AUTOR: Virgilio Lima Gómez.

Adscripción: Maestría en Innovación Educativa

Fecha de recepción: 20 mayo 2020

Fecha de aceptación: 22 julio 2020

RESUMEN

La materia de Oftalmología en pregrado requiere desarrollar conocimientos a partir de una información extensa, así como habilidades analíticas y motoras particulares. El tiempo para desarrollar el programa es limitado y podría beneficiarse con el uso de tecnologías de información y comunicación del tipo red social. Se desarrolló un estudio para evaluar el impacto de un programa cocurricular, a través de una aplicación de redes sociales, en el desempeño académico de los alumnos de pregrado de Oftalmología. Se desarrollaron contenidos breves para consulta en una aplicación de redes sociales, como apoyo a la presentación semanal de temas de Oftalmología. Se promovió la interacción de los alumnos y se comparó el desempeño académico con el del semestre anterior, que no tuvo el apoyo durante el curso. Durante tres meses se realizaron 148 publicaciones, 29 de las cuales generaron comentarios de los alumnos (19.6%); se aportó retroalimentación mediante 98 comentarios del profesor. La proporción de alumnos que requirió presentar examen final disminuyó de un histórico de

100% al 32%; el promedio de los alumnos que presentó examen final fue 8.7. El uso cocurricular de una aplicación de redes sociales mejoró el rendimiento académico en la materia de Oftalmología. .

Palabras clave: Aplicación tecnológica, Oftalmología, redes sociales, tecnologías de información y comunicación; desempeño académico.

ABSTRACT

The subject of Ophthalmology in undergraduate medical education requires to develop knowledge from extensive information, and analytical and motor special abilities. The time assigned to cover the whole program is limited, and might benefit from using communication and information technologies, such as social media. A study was conducted to evaluate the impact of a cocurricular program using social media, on the academic outcome of undergraduate students of Ophthalmology. Brief contents were designed to be consulted in a social media application, as a support of weekly lectures about Ophthalmology. Student interaction was promoted, and their academic outcome was compared with that of students from the previous semester, who did not have the same support. Along three months 148 posts were generated, 29 of them arose comments from the

students (19.6%); feedback was given using 98 comments from the teacher. The proportion of students who presented a final exam decreased from an historical 100% to 32%; the mean mark of students who presented a final exam was 8.7.

Conclusion: the co-curricular use of a social media application improved the academic outcome in the undergraduate subject of Ophthalmology.

Key Words: technological application, communication and information technologies, Ophthalmology, social media, academic performance.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Oftalmología en la carrera de Medicina enfrenta dos desafíos principales: la cantidad de información relativa al sistema visual que el alumno debe adquirir y la dificultad para realizar la exploración ocular, por las maniobras especiales que se requieren. En un programa de estudios basado en competencias, ambas condiciones limitan progresar del “sabe” al “sabe cómo”, porque la información requiere comprenderse para transformarse en conocimiento, y los conocimientos previos que sirven como referencia generalmente no se aplican en la consulta de medicina general.

El alumno encuentra al cursar la materia una anatomía específica y características de funcionamiento que no pueden compararse con las de otras regiones del organismo. Por lo tanto, necesita consolidar su conocimiento de materias

básicas para poder aplicar sus conocimientos al atender al paciente. Sin embargo, Oftalmología no es una materia que se curse en forma independiente y sus contenidos compiten por la atención del alumno con los de otras materias que tienen mayor relación con la práctica médica general; un resultado frecuente es que el alumno no supera el nivel cognoscitivo de comprensión, con lo cual se limita la adquisición de competencias.

La cantidad de información que debe revisarse es extensa, y acceder a ella no depende únicamente del esfuerzo individual. Aunque existen textos gratuitos actualizados disponibles en la red, muchos alumnos se limitan a registrar la información obtenida en clase y estudiarla para acreditar el examen de la materia.

Con la cantidad de tecnologías de información y comunicación disponibles, cada alumno puede seleccionar alguna para construir su entorno personal de aprendizaje; existen grupos en las redes sociales con intereses académicos, de donde los alumnos pueden obtener información, pero que no tienen una orientación específica hacia un programa de estudios particular. En el caso de la Oftalmología, muchos de estos grupos se orientan hacia los especialistas, por lo que su contenido puede ser interesante, pero no apropiado para incorporarlo a la práctica de un médico general; esa información puede alejar al alumno del objetivo formativo durante la licenciatura, que enfatiza el razonamiento clínico y el desarrollo de habilidades de exploración, para integrar un diagnóstico.

Existen aplicaciones con las que pueden desarrollarse redes sociales a nivel local, que podrían convertirse en una tecnología de aprendizaje y capacitación si su contenido se circunscribiera a un programa académico particular; con una planeación adecuada, podrían integrarse al espacio personal de aprendizaje del alumno y mejorar su desempeño académico, progresivamente desde procesos de pensamiento de bajo orden hasta llegar a los de alto orden, como el análisis y la síntesis. A diferencia de un curso formal en línea, una red social (como Workplace) permitiría tener suficiente flexibilidad para fomentar la participación y la retroalimentación, con la socialización adecuada para que los alumnos pudieran construir conocimiento significativo a partir de situaciones planteadas a través de una aplicación digital.

Se desarrolló un estudio para conocer el impacto del uso cocurricular de una aplicación de redes sociales, sobre el rendimiento académico de los alumnos de la licenciatura en Médico Cirujano de la Universidad Justo Sierra. La pertinencia deriva de la necesidad de aprovechar los canales de comunicación digitales que los alumnos usan y usarán en mayor proporción, en comparación con la lectura tradicional individual; la experiencia profesional buscó aumentar las oportunidades de participación de los alumnos en un escenario dirigido, privado, orientado a su programa de estudios, que permitiera a futuro reorientar el diseño de su enseñanza con optimización del tiempo destinado al aprendizaje.

DESARROLLO

Marco Contextual

En la carrera de Medicina de la Universidad Justo Sierra, el plan de estudios autorizado para Oftalmología en el 2009 incluye diez unidades temáticas, una dedicada al abordaje clínico del paciente y nueve correspondientes a enfermedades de distintas estructuras oculares. Está relacionada con las materias básicas de Anatomía, Fisiología y Farmacología, y con la materia clínica de Semiología, lo cual requeriría que los alumnos dominaran los conceptos vinculados con la Oftalmología para poder construir su aprendizaje de la materia.

En la práctica los alumnos cuentan con un bajo nivel de conocimiento relativo a la Oftalmología, por lo que requieren repasar los contenidos de las materias previas, lo cual restringe el tiempo que pueden destinar al estudio de la materia clínica. Adicionalmente, el programa de la materia contempla como una actividad del alumno la exposición de temas ante su grupo, lo cual se limita tanto por el contenido que debe desarrollarse, como por la falta de preparación docente del estudiante. La materia de Oftalmología en el Hospital Juárez de México se imparte durante el sexto semestre de la carrera, durante dos horas los viernes, a lo largo de doce semanas; la evaluación teórica se realiza mediante exámenes de opción múltiple que contienen en mayor proporción preguntas de

conceptos y, en menor proporción, preguntas que requieren aplicación del conocimiento.

Una característica del alumno de la Universidad Justo Sierra es su acceso a la información mediante sus teléfonos inteligentes; la mayoría de los estudiantes cuenta con modelos de generaciones recientes, con acceso a internet y a las redes sociales. Las actividades de búsqueda de información durante la clase tienen como distractor que, al autorizar el acceso al internet, los alumnos se distraen con los contenidos de las redes sociales como Facebook, Twitter e Instagram, y generan una comunicación alterna mediante Whatsapp.

Cuando se limita el acceso a los teléfonos móviles durante la clase, lo último que hacen los alumnos antes de iniciar es revisar sus mensajes; lo primero que hacen al terminar la clase es consultar sus mensajes, por lo que la información recibida a través de una plataforma de redes sociales tiene una ventaja competitiva sobre la información académica transmitida por otros canales.

Marco de referencia

Succar, Grigg, Beaver y Lee(2016) refieren que la forma más empleada de manejar la decadencia en la educación oftalmológica de pregrado ha sido solicitar más tiempo para enseñar la materia mediante conferencias, enseñanza a grupos pequeños y experiencia en la consulta oftalmológica, esfuerzos que han sido ampliamente infructuosos. Con respecto a las tecnologías de información y comunicación, el mismo autor

describe una tendencia hacia el uso de tecnología educativa mediante módulos de aprendizaje asistidos por computadora y evaluación de pacientes virtuales, que en forma complementaria mejoran el desempeño académico y la retención, en comparación con la enseñanza tradicional.

El Consejo Internacional de Oftalmología recomienda que los médicos generales tengan entre 40 y 60 horas de entrenamiento en esta especialidad. Un artículo hindú reportó que sus alumnos dedican a esta materia 35 horas de clases, 37.5 horas revisando tutoriales y 23 horas en seminarios; también describió que 90% de sus alumnos dedicaban diez horas a trabajo autodirigido (Divya, Suvetha, Sen y Sundar, 2018).

Un estudio australiano planteó que es deseable contar con más tiempo para enseñar Oftalmología en pregrado, y evaluó un libro de apoyo durante la rotación como estrategia de acompañamiento a las clases; obtuvieron una mejoría de 20% en el desempeño académico de los alumnos que tuvieron el apoyo, comparados con el de quienes desarrollaron su curso sin apoyo (Succar, Mc Cluskey y Grigg, 2017). Otro estudio canadiense que implementó cinco conferencias adicionales de 45 minutos, para complementar la materia de Oftalmología, encontró que los alumnos que obtenían una calificación de 80% o mayor aumentaba de 3.5% antes de asistir a las conferencias a 50.4% después de asistir a ellas (Li, Curts, Iordanus, Proulx y Sharan, 2016).

Con respecto al uso de tecnologías de la información y la comunicación, un estudio de Singapur encontró que los alumnos de pregrado tenían una mejor oportunidad de aprendizaje clínico cuando observaban imágenes a través de su teléfono celular, que cuando las observaban directamente en la lámpara de hendidura (Wenting, Samin, Sanjay, Neelam, Shibli, Chang y Cheng, 2017).

En el Reino Unido, el 72.4% de los programas de Oftalmología durante el pregrado se apoyan de e-learning, principalmente a través de plataformas como Moodle (Hill, Dennick y Amoaku, 2017). La revisión más reciente sobre estrategias para mejorar la enseñanza en Oftalmología menciona que los alumnos que recibían clases de esta materia mediante e-learning, obtenían resultados mejores que aquellos que recibían clases tradicionales; también describe que 75.6% de los alumnos prefieren el e-learning que las clases tradicionales (Succar, Grigg, Beaver y Lee, 2020).

Solo una publicación refiere que la Oftalmología puede reforzarse con el uso de recursos en línea y redes sociales (Chadha y Gooding, 2020). Esto contrasta con la frecuencia de uso de redes sociales entre los estudiantes de Medicina: en un estudio desarrollado en la Universidad Justo Sierra se determinó que, entre los alumnos de Medicina, 53% dedica entre 15 y 30 horas por semana a navegar por internet, 44% utiliza la red Social Facebook todos los días y 26% la emplea varias veces al día (Dorado y Chamosa, 2019).

Marco metodológico

Se empleó la aplicación Workplace de Facebook, que solo puede activarse mediante un correo electrónico empresarial; existen versiones para teléfonos celulares o tabletas y una página para las computadoras de escritorio. Para acceder a ella se empleó el correo institucional con extensión @ujsiera.com.mx, con el que cuentan los profesores y los alumnos de la Universidad Justo Sierra; la aplicación no tiene costo ni su uso tampoco, por lo que solicitó a los alumnos que la descargaran a sus teléfonos celulares.

Para respetar la privacidad de los alumnos, se creó un grupo secreto al que solo pudo accederse por invitación. La aplicación no permite compartir los contenidos con personas que no pertenezcan al grupo, y se solicitó a los alumnos que no compartieran impresiones de pantalla en otros medios; de esta manera se limitó la exposición pública de los errores que pudieron haberse cometido.

