

Práctica de Antiparasitarios como Estrategia Didáctica para Estudiantes de Farmacología de la Carrera de Médico Cirujano

Guadalupe Esther Ángeles-López*, Mariana Segovia-Mendoza*, Rosa Ventura-Martínez, Alan Manuel Alpizar Márquez, Jesús Ernesto Martínez Luna, Erasmo Maldonado Sánchez

ISSN IMPRESO 2954-4327. <https://dx.doi.org/10.58713/rf.v2i2.5> Ciudad de México

Resumen

La Farmacología es una de las asignaturas primordiales para los estudiantes de Medicina, que permite a los alumnos adquirir habilidades y conocimientos fundamentales para el uso racional de medicamentos. Las prácticas de laboratorio son estrategias didácticas que favorecen la integración de conocimientos, así como reflexión y razonamiento. Debido a que en el ciclo escolar 2021-2022 la asignatura de Farmacología de la Carrera de Médico Cirujano de la Facultad de Medicina de la UNAM no contaba con una práctica de laboratorio relacionada con el tema de antiparasitarios que completamentara al tema de Quimioterapia Infecciosa, el objetivo de este trabajo fue la creación y descripción de la misma. Para la creación de la práctica se utilizó eXe-Learnig, un programa que facilita de creación de contenidos educativos. A través de este programa se presentan 4 casos clínicos de infecciones producidas por *Giardia lamblia*, *Trichomonas vaginalis*, *Ascaris lumbricoides* y *Plasmodium vivax*. En la práctica se incluyó un video explicando definiciones y clasificación de parásitos. Cada caso clínico plantea diferentes preguntas acerca del ciclo de vida de cada microorganismo, los tratamientos farmacológicos con su mecanismo de acción, farmacocinética

y efectos adversos de los antiparasitarios. Es importante mencionar que, la presente práctica se encuentra incorporada en el Programa Académico de la Asignatura de Farmacología en el aula virtual del Departamento de Farmacología. Además, la práctica ha presentado buena aceptación por parte de los alumnos y por esta razón es muy importante continuar con la creación de nuevas estrategias didácticas, como la implementación de prácticas digitales.

Palabras clave:

Antiparasitarios, práctica de laboratorio, eXe-Learning, mecanismo de acción, reacciones adversas.

Abreviaturas

AGO: Antecedentes GinecoObstétricos
APNP: Antecedentes Personales No Patológicos
APP: Antecedentes Personales Patológicos
CDC: Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades
GPC: Guía de Práctica Clínica
IVSA: Inicio de Vida Sexual Activa
OMS: Organización Mundial de la Salud
SCORM: Modelo de referencia para objetos de contenido comparable

Departamento de Farmacología, Facultad de Medicina, UNAM

Autores de correspondencia: Guadalupe Esther Ángeles-López: e-mail: geangeles@yahoo.com.mx

y Mariana Segovia-Mendoza: e-mail: mariana.segovia@facmed.unam.mx

Introducción

La Asignatura de Farmacología correspondiente al área de las bases biomédicas de la Medicina del Plan de Estudios 2010⁽¹⁾, es una asignatura obligatoria que se encuentra ubicada en el segundo año de la Licenciatura de Médico Cirujano en la Facultad de Medicina de la UNAM.

El programa de farmacología⁽²⁾ se encuentra organizado en función del objetivo general de la asignatura, en el cual, se espera que los estudiantes sean capaces de aplicar los principios y conceptos fundamentales de la farmacología, a través del análisis de la información y el estudio guiado, para contribuir a las habilidades, conocimientos y actitudes profesionales necesarias para el uso racional de los medicamentos.

En este sentido, los docentes de la Asignatura de Farmacología estamos comprometidos a ofrecer al estudiante estrategias didácticas que le permitan la adquisición e integración de los conocimientos, habilidades y destrezas para promover su razonamiento y reflexión, y de esta manera promover en los estudiantes el uso racional de los medicamentos.

Una de las estrategias didácticas que permite la integración de conocimientos, así como reflexión y razonamiento, es la implementación de prácticas. Debido a que en el laboratorio de Farmacología es un sitio donde se conjugan y aplican los conocimientos adquiridos en la teoría, las prácticas de laboratorio constituyen una oportunidad valiosa en el desarrollo cognitivo y de motivación de estudiantes⁽³⁾.