Los mensajes a través de redes sociales deben ser breves para que se lean. Al igual que para otras tecnologías de información y comunicación, el contenido del mensaje se ajustó a conceptos que pudieran reforzar la información entregada en clase, de forma que pudiera complementar o resaltar conceptos clave.

La publicación de contenidos se programó para las 8:00, 14:00 y 20:00 de lunes a viernes. Además de las publicaciones de texto, se incluyeron imágenes

clínicas representativas y videos de las enfermedades oculares revisadas, ajustados a lo que el médico general puede evaluar. Los temas de las publicaciones correspondieron al contenido del programa que se desarrollaba en la semana, se inició desde el lunes de manera que los alumnos tuvieran información previa a la clase del viernes; las publicaciones de sábado y domingo se destinaron a reforzar conceptos que hubieran generado duda durante la clase.

Se fomentó la participación de los alumnos con comentarios y preguntas, y se permitió la contribución de material académico para complementar las aportaciones del profesor. Para regular la interacción de los alumnos, se definió que las publicaciones deberían ser respetuosas y relacionadas con el tema en estudio; además se hizo del conocimiento de los alumnos que la plataforma podía ser auditada. Aparte de esas consideraciones, se permitió la participación libre de los alumnos, a cualquier hora del día.

La aplicación tiene el registro de las siguientes acciones: el número de participantes que lee las publicaciones y los comentarios que generan. Adicionalmente, genera un registro de “colaboradores distinguidos”, en el cual semanalmente puede identificarse el número de comentarios que realizan los alumnos, un elemento más que registra la plataforma son las reacciones a las publicaciones, como en otras redes sociales.

El profesor respondió todos los comentarios publicados por los alumnos, excepto durante el horario de los exámenes; cuando se consideró necesario, se publicaron documentos de apoyo para su revisión. La aplicación permaneció activa hasta un día antes del examen final, de manera que se fomentó la exposición de dudas para su resolución.

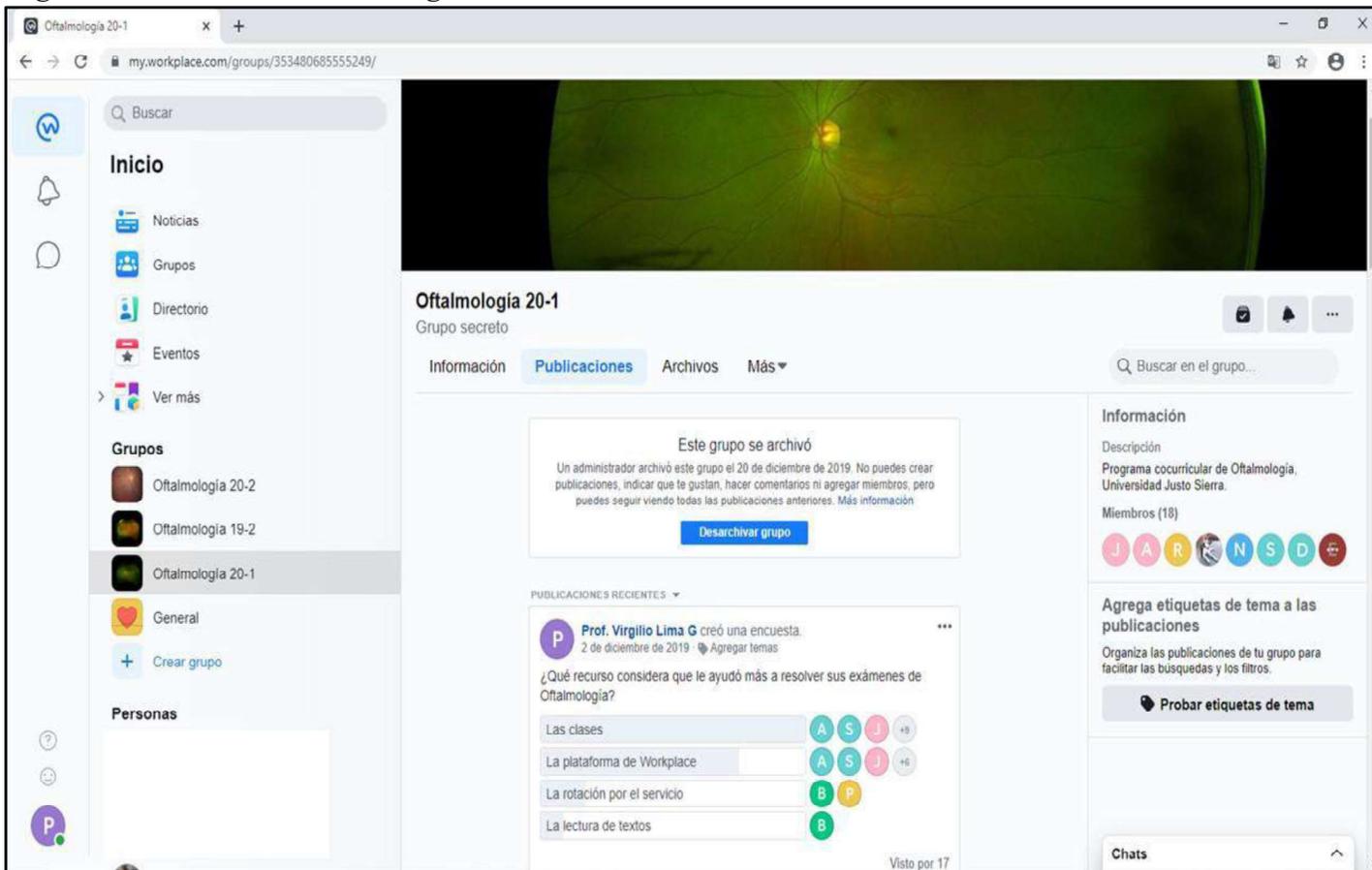
Con respecto al contenido, se utilizó exclusivamente aquel que pudiera utilizarse por el médico general. Se vinculó el contenido con conocimientos previos, de manera que funcionara como andamiaje para la construcción de conocimiento nuevo. En función de objetivos cognoscitivos, los contenidos se planearon para memorización y comprensión, como base para poder aplicarlos en el escenario clínico; con ello se buscó fortalecer el primer nivel de las competencias, para esta etapa de uso de la aplicación.

Durante las clases se permitió el acceso a la aplicación, como apoyo al contenido expuesto y durante la retroalimentación. No se incluyeron en las evaluaciones preguntas con contenido textual de las publicaciones de la aplicación.

Resultados

Durante el ciclo 2020/1, que comenzó el 21 de agosto de 2019, se inició el uso de la plataforma Workplace en forma simultánea a la materia de Oftalmología (Figura 1) Se registraron 17 alumnos, que correspondió al 100% de los inscritos.

Figura 1. Plataforma Oftalmología 20-1



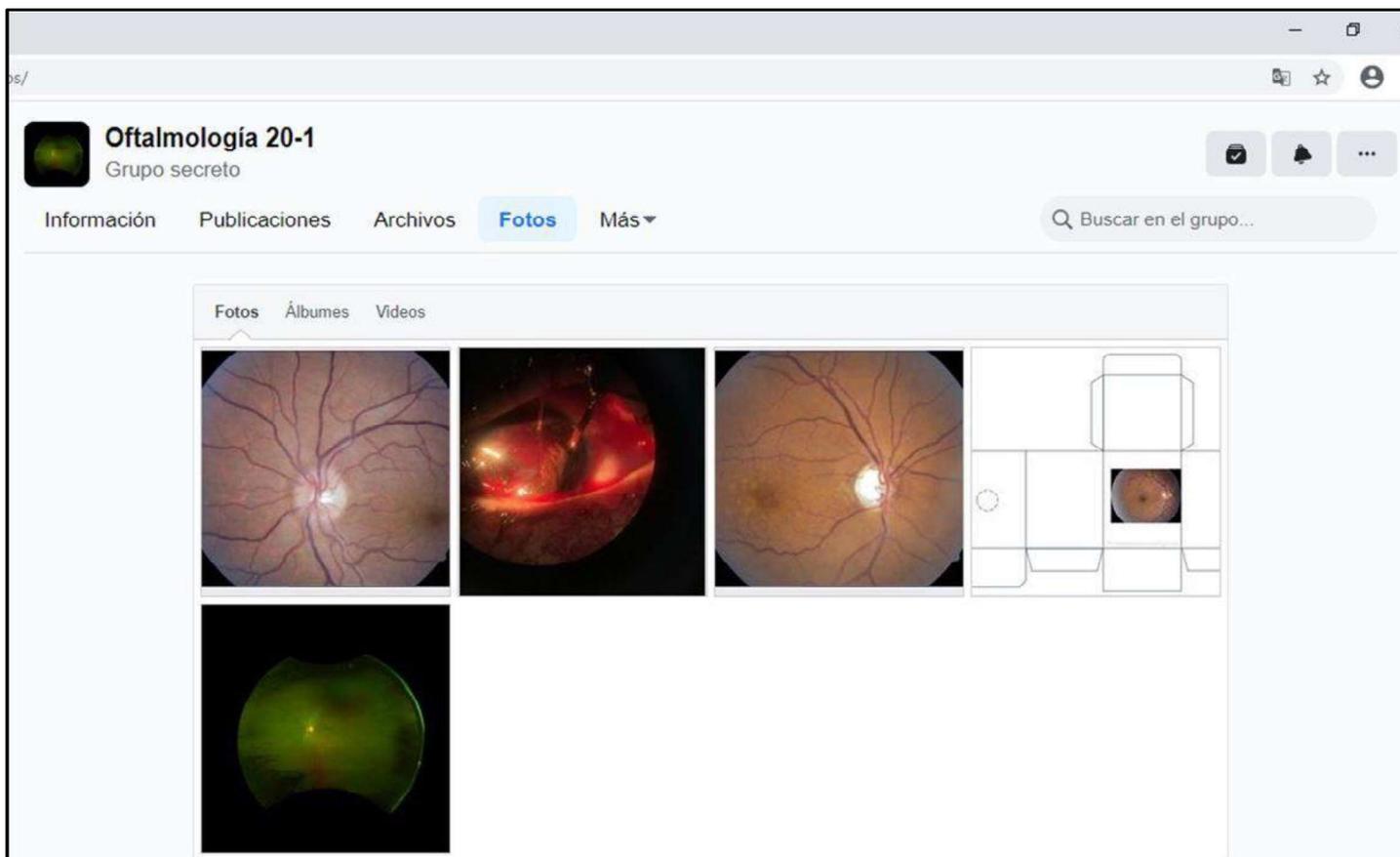
Entre el 21 de agosto y el de 20 de noviembre de 2019 el profesor realizó 148 publicaciones, que cubrieron en su totalidad los contenidos del programa de la asignatura. Las publicaciones incluyeron los conceptos de extensión corta, imágenes clínicas (Figura 2) y artículos de referencia. La actividad en la plataforma se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Actividad registrada en la plataforma

Publicaciones	n	%
Total	148	100
Con reacciones	148	100
Con comentarios	29	19.6
Comentarios de retroalimentación a los alumnos	98	55.4

Figura 2. Imágenes clínicas en la plataforma

El resultado del desempeño en los exámenes



La frecuencia de participación de los alumnos se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Participaciones de los alumnos en la plataforma

Actividad	n
Comentarios	79
Contribuciones	5
Promedio de reacciones por publicación	9.1
Promedio de participación en publicaciones con comentarios	2.7

parciales se presenta en la Tabla 3. Los alumnos tuvieron un desempeño satisfactorio. Todos los alumnos acreditaron el examen final.

Tabla 3. Desempeño académico

Característica	Histórico semestre anterior	Con el apoyo de la plataforma
Alumnos que presentan examen final	100%	32%
Promedio de calificación de alumnos que presentan examen final	<7	8.7

Conclusiones

El empleo de una aplicación para desarrollar un programa cocurricular fue eficaz para mejorar el rendimiento de los alumnos, en el nivel cognoscitivo de memorización y comprensión.

La aplicación funcionó como una plataforma asincrónica, cuya ventaja es la independencia del tiempo asignado a una clase; el material estuvo disponible en forma permanente para la consulta de los alumnos, quienes podían acceder a él sin un horario específico.

Una ventaja de la aplicación es su similitud con la aplicación de la red social Facebook, con la que los alumnos están familiarizados; así la interacción pudo desarrollarse en el momento en que los alumnos lo decidieron. Como los mensajes eran cortos, su contenido podría leerse rápidamente durante una consulta habitual al teléfono celular.

La participación de los alumnos con comentarios fue superior a la que habitualmente se encuentra durante una clase presencial, particularmente dentro de las conferencias que realizan los alumnos, pero también dentro de las dinámicas participativas que organiza el profesor. Un elemento que pudo haber contribuido a ello es la ausencia de la presión del grupo, lo cual facilitó compartir dudas.

A diferencia del estudio autodirigido, el uso de la aplicación tiene como ventaja que aprovecha conceptos puntuales para reforzar el conocimiento. Para ello debe seleccionarse el contenido en función de los cuellos de botella que se han identificado en

cursos previos, con la finalidad de incentivar al alumno a profundizar su información. Durante el curso en que se implementó el uso de la aplicación el contenido del tema se publicó antes de la clase, en forma parecida a la metodología del aula inversa, pero con mensajes breves; así los alumnos tuvieron contacto con el tema de la clase durante cuatro días previos, lo cual permitió que el tema expuesto no fuera completamente desconocido para ellos.

Al implementar nuevas estrategias de aprendizaje la resistencia al cambio puede ser notable, pero el uso de la aplicación fue bien recibido por la mayoría de los alumnos, lo cual se manifestó a través de sus participaciones. Aunque la aplicación corresponde a una red social, los alumnos en esta ocasión solo trabajaron como una red centralizada, lo cual no corresponde al comportamiento que se presenta en otro tipo de redes, donde la interacción entre los participantes sigue patrones distintos y favorece el intercambio de la información; las razones para que se presente este comportamiento también requerirán evaluaciones adicionales.

Entre las limitaciones del estudio se encuentra que no se dispuso de un grupo control, que no trabajara con la aplicación, y que solo se evaluó el desempeño del grupo en los exámenes departamentales con respecto al desempeño histórico de los alumnos en la materia. Otra limitación fue que el resultado a corto plazo no representa necesariamente la adquisición de conocimiento a largo plazo, por lo que a futuro deberá estructurarse la evaluación de los resultados

de forma que permita medir las diferencias temporalmente también.

Se refiere que no se ha determinado aún el modelo de aprendizaje que se desarrolla en línea; con respecto a ello, se desconoce si el reforzamiento del aprendizaje en clase se desarrolló por repetición o por descubrimiento, y es algo que también requerirá evaluación a futuro. Algo que sí estimuló la plataforma fue la búsqueda de información complementaria, que generó contribuciones de los alumnos como publicaciones de videos e imágenes adicionales a las aportadas por el profesor.

La aplicación se usó para alcanzar objetivos cognoscitivos de memorización y de comprensión, pero aún debe trabajarse sobre la aplicación del conocimiento. La enseñanza de la Oftalmología requiere habilidades analíticas y habilidades motoras, y ambas sustentan la aplicación del conocimiento. El contenido de las publicaciones no se diseñó en esta ocasión para un nivel cognoscitivo de aplicación, porque era prioritario reforzar el aprendizaje teórico, como núcleo declarativo de las competencias; para programaciones posteriores será recomendable planear contenido que permita reforzar la aplicación del conocimiento adquirido.

En conclusión, el uso cocurricular de la aplicación Workplace de redes sociales mejora el rendimiento académico de los alumnos en la materia de Oftalmología. Hasta el momento la aplicación funciona para los niveles cognoscitivos de memorización y comprensión, y requerirá evaluarse para alcanzar objetivos de niveles superiores.

REFERENCIAS

1. Succar, T., Grigg, J. Beaver, H.A., Lee, A.G. (2016) *A systematic review of best practices in teaching ophthalmology to medical students*. *Surv Ophthalmol* 61; 83-94.
2. Divya, K., Suvetha, K., Sen, A., Sundar, D. (2018) *Needs assessment of Ophthalmology education for undergraduate medical students- A study from a medical college in South India*. *Educ Health*; 30: 223-227.
3. Succar, T., McCluskey, P., Grigg, J. (2017) *Enhancing medical student education by implementing a competency-based Ophthalmology curriculum*. *Asia-Pac J Ophthalmol* 2017; 1: 59-63,
4. Li, B., Curts, D., Iordanus, Y. Proulx, A., Sharan, S. (2016) *Evaluation of Canadian undergraduate ophthalmology medical education at Western University*. *Can J Ophthalmol*; 51: 373-377.
5. Wenting, S.Z., Samin, M.M., Sanjay, S., Neelam K, Shibli, K., Chang, S., Cheng, J. (2017) *A comparison of undergraduate clinical ophthalmology learning methods: smart phone television display versus slit-lamp teaching telescope*. *Can J Ophthalmol*; 52: 385-391.
6. Hill, S.C.L., Dennick R., Amoaku, W.M.K. (2017) *Present and future of the undergraduate ophthalmology curriculum: a survey of UK medical schools*. *Int J Med Educ*; 8: 389-395.

7. Succar, T., Grigg, J. Beaver, H.A., Lee, A.G. (2020) Advancing ophthalmology medical student education: International insights and strategies for enhanced teaching. *Surv Ophthalmol* 65; 263-271.
8. Chadha, N., Gooding, H. (2020) Twelve tips for teaching Ophthalmology in the undergraduate curriculum. *Med Teach*; DOI: 10.1080/0142159X.2020.1758649. Online ahead of print.
9. Dorado, M.C., Chamosa S., M.E. *Gamificación como estrategia pedagógica para los estudiantes de Medicina nativos digitales*. *Inv Ed Med*; 8: 61:68.

DISEÑO DE ESTRATEGIA PARA EFICIENTAR EL PROCESO DE MONTAJE DE CONTENIDOS EN LA PLATAFORMA DE EDUCACIÓN A DISTANCIA DE LA UNIVERSIDAD JUSTO SIERRA

AUTORA: Ivette Esperanza Corzas García.

Adscripción: Dirección Académica.

Fecha de recepción: 03 abril 2020

Fecha de aceptación: 22 mayo 2020

RESUMEN

La Universidad Justo Sierra (UJS) al alcance de su visión, establece ser reconocida a través de programas de licenciatura y posgrado en distintas modalidades educativas y áreas de conocimiento, por lo anterior, inicia el proyecto de la Plataforma de Educación a Distancia (PED) con su primer programa en modalidad virtual en el 2013, siendo la maestría en innovación educativa el primer programa de la UJS con RVOE otorgado por la SEP con registro 20123160 el 14 de diciembre 2012. (Universidad Justo Sierra, 2018)

Actualmente la UJS ofrece los siguientes programas en su PED: licenciatura en enseñanza del inglés en modalidad mixta, maestría en innovación educativa en modalidad virtual, y en educación continua ofrece dos diplomados: Formación Docente en modalidad mixta, Epidemiología básica para el primer nivel de atención en modalidad virtual.

La administración de la Plataforma de educación a distancia (APED), para llevar a cabo los montajes

de aulas virtuales de los programas ofertados tiene a su cargo diferentes procesos, que serán compartidos a lo largo de esta investigación, en dichos procesos se identificó una constante en los diferentes planes de actividades enviados por los diferentes programas académicos, donde se identifica generan una demora significativa en los montajes de aulas.

Palabras clave: Eficientar, Montaje de contenidos en aulas virtuales, plataforma de educación a distancia.

ABSTRACT

The Justo Sierra University (UJS), within the scope of its vision, establishes to be recognized through undergraduate and postgraduate programs in different educational modalities and areas of knowledge, for this reason, it initiates the project of the Platform for Distance Education (PED) with its first programme in virtual mode in 2013, being the master's degree in educational innovation the first program of the UJS with RVOE granted by the SEP with registration 20123160 on 14 December 2012. (Universidad Justo Sierra, 2018)

Currently, UJS offers the following programs in its DPE: a bachelor's degree in teaching English in mixed mode, a master's degree in educational innovation in virtual mode, and continuing education offers two diplomas: Teacher training in

mixed mode, Basic epidemiology for the first level of care in virtual mode.

The management of the Distance Education Platform (APED), to carry out the virtual classroom assemblies of the programs offered, is in charge of different processes, which will be shared throughout this research, In these processes a constant was identified in the different formats of activities sent by the different academic programs, where it is identified generates a significant delay in classroom assemblies.

Key Words: Efficiency, Virtual classroom content assembly, distance learning platform.

INTRODUCCIÓN

La UJS es una institución que desde sus inicios se ha preocupado por mantenerse actualizada en todas las áreas que competen a sus funciones, por lo que el servicio que ofrece a la comunidad permite demostrar una concordancia con los cambios que se suscitan en la sociedad en general, en el campo del conocimiento, en la cultura y en particular en la investigación, sobre todo aquella referida al campo de la educación. (Universidad Justo Sierra, 2013)

La PED se encuentra en funcionamiento bajo diferentes directrices establecidas en los lineamientos de trabajo oficiales, documento generado por la dirección académica y la administración de plataforma, en él se delimitan las funciones del administrador, director de programa, docente diseñador, tutor de curso virtual y alumnos o participantes, de la misma forma se establecen las

características de entrega de materiales para montaje, lista de tutores, lista de participantes, cada una con ciertas características definidas en el documento oficial, entre ellos se solicita de forma obligatoria el uso de la cuenta de correo electrónica institucional, el cual se define como el único medio oficial de comunicación en la UJS.

Los diferentes procesos utilizados durante la gestión de montajes de aulas virtuales, fueron determinados con la finalidad de clarificar el trabajo para todos los involucrados en la Plataforma de Educación a Distancia (PED), tanto para directores de programas, docentes diseñadores, tutores de cursos y por supuesto participantes de los cursos.

El objetivo de esta investigación es diseñar una estrategia que permita que el docente diseñador comprenda la estructura y llenado del plan de actividades, para así disminuir el número de sugerencias y observaciones emitidas por la APED en los planes de actividades, como consecuencia, disminuir el tiempo de montaje de cursos o aulas virtuales.

Por lo que, durante la presente investigación, se detallan los diferentes procesos que involucran el montaje de un curso virtual y se identifican las áreas de oportunidad que son constantes en los diferentes planes de actividades generados por los docentes, para así determinar la estructura de una estrategia que permita lograr el objetivo propuesto en esta investigación.

A continuación, se desarrolla la investigación iniciando con los conceptos básicos de los diferentes documentos gestionados en el montaje de cursos virtuales, posteriormente se detallan los diferentes procesos previos para realizar el montaje, y por último se identifican las áreas de oportunidad constantes en los planes de actividades.

En la última sección de esta investigación se genera la propuesta de la estrategia para el logro del objetivo planteado en estas líneas.

DESARROLLO

Concebir a la educación como parte fundamental y generadora de los cambios requeridos para enfrentar los retos del siglo XXI, es sin duda para las Instituciones de Educación Superior un compromiso permanente que los obliga a la transición del paradigma de la enseñanza al paradigma del aprendizaje, a la creación de nuevos ambientes de aprendizaje, de nuevos esquemas educativos que propicien la formación de profesionales capaces de enfrentar y resolver las demandas que presenta la sociedad actual con los más altos niveles de calidad.

En la actualidad, y ante el vertiginoso crecimiento de las tecnologías de información, las Instituciones de Educación Superior, encuentran una diversidad de medios y planes para formar a sus estudiantes y los incorporan por mantenerse a la vanguardia en educación, lo cual los ha llevado no solo a la inclusión de tecnologías en la impartición de cátedra sino también a los procesos administrativos y de gestión, esto para asegurar la eficiencia y eficacia de la gestión institucional, permitiendo la transparencia

de la información y rendición de cuentas disponible a todos los actores implicados en su sistema educativo y que permite que estos realicen la toma de decisiones con garantías de éxito.

La UJS cuenta actualmente con una plataforma de educación a distancia, administrada en sus funciones por la dirección académica de la UJS, en sus lineamientos de trabajo establece estar constituida con un comité de educación en línea y cuenta con tres responsables.

El Comité de educación en línea, se encuentra integrado por las direcciones de los programas académicos participantes además de:

- Dirección Académica
- Dirección de sistemas
- Recursos Humanos
- Vicerrectoría

La Administrador de la Plataforma Académica y de Educación a Distancia tiene entre algunas de sus funciones principales:

- Recepción de materiales a colocar en las aulas virtuales (diseño instruccional)
- Revisión de materiales y recomendaciones en el diseño instruccional de los materiales
- Montaje de materiales en la Plataforma de educación a distancia
- Gestión de revisión de tutores- APED de los cursos montados
- Diseño de cursos para capacitación de docentes y alumnos en el uso de la plataforma

- Capacitación tecnológica al personal docente, tutor y alumnos de los programas de la plataforma de educación a distancia
- Servicio de soporte técnico a la comunidad usuaria

El documento principal que permite el montaje de los cursos en la PED es el plan de actividades, es el documento que delimita las estrategias que se implementarán para el aprendizaje de los contenidos temáticos de la asignatura, tanto las que se realizarán bajo la conducción del tutor- docente como las que desarrollará el estudiante de forma independiente.

Establece objetivos por unidad, resultados de aprendizaje, productos y criterios de evaluación, todos ellos coincidentes con el programa oficial de la asignatura. Dicho documento es proporcionado de la siguiente manera:

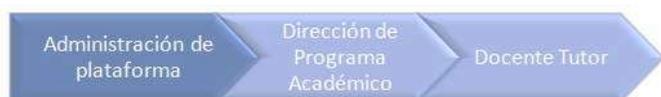


Ilustración 1 Flujo de entrega del plan de actividades

El Plan de Actividades se envía de acuerdo al calendario guía de entrega el cual se especifica previamente por la administración de plataforma en un calendario oficial por el ciclo escolar, existen dos calendarios, semestral y cuatrimestral.(Universidad Justo Sierra, 2018) . El tutor- docente deberá entregar el plan de actividades a la Dirección del Programa Académico, en tiempo y forma indicados por esa instancia, quien a su vez lo revisará y entregará a la Dirección Académica para su cotejo.

El procedimiento se concretará de la siguiente manera:

- a. El plan de actividades se entregará en formato Word¹ editable (y los archivos que crea necesario el docente para complementar su aula), para la revisión correspondiente por parte de la Dirección del Programa (ver Anexo).
- b. La Dirección de Programa deberá entregar en tiempo y forma señalados en el calendario de trabajo establecido por ciclo escolar el plan de actividades previamente revisado por dicha dirección para su montaje en plataforma.

En caso de recibir observaciones al Formato de Planeación de actividades de algún curso, estas deberán ser entregadas nuevamente ya corregidas en un lapso no mayor a 5 días naturales a través de su dirección de programa académico, en caso de no realizarse dicho material será colocado como se entregó originalmente.

La programación y actividades deberá estar basada en el programa oficial de la asignatura, mismas que se establece en el mismo documento oficial de trabajo que en el semestre deberá programar mínimo ocho actividades para calificación, máximo 16 por ciclo escolar, en el cuatrimestre deberá ser un mínimo de 6, máximo 14.

El plan de actividades está integrado por la siguiente estructura:

¹Los alumnos y tutor- docente de la UJS, pueden descargar Office Pro-plus (Word, Excel, PowerPoint, Access) por ser usuarios del correo-e institucional. Para solicitar la instalación deben acudir a Cómputo Académico del plantel.

I) GENERALIDADES DE LA ASIGNATURA	1)	Misión, Visión y Propósito de la Universidad
	2)	Misión, Visión y Objetivo del Programa Académico
	3)	Objetivo de la asignatura
	4)	Unidades temáticas
	5)	Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación
	6)	Bibliografía básica
	7)	Bibliografía complementaria
	8)	Descripción de la asignatura
II) PRESENTACIÓN DEL CURSO	1)	Bienvenida al curso y presentación del aula digital
	2)	Políticas del curso (contrato de clase)
	3)	Actividades de Encuadre
	4)	<u>Unidad X</u>
	5)	<u>Actividades Unidad X</u>
III) ACTIVIDAD DE (AUTO) EVALUACIÓN FINAL		

Tabla 1 Estructura del plan de actividades para el diseño de un curso virtual en la UJS

A partir de dicho plan, se lleva a cabo la revisión de materiales, este proceso consiste en leer, revisar y emitir observaciones y sugerencias de mejora en los

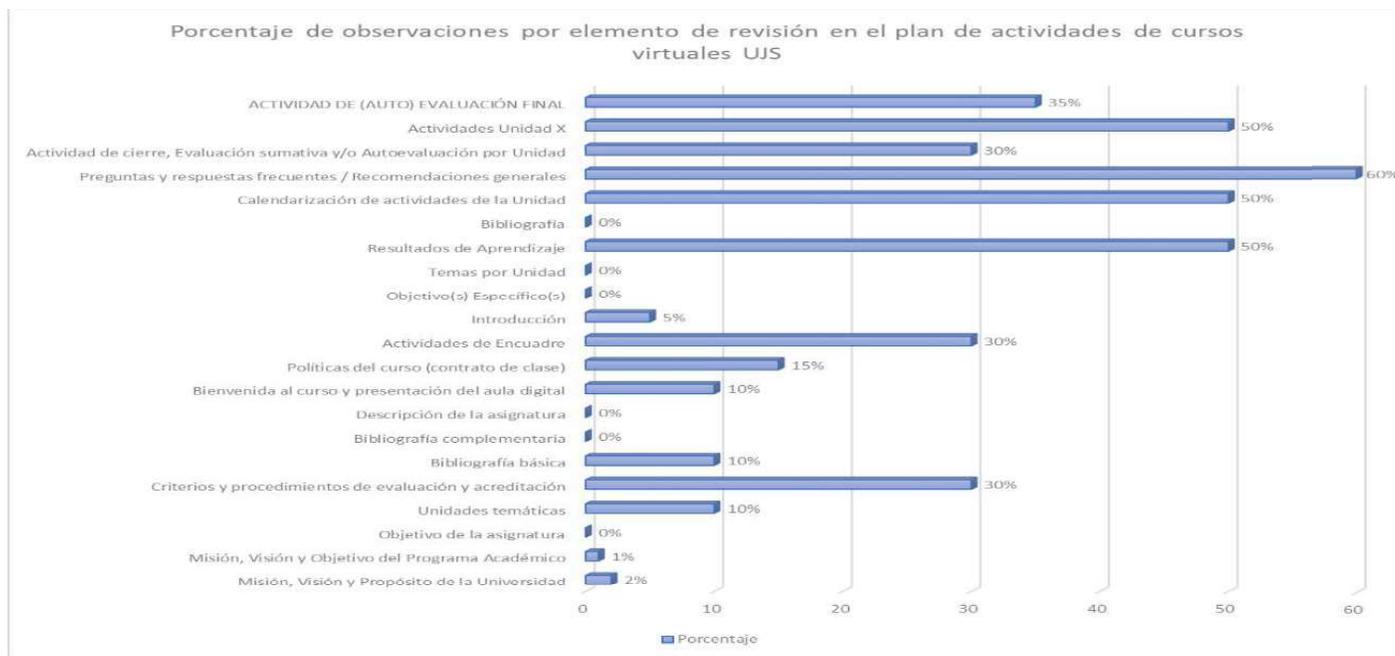
diferentes elementos que constituyen el curso virtual, dicha revisión es ejecutada por el administrador de la plataforma de educación a distancia, y enviadas a cada director de programa, para que posteriormente sean revisadas por los

diseñadores de cursos y corregidas las observaciones y/o sugerencias emitidas por la APED previas al montaje en la Plataforma.

En su mayoría las observaciones y/o sugerencias en los elementos de revisión, son de carácter:

- Ortográfico
- Estructura
- Redacción
- Elemento incompleto
- Falta de algún elemento.

Gráfica 1 Porcentaje de observación por elemento de revisión en el plan de actividades de cursos virtuales UJS.



En el proceso de revisión de materiales, se identificó que las observaciones y sugerencias generadas en el plan de actividades diseñado por los diferentes docentes que imparten una clase virtual, coinciden en su mayoría con las mismas áreas de

oportunidad, tal como se muestra a continuación en estos elementos de revisión:

- Debilidad en la redacción de resultados de aprendizaje.
- Diseño de actividades que no logran alcanzar el resultado de aprendizaje establecido.
- Confusión o falta de manejo de nombres de recursos durante las diferentes actividades diseñadas en el curso virtual.
- Manejo Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación.
- Diseño de Actividades de Encuadre.
- Gestión y diseño de Calendarización de actividades de la Unidad coincidente con las actividades planteadas en el formato de plan de actividades.
- Preguntas y respuestas frecuentes / Recomendaciones generales.
- Actividad de cierre, Evaluación sumativa y/o Autoevaluación por Unidad.
- Actividades Unidad X.
- Actividad de (auto) evaluación final.

Del mismo formato del plan de actividades, al interior del elemento de revisión: Actividades Unidad X, se observan de igual manera áreas de oportunidad para mejorar en los diseños de cursos, entre las cuáles se observan:

- Fechas de apertura de actividades correctas
- Fechas de cierre de actividades correctas
- Anexos incompletos o faltantes
- Notas de profesor incompletas o faltantes
- Links externos inexistentes o rotos
- Sin Respuestas de exámenes
- Sin homogenizar las valuaciones en las actividades.

Cabe señalar que cada ciclo escolar se realizan tanto ajustes de calendarios y/o ajustes de contenido, según sea el caso, esto debido a que los docentes tutores o diseñadores al revisar sus aulas encuentran errores de redacción, errores de dedo, links rotos o material incompleto que es necesario corregir, ya que las aulas se encuentran colocadas de acuerdo al material que originalmente se proporcionó al diseñar la asignatura por primera vez y que cada ciclo escolar que se imparte, algunos docentes han actualizado o modificado dichos contenidos.

Proceso de Montaje.

Para dar inicio al montaje de aulas en la plataforma de educación a distancia, se realizan los siguientes procesos:

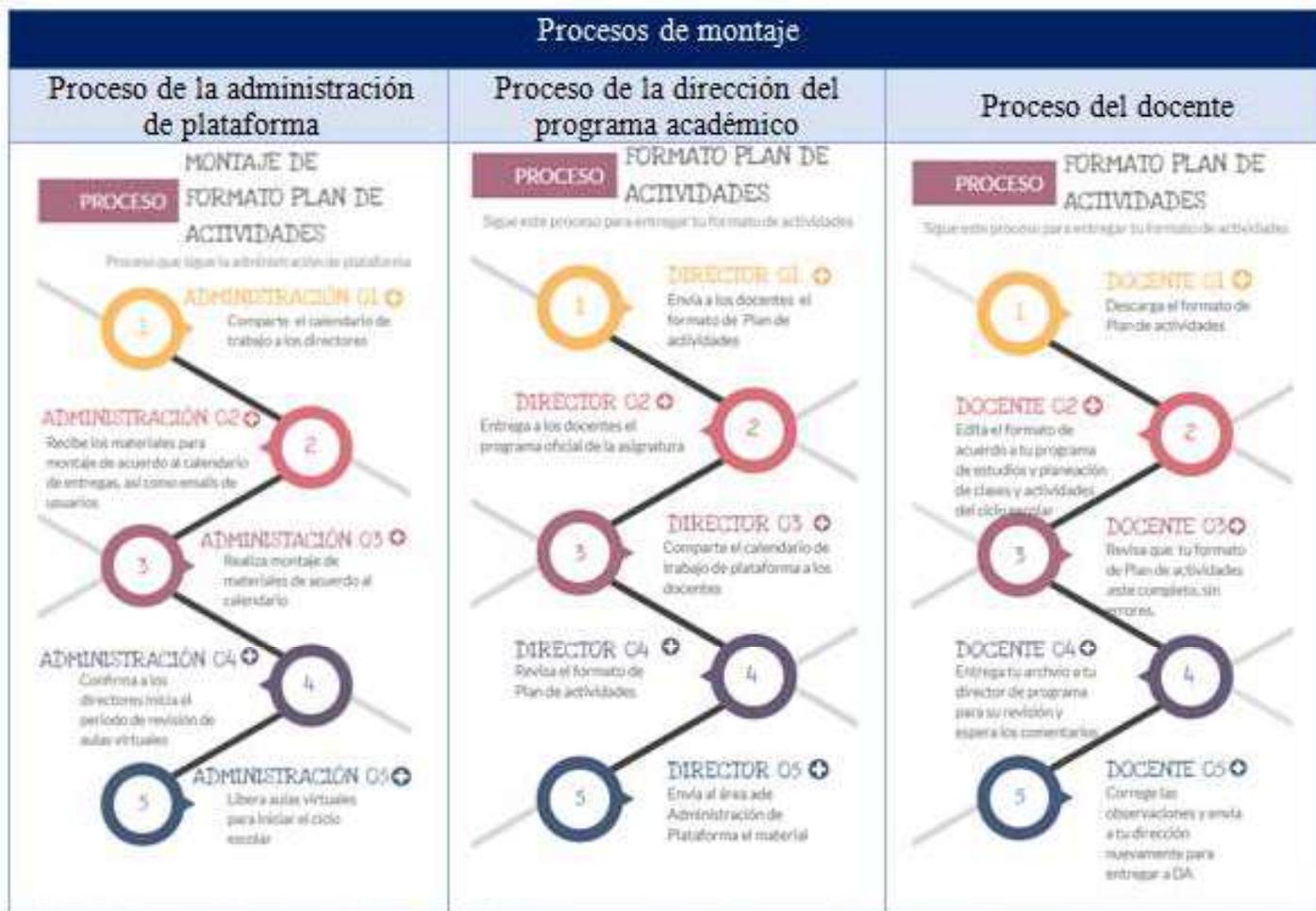


Tabla 3 Procesos de montaje en la Plataforma de educación a distancia de la UJS

Estrategia propuesta

Por lo anterior se diseña una propuesta que pretende alcanzar:

- Reducción de tiempo en revisiones,
- Reducción de sugerencias
- Reducir procesos de montaje
- Agilizar el proceso demontaje
- Reducir la cantidad de correcciones sobre los cursos activos

Lo anterior a través del diseño de un bloque de cursos virtuales, que permitan:

- Sensibilizar al docente diseñador y tutor de la experiencia como participante de la educación a distancia para el diseño de cursos en línea.
- Diseñar resultados de aprendizaje de forma correcta. (verbo contenido y contexto)
- Identificar el uso de diversas herramientas tecnológicas ubicadas dentro y fuera del aula virtual para generar recursos dinámicos visuales.
- Diseñar actividades de aprendizaje que logren alcanzar los resultados de aprendizaje definidos en el curso, utilizando las actividades dispuestas en la plataforma Moodle.
- Identificar estrategias de evaluación, mediante el uso de diversas herramientas tecnológicas dentro y fuera de la plataforma.

- Diseñar y usar de listas de cotejo y rúbricas para evaluar las actividades del curso virtual
- Identificar y comprender los elementos que conforman el formato de actividades y contenidos para programas académicos virtuales y mixtos de la UJS

La propuesta anterior ha sido diseñada en una primera fase en la Plataforma de Educación a Distancia, se puede ubicar en la dirección web: <http://e-justosierra.mx/course/view.php?id=117>

CONCLUSIONES

Una vez aplicada la estrategia del curso propuesto, se sugiere evaluar el resultado de la propuesta aplicada a un grupo de profesores que participe en el nuevo Curso Formato de actividades y contenidos para programas académicos en aula virtual, a través del análisis y conteo de observaciones y sugerencias generadas en los nuevos diseños de aulas virtuales comparando los resultados con los obtenidos en los ciclos escolares anteriores.

Lo anterior podría permitir no solo agilizar los procesos internos sino además extender la capacitación a clientes externos que tengan el propósito de profesionalizarse en el área del diseño instruccional.

REFERENCIAS

1. Universidad Justo Sierra. (2013). *Modelo educativo universitario*. Obtenido de <https://www.universidad-justosierra.edu.mx/wp-content/uploads/2018/07/ModEducUniv2012.pdf>

2. Universidad Justo Sierra. (2018). *Lineamientos de trabajo para la plataforma de educación a distancia de la Universidad Justo Sierra*. México: UJS.
3. Universidad Justo Sierra. (2018). *Maestría en Innovación Educativa*. Obtenido de Objetivo: <https://www.universidad-justosierra.edu.mx/>

LA LEY NACIONAL DE EXTINCIÓN DE DOMINIO FRENTE AL DERECHO A LA PROPIEDAD

AUTOR: Javier Velázquez Martínez

*Adscripción: Maestría en Administración de
Justicia y Derechos Humanos.*

Fecha de recepción: 07 diciembre 2019

Fecha de aceptación: 25 mayo 2020

RESUMEN

El presente artículo es el resultado de una investigación jurídica sobre la Ley Nacional de Extinción de Dominio (LNED) y sus alcances en México. En él se expone el análisis relativo a la ley, que surge de una investigación con enfoque metodológico cualitativo y hermenéutico. Su propósito es aportar los elementos teórico-prácticos que permitan la comprensión de dicha norma. El análisis considera el impacto jurídico que la ley ha generado a nivel constitucional, así como la revisión de los antecedentes jurídicos de esta legislación. La hipótesis de este trabajo es que la acción de extinción de dominio no representa una violación al derecho a la propiedad en el marco jurídico mexicano, toda vez que una persona que se encuentre enjuiciada a ser parte de este procedimiento tiene medios de defensa suficientes para garantizar su derecho humano a la propiedad. Mediante los análisis cualitativos del razonamiento deductivo sobre los objetivos y alcances de la Ley Nacional de Extinción de Dominio, se demostrará que no afecta al derecho a la propiedad, al no tener

contraposición éste, y se respete el debido proceso conforme a los principios generales de derecho.

Palabras clave: Derecho, Dominio, Extinción, Procedimiento, Propiedad.

ABSTRACT

This article is the result of a legal investigation in to the Law on the extinction of the national domain and its scope in Mexico. It exposes the analysis related to the law; This work arises from an investigation with qualitative and hermeneutical methodological approach. Its purpose is to provide the theoretical and practical elements that allow the understanding of this norm. The analysis considers the legal impact that said law has generated at the constitutional level, as well as their view of the legal background of this legislation.

The hypothesis of this work is that the domain extinction action does not represent a violation of the Right to Property in the Mexican legal framework, that is, if a person is framed to be part of this procedure, they have sufficient means of defense to guarantee their Human right to property. Through the qualitative analysis of deductive reasoning about the objectives and scope of the National Law of Extinction of Domain, it will be possible to demonstrate that it does not affect the Right to Property as long as it does not have a contraposition with the Right to Property, provided that due

process in accordance with the general principles of law.

Key Words: Law, Domain, Extinction, Procedure, Property.

INTRODUCCIÓN

El 9 de agosto de 2019 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* la Ley Nacional de Extinción de Dominio, junto con las reformas y adiciones a diversas disposiciones del Código Nacional de Procedimientos Penales, de la Ley Federal para la Administración y Enajenación de Bienes del Sector Público, de la Ley de Concursos Mercantiles y de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. Se trata de la regulación secundaria del Artículo 22 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), que había sido reformado el 14 de marzo de 2019.

Para abordar estos decretos y estas reformas, es necesario familiarizarse con conceptos básicos del Derecho, que Rafael de Pina y Vara explica en su *Diccionario de Derecho*, como: “Extinción: Desaparición de los efectos de una relación jurídica o de un derecho” (Pina y Vara, 2013, p. 282), que es una figura, como se señala, al ser un punto de ruptura en la continuidad de un vínculo jurídico, que pone fin a cualquier relación jurídica e incluso a algún derecho que por su naturaleza pueda ser terminado.

Otro concepto que es preciso conocer es “Decomiso: Privación, a la persona que comercia en géneros prohibidos o comete un delito, de las cosas que fueren objeto del tráfico ilícito o que sirvieron para la realización de la infracción penal” (Pina y Vara, 2013, p. 217), por ser el primer elemento jurídico establecido en México con características similares a las de la extinción de dominio.

El concepto de “Derecho de propiedad: Conjunto de normas del derecho positivo aplicables a la propiedad y destinadas a regular su adquisición, goce, enajenación, etcétera” (Pina y Vara, 2013, p. 233), es vital conocerlo en el tema abordado, pues no debe confundirse con el derecho humano a la propiedad, que se observará más adelante, así como el concepto de “Dominio: Conjunto de las facultades que sobre la cosa en propiedad corresponden a su titular” (Pina y Vara, 2013, p. 257), que tiene un lugar predominante en esta investigación, porque es la figura que otorga facultades sobre cosas en propiedad a una persona.

Respecto al concepto “Procedimiento”, de Pina y Vara menciona:

Procedimiento: Conjunto de formalidades o trámites a que está sujeta la realización de los actos jurídicos civiles, procesales, administrativos y legislativos. La palabra procedimiento referida a las formalidades procesales es sinónima de la de enjuiciamiento como la de proceso lo es de la de juicio. El procedimiento constituye una garantía de la buena administración de la justicia. Las violaciones a las leyes del procedimiento pueden

ser reclamadas en la vía de amparo (Pina y Vara, 2013, p. 420).

Este concepto es un elemento fundamental en todas las investigaciones de la ciencia del derecho, ya que, como se expone en todos los actos jurídicos, en cualquier ámbito necesitan cumplir una serie de formalidades y trámites para lograr sus objetivos.

Además, también se debe explorar la “Propiedad: Derecho de goce y disposición que una persona tiene sobre bienes determinados...” (Pina y Vara, 2013, p. 422), concepto que visualiza una prerrogativa inherente al ser humano, al gozar y disponer de ciertos bienes establecidos por ley.

Con lo expuesto se obtienen las herramientas necesarias para realizar una síntesis conceptual sobre la extinción de dominio, lo cual se entiende como la desaparición de los efectos de una relación jurídica entre el titular y las facultades de quien posee una cosa de conformidad con las normas del derecho positivo, aplicables a la propiedad y destinadas a regular su adquisición, goce, enajenación y disposición que una persona tiene sobre ellos, así como su consecuencia en la comisión de un delito o de las cosas que fueran objeto del ilícito o que sirvieron para la realización de la infracción penal, a través de un procedimiento civil.

La extinción de dominio no es del todo una figura jurídica novedosa, al haber sido introducida

anteriormente en países como Colombia, Honduras o Guatemala.

Ignacio Morales Lechuga, exprocurador General de la República, menciona que la acción de extinción de dominio consiste en:

La pérdida de la propiedad a favor del estado sin ninguna indemnización y se sigue un proceso civil paralelo al proceso penal, no importa que en el proceso penal el probable responsable sea culpable o inocente el proceso civil es independiente del proceso penal, lo único que se requiere es que la autoridad considere que los bienes, sean de alguna manera producto del delito o refugio, lugar donde se esconda, ubique, secuestradores, cosas robadas (Morales, 2019, párr.4).

En este sentido, la intención de la norma es ciertamente noble, al combatir el crimen organizado y mermar la capacidad económica de los actores delincuenciales. Por otro lado, la ley incluye diferentes indicios de una presunta inconstitucionalidad, por ello fue impugnada por la Comisión Nacional de Derecho Humanos (CNDH, 2019), en acción de inconstitucionalidad ante la Suprema Corte de Justicia de la Nación, que la aceptó a trámite el 12 de septiembre de 2019. Según la demanda de la CNDH, la ley parece atentar contra los principios de seguridad jurídica, el acceso a la información pública, el derecho fundamental a la propiedad, la protección de datos personales, la tutela jurisdiccional efectiva y el debido proceso, así como los principios de legalidad, de máxima

publicidad, de no retroactividad de la ley y de la supremacía constitucional.

Al respecto, “la hermenéutica jurídica [...] la rama de la ciencia del derecho que trata para la interpretación de las normas que los constituyen” (Pina y Vara, 2013, p. 308), es un elemento fundamental para interpretar el sentido de la ley en sus diferentes enfoques, y para el marco metodológico de este trabajo se le considera un recurso de interpretación de la ley fundamental, que contribuye a entender el sentido de la legislación al sustentar su uso en esta investigación.

Bajo este panorama, la metodología propuesta se centra en el método analítico, al permitir abordar la figura de extinción de dominio a mayor profundidad, así como ofrecer un análisis académico exhaustivo en la recopilación y en el examen crítico de la doctrina, de la jurisprudencia y de la normativa, tanto a nivel nacional como internacional, en este cuerpo legislativo, al existir una controversia de puntos de vista por el desconocimiento de este procedimiento, por lo que surge la siguiente pregunta: “¿De qué manera la Ley Nacional de Extinción de Dominio ampara el derecho a la propiedad?”

Para dar respuesta se pretenden revisar los aspectos que contiene la Ley Nacional de Extinción de Dominio, que presuntamente viola el derecho a la propiedad, mediante una investigación documental

y legisgráfica, con el fin de demostrar que sí lo ampara.

El objetivo general de esta investigación tiene como objetivos específicos:

1. Describir la Ley Nacional de Extinción de Dominio, a través de una investigación documental y legisgráfica, para ubicar su acción.

2. Comprender la naturaleza jurídica de la acción de extinción de dominio, mediante una investigación documental y legisgráfica, que explica su aplicabilidad en el marco jurídico mexicano.

3. Comprender el derecho a la propiedad en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, a través de una investigación documental y legisgráfica, que explique su aplicabilidad en el nuevo proceso de extinción de dominio.

4. Demostrar que la Ley Nacional de Extinción de Dominio ampara al derecho a la propiedad, al realizar una investigación documental, legisgráfica y filosófica, que busca entender si la acción de extinción de dominio no trastoca al derecho a la propiedad.

El marco de la investigación es teórico-conceptual, al tomar información consistente en el análisis de la Ley Nacional de Extinción de Dominio, para orientar y organizar datos y hechos; además, se incluye una serie de ideas y conceptos coherentes para descubrir las relaciones de teorías y otros

materiales que pueden ser útiles para esta investigación y facilitar su comprensión.

Los métodos utilizados son el deductivo, porque parte del estudio de la acción de extinción de dominio y del derecho a la propiedad en un ámbito general, para llegar a una particularidad en cada una de ellas; y el analítico, al poder desmembrar con él tanto la acción de extinción de dominio, como del derecho a la propiedad, en sus elementos fundamentales, y facilitar su comprensión.

El enfoque de la investigación es cualitativo al ofrecer la descripción de la acción de extinción de dominio como del derecho a la propiedad. Respecto a las técnicas de investigación, son de tipo documental, bibliográfica y legisgráfica, mientras que en la cualitativa se utilizó la observación no participante.

A lo largo de este ensayo se presenta una revisión histórica de la figura estudiada en el derecho positivo mexicano, así como un estudio comparado con diversos países en donde está vigente, además de una descripción de cada objetivo de la norma vigente y un análisis del derecho a la propiedad, mediante la comprensión de sus orígenes y su llegada al derecho mexicano, así como los principios de seguridad jurídica que lo protegen a nivel constitucional y convencional; derivado de este análisis, se puede concluir que la Ley Nacional de Extinción de Dominio ampara al derecho humano a la propiedad.

DESARROLLO

ANTECEDENTES DE LA LEY NACIONAL DE EXTINCIÓN DE DOMINIO

Es necesario contar con un marco de referencia general que remita a un análisis de lo que es la extinción de dominio en el sistema jurídico mexicano. Para Colina (2010), la extinción de dominio “no es otra cosa que la pérdida del derecho cuya adquisición proviene de una fuente ilícita y a favor del Estado, en razón de la ilicitud y sin ninguna contraprestación económica para su titular”; esta conceptualización conlleva la necesidad de identificar los antecedentes de esta figura para una mejor comprensión.

El antecedente en el sistema jurídico mexicano se ubica en la figura del decomiso, establecida en el código penal; sin embargo, para que proceda se tiene que demostrar la culpabilidad del sujeto, situación que no permitía de manera inmediata extinguir el derecho de propiedad.

El decomiso ha existido como pena desde la promulgación del Código Penal Federal, el 14 de agosto de 1931, texto en el que inicialmente prescribía en su Artículo 40:

Que los instrumentos del delito y cualquiera otra cosa con que se cometa o intente cometer, así como las que sean objeto de él, se decomisarán si son de uso prohibido y los objetos de uso lícito se decomisarán al acusado únicamente cuando éste fuera condenado (*Diario Oficial de la Federación*, 1931, p. 11).

Este fue el primer ordenamiento similar en objetivo que se instituyó en el derecho positivo mexicano.

En 1951 se complementó el Código Penal Federal, en el capítulo VI en su denominación, pues además de referirse a la pérdida de los instrumentos del delito, también contempló sus objetos, por lo que la redacción del Artículo 40 cambió para quedar así: “Los instrumentos del delito y cualquier otra cosa con que se cometa o intente cometer, así como las que sean objetos de él, se decomisarán si son de uso prohibido” (*Diario Oficial de la Federación*, 1951, p. 11); los objetos lícitos a los que se refiere se decomisarán al acusado, sólo si es condenado por delito intencional, por lo cual se logra la extinción de dominio.

Para 1984 se reformó nuevamente el Código Penal Federal, así como la denominación del capítulo VI, para establecerse ahora como: “Decomiso y pérdida de instrumentos y objetos relacionados con el delito” (*Diario Oficial de la Federación*, 1984, p. 4), al ser una extinción de dominio para más bienes.

En diciembre de 1985 se realizó una reforma que modificó la denominación del capítulo al señalar el “decomiso de instrumentos objetos y productos del delito” (*Diario Oficial de la Federación*, 1985, p. 4), lo que fue el antecedente más próximo a la figura referida en este ensayo.

La extinción de dominio se introdujo tal cual en el derecho positivo mexicano, mediante el decreto por

el cual se reformaron y adicionaron diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, publicadas el 18 de junio de 2008 en el *Diario Oficial de la Federación*, con el objeto de privar el derecho de propiedad a una persona, respecto de bienes que son instrumento, objeto o producto de los delitos ahí especificados, en beneficio del Estado, sin lugar a compensación, retribución ni indemnización alguna.

La acción de extinción de dominio se ejerce por el ministerio público, a través de un proceso judicial de naturaleza civil y autónomo del penal, el cual, sin menoscabo a la garantía de audiencia de cualquier persona que pueda considerarse afectada, permite al Estado aplicar a su favor bienes y derechos de carácter patrimonial, cuya legítima procedencia no pueda acreditarse y se encuentren relacionados con las investigaciones.

Cabe precisar que en la reforma de 2008 el órgano revisor de la constitución estableció, en el mencionado Artículo 22 de la CPEUM, que la extinción de dominio sólo procedía en los casos de delincuencia organizada, delitos contra la salud, secuestro, robo de vehículos y trata de personas; sin embargo, su aplicación se amplió en el decreto aprobado por el Congreso de la Unión el 18 de diciembre de 2018, para incluir la corrupción, el encubrimiento, los delitos cometidos por servidores públicos, las operaciones con recursos de procedencia ilícita, la extorsión y los delitos cometidos en materia de hidrocarburos, petrolíferos

y petroquímicos, esto en atención a la realidad actual de la sociedad mexicana, con el fin de hacer frente a la delincuencia que afecta a varios sectores de la población y fortalecer el combate al crimen organizado, así como a perseguir los delitos de corrupción, que es base de la estrategia de seguridad pública y procuración de justicia en nuestro país. Sin lugar a duda, la emisión de una regulación constitucional y secundaria de la extinción de dominio constituyó, en su primera etapa, un avance significativo en nuestro país, que tuvo como finalidad cimentar la base normativa para que el Estado mexicano, sin transgredir las garantías constitucionales de seguridad jurídica, de legalidad, del debido proceso y de audiencia, combatiera a la delincuencia organizada con la disminución de los recursos que la hacen poderosa e impune.

En el contexto anterior, mientras la delincuencia organizada adquiriría aún más fuerza en México, en 2019 se reformó el Artículo 22 constitucional, el 9 de agosto de 2019, así como su ley reglamentaria, denominada Ley Nacional de Extinción de Dominio.

DERECHO COMPARADO CON DIVERSOS PAÍSES, EN LOS CUALES ESTÁ VIGENTE LA ACCIÓN DE EXTINCIÓN DE DOMINIO

Varios países aún no incorporan a su legislación la extinción de dominio, derivado de que al cometer un delito se aplican sanciones como el decomiso, el comiso o la confiscación de bienes, por mencionar algunos, cuyo destino es la reparación del daño a

víctimas o a favor del Estado, a través de institutos que se encargan de distribuir el producto obtenido a distintas causas.

En este contexto se muestran algunas legislaciones internacionales en donde se incluye la acción de extinción de dominio.

Colombia

La extinción de dominio en este país se rige por la Ley 793 de 2002. Debe señalarse que Colombia destaca porque su procedencia pareciera ser limitativa al dirigirse únicamente hacia tres actividades ilícitas: enriquecimiento ilícito, perjuicio del Tesoro Público y deterioro de la moral social; sin embargo, de estas actividades sólo las dos últimas se dirigen a una serie de conductas que amplían el espectro de supuestos, bajo los cuales puede ejercerse la acción de extinción de dominio.

Las actividades ilícitas referidas, de acuerdo con la Ley, son:

1. El delito de enriquecimiento ilícito.
2. Las conductas cometidas en perjuicio del Tesoro Público y que correspondan a los delitos de:
 - Peculado, interés ilícito en la celebración de contratos, de contratos celebrados sin requisitos legales, emisión ilegal de moneda o de efectos o valores equiparados a moneda.
 - Ejercicio ilícito de actividades monopolísticas o de arbitrio rentístico.
 - Hurto sobre efectos y enseres destinados a seguridad y defensa nacionales.

- Delitos contra el patrimonio que recaigan sobre bienes del Estado.
- Utilización indebida de información privilegiada.
- Utilización de asuntos sometidos a secreto o reserva.

3. Las que impliquen grave deterioro de la moral social.

En ese sentido, la Ley señala que se entiende como actividades a las que causan deterioro a la moral social y que atenten contra:

- La salud pública.
- El orden económico y social.
- Los recursos naturales y el medio ambiente.
- La seguridad pública.
- La administración pública.
- El régimen constitucional y legal.
- El secuestro.
- El secuestro extorsivo.
- La extorsión.
- El proxenetismo.
- La trata de personas.
- El tráfico de inmigrantes.

De esa forma, se observa que, a comparación con México, la Ley colombiana es mucho más extensa en el catálogo de delitos de los que puede derivar la extinción de dominio, ya que México se limita a once.

También destaca la naturaleza de la extinción de dominio, la cual es eminentemente civil, al señalar

que es de naturaleza jurisdiccional, de carácter real y de contenido patrimonial, y procederá sobre cualquier derecho real, principal o accesorio, independientemente de quien los tenga en su poder o los haya adquirido, así como sobre los bienes comprometidos, al establecer que dicha acción es distinta e independiente de cualquier otra de naturaleza penal que se haya iniciado simultáneamente o de la que se haya desprendido o su origen, sin perjuicio de los terceros de buena fe exentos de culpa; de presentarse vacíos en la Ley, sólo se aplicarán de manera supletoria las reglas del Código de Procedimiento Civil.

Guatemala

La Ley de Extinción de Dominio, el Decreto 55-20108 de este país, establece de manera amplia su objeto, al señalar como tal la identificación, localización, recuperación, repatriación de los bienes y la extinción de los derechos relativos a su dominio, así como de las ganancias, frutos, productos, rendimientos o permutas de origen o procedencia ilícita o delictiva, a favor del Estado; el procedimiento derivado de ejercitar la acción de la extinción de dominio; la competencia y facultades de las autoridades respectivas para la ejecución de la Ley; las obligaciones de las personas individuales o jurídicas que se dedican al ejercicio de una profesión o actividades susceptibles de ser utilizadas para la transferencia, uso, ocultamiento y circulación de los bienes producto de actividades ilícitas o delictivas; y los medios legales que

permiten la intervención de las personas que se consideren afectadas por la aplicación de esta ley.

Desde una perspectiva comparativa, este ordenamiento, similar al colombiano, contiene un catálogo de conductas que pueden ser susceptibles de esta acción; de esta manera, la legislación mexicana sólo es un ordenamiento garante de los derechos fundamentales.

Honduras

Otro país que cuenta con una ley específica en materia de extinción de dominio es Honduras, en donde esta figura se identifica como la privación definitiva del dominio de bienes de origen ilícito, que le da nombre a la ley, y consiste en extinguir a favor del Estado, sin contraprestación ni compensación de ninguna naturaleza, a quien ostente el derecho de dominio y demás derechos reales inherentes (principales o accesorios), así como los derechos personales transferibles respecto a los bienes, productos, instrumentos o ganancias, de los cuales no se justifique su origen o procedencia legal o económica, incrementa su patrimonio sin justificación, utilice o destine para ocultar o mezclar bienes de origen ilícito o su origen provenga directa o indirectamente de actividades ilícitas, lo cual permite ejercitar la acción de la privación definitiva del dominio.

La ley hondureña tiene como finalidad la lucha contra el crimen organizado, para lograr la legítima protección del interés público en beneficio de la sociedad, el bien común y la buena fe, mediante el

desapoderamiento de bienes, productos, instrumentos o ganancias, originados, obtenidos o derivados en contravención a la Ley.

Respecto a su naturaleza, la privación definitiva del dominio, al igual que en México, Colombia y Guatemala, se caracteriza por ser de orden público, autónoma e independiente de cualquier otra acción de naturaleza penal, pues es de naturaleza jurisdiccional, de carácter real, de contenido patrimonial y se gestiona como proceso especial; además, como se mencionó, recae sobre bienes, productos, instrumentos y ganancias, sin hacer distinción alguna acerca de quien ostente su posesión, propiedad o titularidad.

LA LEY NACIONAL DE EXTINCIÓN DE DOMINIO

Para tener una percepción de lo que representa este ordenamiento legislativo, es necesario mostrar su estructura:

LEY NACIONAL DE EXTINCIÓN DE DOMINIO TÍTULO PRIMERO

CAPÍTULO PRIMERO: Disposiciones preliminares

TÍTULO SEGUNDO: DEL PROCESO ANTE LA AUTORIDAD JUDICIAL

CAPÍTULO PRIMERO: De la acción de extinción de dominio

CAPÍTULO SEGUNDO: De la competencia

CAPÍTULO TERCERO: Litigio

SECCIÓN PRIMERA: Garantías procesales

SECCIÓN SEGUNDA: Formalidades generales del proceso

SECCIÓN TERCERA: Tiempo y lugar en que han de efectuarse los actos judiciales

SECCIÓN CUARTA: Formalidades en audiencias

SECCIÓN QUINTA: Notificaciones

CAPÍTULO CUARTO: De las pruebas

SECCIÓN PRIMERA: Reglas generales

SECCIÓN SEGUNDA: Del ofrecimiento de pruebas

SECCIÓN TERCERA: De la admisión de pruebas

SECCIÓN CUARTA: Declaración de parte, desahogo

SECCIÓN QUINTA: Documentos, desahogo

SECCIÓN SEXTA: Prueba pericial, preparación y desahogo

SECCIÓN SÉPTIMA: Reconocimiento o inspección judicial, preparación y desahogo

SECCIÓN OCTAVA: Prueba de testigos, preparación y desahogo

SECCIÓN NOVENA: Fotografías, escritos o notas taquigráficas y, en general, todos aquellos elementos aportados por los descubrimientos de la ciencia, preparación y desahogo

SECCIÓN DÉCIMA: Desahogo y valoración de los medios de prueba

CAPÍTULO QUINTO: Alegatos

CAPÍTULO SEXTO: Resoluciones judiciales

CAPÍTULO SÉPTIMO: Medio de impugnación

CAPÍTULO OCTAVO: Gastos y costas judiciales

TÍTULO TERCERO: DEL PROCESO ESPECIAL DE EXTINCIÓN DE DOMINIO

CAPÍTULO PRIMERO: De las medidas cautelares

CAPÍTULO SEGUNDO: Etapa preparatoria, preparación de la acción de extinción de dominio

CAPÍTULO TERCERO: Fases procesales

TÍTULO CUARTO

CAPÍTULO ÚNICO: De la caducidad

TÍTULO QUINTO

CAPÍTULO PRIMERO: De la transferencia, administración y destino de bienes

CAPÍTULO SEGUNDO: De la cuenta especial

TÍTULO SEXTO

CAPÍTULO ÚNICO: De las unidades

TÍTULO SÉPTIMO

CAPÍTULO ÚNICO: Del registro nacional de extinción de dominio

TÍTULO OCTAVO

CAPÍTULO ÚNICO: De la cooperación internacional

Revisado lo anterior, es menester conocer el objeto de la ley citada, ya que de acuerdo a su Artículo 1º:

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular:

- I.** La extinción de dominio de Bienes a favor del Estado por conducto del Gobierno Federal y de las Entidades Federativas, según corresponda, en los términos de la presente Ley;
- II.** El procedimiento correspondiente;
- III.** Los mecanismos para que las autoridades administren los Bienes sujetos al proceso de extinción de dominio, incluidos sus productos, rendimientos, frutos y accesorios;
- IV.** Los mecanismos para que, atendiendo al interés público, las autoridades lleven a cabo la disposición, uso, usufructo, enajenación y Monetización de los Bienes sujetos al proceso de

extinción de dominio, incluidos sus productos, rendimientos, frutos y accesorios, y

V. Los criterios para el destino de los Bienes cuyo dominio se declare extinto en sentencia y, en su caso, la destrucción de los mismos (*Diario Oficial de la Federación*, 2019a, p. 3).

En este ordenamiento se entiende por extinción de dominio, conforme al Artículo tercero, que dice:

Es la pérdida de los derechos que tenga una persona en relación con los Bienes a que se refiere la presente Ley, declarada por sentencia de la autoridad judicial, sin contraprestación, ni compensación alguna para su propietario o para quien se ostente o comporte como tal, ni para quien, por cualquier circunstancia, posea o detente los citados Bienes (*Diario Oficial de la Federación*, 2019a, p. 5).

Por lo que hace supletoriedad de la Ley el numeral 4, que refiere:

Artículo 4. La acción de extinción de dominio se substanciará y resolverá de acuerdo a las formas y procedimientos que esta Ley establece.

A falta de disposición expresa, sin perder la naturaleza autónoma del procedimiento, se aplicará en forma supletoria:

I. Respecto al procedimiento, la legislación procesal aplicable en materia civil federal y a falta o insuficiencia de ésta, la legislación civil aplicable en el fuero común, del lugar de ubicación del inmueble;

II. En lo relativo a la administración, enajenación y destino de los Bienes, se aplicará la

Ley Federal para la Administración y Enajenación de Bienes del Sector Público o las respectivas de las Entidades Federativas;

III. En relación a la regulación de Bienes, y cualquier otra figura propia del Derecho Civil, se estará a lo previsto en el Código Civil Federal o en el código civil de la entidad federativa que corresponda, según sea el fuero del Juez que conozca del asunto, y

IV. En la preparación del ejercicio de la acción de extinción de dominio, en aquellas actuaciones a cargo del Ministerio Público, a lo previsto en el Código Nacional de Procedimientos Penales.

En el caso de averiguaciones previas o procesos penales del sistema procesal mixto, al código aplicable en la materia (*Diario Oficial de la Federación*, 2019a, p. 5-6).

También este documento legislativo determina que la acción de extinción de dominio procede de conformidad con el Artículo 7:

La acción de extinción de dominio procederá sobre aquellos Bienes de carácter patrimonial cuya Legítima Procedencia no pueda acreditarse, en particular, Bienes que sean instrumento, objeto o producto de los hechos ilícitos, sin perjuicio del lugar de su realización, tales como:

I. Bienes que provengan de la transformación o conversión, parcial o total, física o jurídica del producto, instrumentos u objeto material de hechos ilícitos a que se refiere el párrafo cuarto del artículo 22 de la Constitución;

II. Bienes de procedencia lícita utilizados para ocultar otros Bienes de origen ilícito, o mezclados material o jurídicamente con Bienes de ilícita procedencia;

III. Bienes respecto de los cuales el titular del bien no acredite la procedencia lícita de éstos;

IV. Bienes de origen lícito cuyo valor sea equivalente a cualquiera de los Bienes descritos en las fracciones anteriores, cuando no sea posible su localización, identificación, incautación, aseguramiento o aprehensión material;

V. Bienes utilizados para la comisión de hechos ilícitos por un tercero, si su dueño tuvo conocimiento de ello y no lo notificó a la autoridad por cualquier medio o tampoco hizo algo para impedirlo, y

VI. Bienes que constituyan ingresos, rentas, productos, rendimientos, frutos, accesorios, ganancias y otros beneficios derivados de los Bienes a que se refieren las fracciones anteriores. Los derechos de posesión sobre Bienes que correspondan al régimen de propiedad ejidal o comunal, podrán ser objeto de extinción de dominio (*Diario Oficial de la Federación*, 2019a, p. 6).

El Artículo 8 de la LNEED establece que la acción de extinción de dominio se ejercitará mediante un proceso jurisdiccional de naturaleza civil, de carácter patrimonial y con prevalencia a la oralidad, con una vía especial y procederá sobre los bienes descritos en su Artículo 7, independientemente de quien lo tenga en su poder o lo haya adquirido. Al igual, el ejercicio de la acción de extinción de dominio corresponde al ministerio público.

El proceso de extinción de dominio será autónomo, distinto e independiente de aquel o aquellos de materia penal de los cuales se haya obtenido la información relativa a los hechos que sustentan la acción o de cualquier otro que se haya iniciado con anterioridad o simultáneamente.

De conformidad con el Artículo 9 de la LNEED, los elementos de la acción de extinción de dominio son:

1. La existencia de un hecho ilícito.
2. La existencia de algún bien de origen o destinación ilícita.
3. El nexo causal de los dos elementos anteriores.
4. El conocimiento que tenga o deba haber tenido el titular, del destino del bien al hecho ilícito o de que sea producto del ilícito. Este elemento no se tendrá por cumplido cuando se acredite que el titular estaba impedido para conocerlo.

El proceso de extinción de dominio constará de dos etapas, la primera denominada preparatoria, que estará a cargo del ministerio público, para la investigación y acreditación de los elementos de la acción de conformidad a las atribuciones asignadas en la ley, que consiste en identificar los bienes objetos de la extinción de dominio, reconocer a los titulares de los derechos sobre los bienes y aportar datos elementos e indicios para la procedencia de la acción. Las facilidades con las que cuenta son el apoyo de la policía, los servicios periciales y otras

autoridades de auxilio de la autoridad judicial, para obtener acceso a la base de datos y no será oponible el secreto bancario bursátil o tributario. Una vez que se considere preparada la acción se citará al titular del bien para que justifique su legítima procedencia en un término de diez días, de lo contrario sólo lo podrá acreditar en el juicio.

La segunda etapa, nombrada judicial, comprende las fases de presentación de demanda por el ministerio público ante un juez especializado en la materia, al solicitar como medida provisional la anotación preventiva de la demanda en el registro público de la propiedad, la admisión y contestación de tres días para resolver la admisión y ordenar el emplazamiento a la parte demandada dentro de los cinco días siguientes y 15 días para contestar la demanda, sin que sea procedente la reconvención.

La audiencia inicial contiene la depuración procesal, la fijación de la litis, los acuerdos probatorios, la admisión del desechamiento de preparación de pruebas, revisión de medidas cautelares y provisionales y el señalamiento de día y hora para la celebración de la audiencia principal. En la audiencia principal se realiza el desahogo de pruebas, alegatos, sentencia, recursos y la ejecución de la sentencia.

DERECHO A LA PROPIEDAD EN LA CONSTITUCIÓN Y EN LOS INSTRUMENTOS INTERNACIONALES

La Constitución de 1917 reconoce a la propiedad privada en el primer párrafo del Artículo 27, que dispone lo siguiente:

La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada (H. Congreso de la Unión, 2019, p. 30).

En este orden de ideas, y a partir del concepto de propiedad originaria de la nación, debe desprenderse que si bien es cierto que la Constitución reconoce a la propiedad privada como un derecho público subjetivo, no la adopta en su sentido clásico individualista, ni con una extensión absoluta; por el contrario, la reconoce como una propiedad limitada, derivada y precaria. Reconocida así es protegida por la Constitución mediante una serie de garantías establecidas principalmente en los Artículos 14, 16, 22 y 28, en donde se declara en contra de los actos arbitrarios de autoridad.

El derecho a la propiedad a nivel mundial está resguardado en la Declaración Universal de los Derechos Humanos, en su Artículo 17, el cual refiere que toda persona tiene derecho a la

propiedad individual y colectivamente, al aducir que nadie será privado arbitrariamente de su propiedad.

En la Declaración Americana de los Derechos y Deberes del Hombre se encuentra protegido en el Artículo XXIII, en donde se establece que toda persona tiene el derecho a la propiedad privada correspondiente a las necesidades esenciales de una vida decorosa que atribuya a mantener la dignidad de la persona y su hogar.

Mientras en la Convención Americana sobre Derechos Humanos, conocida también como “Pacto de San José de Costa Rica”, el derecho a la propiedad se encuentra consagrado en el Artículo 21, el cual en tres secciones dice que toda persona tiene derecho al uso y goce de sus bienes y la ley puede subordinar tal uso y goce al interés social; la segunda refiere que ninguna persona puede ser privada de sus bienes, excepto mediante pago de indemnización justa, razones de utilidad pública o de interés social y en los casos y según las formas establecidas en la ley; y en el tercer párrafo reza que tanto la usura como cualquier otra forma de explotación del hombre por el hombre, deben ser prohibidas por la ley.

LA LEY NACIONAL DE EXTINCIÓN DE DOMINIO AMPARA EL DERECHO A LA PROPIEDAD

La Ley Nacional de Extinción de Dominio ampara el derecho a la propiedad, mediante el Artículo 15, el cual refiere que se presumirá la buena fe en la adquisición y destino de los bienes. Para gozar de esta presunción, la parte demandada o las personas afectadas, dependiendo de las circunstancias del caso, deberán acreditar:

- Que consta en documento, de fecha cierta y anterior a la realización del hecho ilícito, de conformidad con la normatividad aplicable.
- Que oportuna y debidamente se pagaron los impuestos y contribuciones causados por los hechos jurídicos, en los cuales funde su buena fe o justo título.
- Que el bien susceptible de la acción de extinción de dominio fue adquirido de forma lícita y en el caso de la posesión que se haya ejercido el derecho que aduce de forma continua, pública y pacífica. La publicidad se establecerá a través de la inscripción de su título en el registro público de la propiedad correspondiente, siempre que proceda conforme a derecho y, en otros casos, conforme a las reglas de prueba.
- La autenticidad del contrato con el que pretenda demostrar su justo título, con los medios de prueba idóneos, pertinentes y suficientes para arribar a una convicción plena del acto jurídico y su licitud.
- El impedimento real que tuvo para conocer que el bien afecto a la acción de extinción de dominio fue utilizado como instrumento,

objeto o producto del hecho ilícito o para ocultar o mezclar bienes, producto del hecho ilícito, en caso de haberse enterado de la utilización ilícita del bien de su propiedad, haber impedido o haber dado aviso oportuno a la autoridad competente. Se entenderá por aviso oportuno el momento en donde la parte demandada o la persona afectada hace del conocimiento a la autoridad competente, por cualquier medio que deje constancia, de la comisión de conductas posiblemente constitutivas de los ilícitos materia de la extinción de dominio, en el bien del que sea titular, poseedor o tengan algún derecho sobre él, siempre y cuando se realice antes de su conocimiento de la investigación, la detención, el aseguramiento u otras diligencias necesarias para el resguardo de los detenidos o bienes.

- Cualquier otra circunstancia análoga de conformidad con la normatividad aplicable.

En cualquier momento del proceso, el juez permitirá que la parte demandada o las personas afectadas acrediten los supuestos en todo acto jurídico relacionado con los bienes objeto de la acción de extinción de dominio.

De igual manera, el Artículo 190 de este ordenamiento legal refiere que una vez que el ministerio público considere que cuenta con los elementos suficientes para ejercitar la acción de extinción de dominio, y previo a la presentación de

la demanda, deberá citar al titular del bien sobre el que se pretenda aplicar, con la finalidad de comparecer para justificar su legítima procedencia del bien en un plazo que no excederá los diez días hábiles; de no hacerlo, se tendrá por precluido su derecho en esta etapa de preparación, sin perjuicio de su defensa en el juicio.

CONCLUSIONES

La Ley Nacional de Extinción de Dominio ampara de manera sólida al derecho a la propiedad, toda vez que tiene un procedimiento metódico para respetar las garantías que protegen a los derechos humanos contemplados en la Constitución y en los tratados internacionales, de los que el Estado mexicano forma parte.

La importancia de la investigación jurídica en nuestro país es necesaria si se toman en cuenta los cambios que han suscitado en nuestro país y en el extranjero, toda vez que el derecho es un discurso cambiante por el paso del tiempo; entonces, si la investigación no es llevada de la mano con su transición, quedará un serio rezago en la teoría del nuevo derecho positivo.

La Ley Nacional de Extinción de Dominio es una herramienta para poder descapitalizar a la delincuencia del país, mientras se fortalecen los ingresos del Estado, además de ser un ordenamiento especial que instituye reglas de aplicación para los ámbitos de la federación y de las entidades

federativas, respecto al decomiso en su vertiente civil, a partir de un proceso que consta de dos etapas:

a) la preparatoria, a cargo del ministerio público para la investigación y acreditación de los elementos de la acción; y

b) la judicial, que comprende medidas cautelares (antes y después de iniciarse el juicio), así como las fases de admisión de demanda, notificación, contestación de la demanda, audiencia inicial, audiencia principal, recursos (revocación y apelación) y de la ejecución de la sentencia; es decir, se trata de una ley que contempla de forma integral todo un proceso civil específico, para que pueda darse el decomiso de bienes relacionados con hechos ilícitos.

Lo anterior podría permitir no solo agilizar los procesos internos sino además extender la capacitación a clientes externos que tengan el propósito de profesionalizarse en el área del diseño instruccional.

REFERENCIAS

1. Colina, E. (2010). *Consideraciones Federales sobre la Ley Federal de Extinción de Dominio, Colección Sistema Acusatorio*. México: Ubijus.
2. Comisión Interamericana de Derechos Humanos (2018). *Documentos básicos en materia de derechos humanos en el sistema interamericano*. San José: Corte Interamericana de Derechos Humanos.
3. Comisión Nacional de los Derechos Humanos (2015). *Demanda de acción de inconstitucionalidad, promovida por la Comisión Nacional de los Derechos Humanos*. México: Comisión Nacional de los Derechos Humanos. Recuperado de https://www.cndh.org.mx/sites/default/files/documentos/2019_09/Acc_Inc_2019_100.pdf, consultado el 1 de octubre de 2019.
4. *Diario Oficial de la Federación* (2019a, 9 de agosto). "Decreto por el que se expide la Ley Nacional de Extinción de Dominio, y se reforman y adicionan diversas disposiciones del código nacional de procedimientos penales, de la Ley Federal para la Administración y Enajenación de Bienes del Sector Público, de la Ley de Concursos Mercantiles y de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal". *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?cod_diario=282118&pagina=9&seccion=0, consultado el 1 de octubre de 2019.
5. _____ (2019b, 14 de marzo). "Decreto por el que se reforman el Artículo 22 y la fracción XXX del Artículo 73, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de Extinción de Dominio". *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5552861&fecha=14/03/2019, consultado el 1 de octubre de 2019.

6. _____ (1985, 23 de diciembre).“DECRETO por el que se reforma el Código Penal para el Distrito Federal en Materia de Fuero Común, y para toda la República en Materia de Fuero Federal”.*Diario Oficial de la Feredación*. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/cpf/CPF_ref46_13ene84_ima.pdf, consultado el 1 de octubre de 2019.
7. _____ (1984, 13 de febrero).“DECRETO por el que se reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones del Código Penal para el Distrito Federal en Materia de Fuero Común, y para toda la República en Materia de Fuero Federal”.*Diario Oficial de la Feredación*. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/cpf/CPF_ref46_13ene84_ima.pdf, consultado el 1 de octubre de 2019.
8. _____ (1951).“DECRETO que reforma diversos artículos del Código Penal”.*Diario Oficial de la Feredación*. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/cpf/CPF_orig_14ago31_ima.pdf, consultado el 1 de octubre de 2019.
9. _____ (1931). “Decreto por el que se expide CÓDIGO Penal para el Distrito y Territorios Federales en materia de fuero común, y para toda la República en Materia de Fuero Federal”.*Diario Oficial de la Feredación*. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/cpf/CPF_orig_14ago31_ima.pdf, consultado el 1 de octubre de 2019.
10. Gamboa, C. y Valdez, S. (2012, diciembre). “EXTINCIÓN DE DOMINIO. Estudio de Derecho Comparado a nivel Internacional y Estatal (Segunda Parte)”. Cámara de diputados. Recuperado de <http://www.diputados.gob.mx/sedia/sia/spi/SAPI-ISS-60-12.pdf>, consultado el 1 de octubre de 2019.
11. H. Congreso de la Unión (2019).*Decreto Constitución publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917*. H. Congreso de la Unión. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_090819.pdf, consultado el 1 de octubre de 2019.
12. _____ (2018, 15 de noviembre).*Diario de los debates*. Senado de la República, Recuperado de <http://www.senado.gob.mx/64/intervenciones/1240/15971>, consultado el 1 de octubre de 2019.
13. Morales, I. (2019, agosto 23). *Ley de extinción de dominio, una amenaza para propietarios y titulares de bienes*. Xeu Noticias. Recuperado de <https://www.xeu.mx/nota.cfm?id=1052698,c> consultado el 1 de octubre de 2019.
14. Pina y Vara, R de. (2013). *Diccionario de Derecho*. México: Porrúa.

15. Tapia, R (2019).“Incertidumbre por la nueva ley de extinción de dominio”, en *Inmobiliare*. Recuperado de <http://inmobiliare.com/digital/INMOBILIA RE-116.pdf>, consultado el 1 de octubre de 2019.
16. Vázquez, L (2019, 16 de mayo). *La extinción de dominio. Apuntes de la reforma de 2019 a los artículos 22 y 73 constitucionales*. Cámara de Diputados. Recuperado de <http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/handle/123456789/4484>, consultado el 1 de octubre de 2019.