El trabajo de laboratorio favorece y promueve el aprendizaje, pues le permite al estudiante cuestionar sus saberes y confrontarlos con la realidad⁽⁴⁾. La actividad en el laboratorio no solo debe ser vista como una herramienta de conocimiento, sino como un instrumento que promueve los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales⁽⁵⁾.

En el ciclo escolar 2021-2022, se observó que se requería hacer énfasis en completar los conocimientos en el tema de Quimioterapia

Infecciosa. Este tema abarca a los antibacterianos, antivirales, antifúngicos y antiparasitarios. Las prácticas de antibacterianos, antivirales y antifúngicos, ya se encuentran disponibles; sin embargo, no se contaba con una práctica de antiparasitarios para completar al tema de Quimioterapia Infecciosa.

Como todos sabemos, las enfermedades parasitarias constituyen un problema de salud pública por su alta frecuencia en países en vías de desarrollo como México⁽⁶⁾. Es de suma importancia, que los médicos generales tengan un adecuado conocimiento para el tratamiento de las enfermedades parasitarias y manejen de manera racional el uso de los antiparasitarios.

Por esta razón, el objetivo de la creación de la práctica de "Farmacología de los medicamentos antiparasitarios" fue que los estudiantes adquieran las competencias farmacológicas necesarias para el uso razonado de medicamentos útiles en infecciones parasitarias y los resultados de aprendizaje fueron:

1. Discriminar los blancos farmacológicos sobre los distintos parásitos
2. Contrastar las características farmacocinéticas medicamento relevantes que contribuyen al tratamiento eficaz y seguro
3. Discriminar el perfil distintivo de reacciones adversas

El desarrollo de la práctica de Farmacología de los medicamentos antiparasitarios en una plataforma amigable como lo es eXe-Learning es imprescindible, en donde, a través de casos clínicos los alumnos puedan aplicar el conocimiento farmacológico adquirido en la teoría y plasmarlo para resolver los casos.

Materiales y métodos

Para el desarrollo de la práctica se diseñaron cuatro casos clínicos en la plataforma eXe-Learning, los cuales cuentan con bases clínicas. En cada caso se revisaron los blancos farmacológicos, farmacocinética y reacciones adversas de algunos antiparasitarios. También se diseñaron imágenes originales utilizando el software BioRender y un video introductorio acerca de parásitos.

La práctica también contempla un caso clínico de evaluación, el cual se presenta en la plataforma digital eXe-Learning SCORM (Modelo de referencia para objetos de contenido comparable).

Resultados y Discusión

Para iniciar con la práctica se diseñó un video introductorio acerca de los parásitos en donde se abordan conceptos relevantes, como la definición y descripción de las distintas clases de parásitos, así como la relevancia de las infecciones parasitarias que producen. Posteriormente, se realizó el diseño de cuatro casos clínicos que incluyen a parásitos que comúnmente infectan a la población mexicana. Casos clínicos de parasitosis causada por protozoarios, nemátodos y esporozoos⁽⁷⁾.

Caso clínico de antiprotozoario 1

Para iniciar con la sesión práctica se seleccionó a la giardiosis por ser una de las infecciones intestinales cosmopolita que más afecta al hombre. Es producida por el microorganismo *Giardia lamblia* y se transmite por la ingestión de agua y alimentos contaminados. En México, de acuerdo a la Secretaría de Salud en 2015 se reportaron 63722 casos nuevos de giardiosis, siendo los estados de Yucatán y Sinaloa los que presentaron mayor índice de esta parasitosis. En 2004, la giardiosis se incluyó en la iniciativa de la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una enfermedad desatendida⁽⁸⁾. Por esta razón, consideramos que la *Giardia lamblia* es un parásito que deben revisar los estudiantes en esta práctica.

El caso clínico correspondiente a esta enfermedad describe a una paciente femenina de 3 años de edad, procedente de una zona poco urbanizada de Acapulco Guerrero. Se estableció que la paciente presenta evacuaciones acuosas de 5 días de evolución acompañadas de meteorismo, dolor abdominal, náuseas y vómito. A la evaluación física se observa: mucosa oral deshidratada, sin presencia de ojos hundidos y llenado capilar de 2 seg, a la percusión abdomen timpánico; a la palpación abdomen distendido. Al interrogatorio la madre refiere:

Antecedentes Personales Patológicos (APP): Niega enfermedades crónico-degenerativas, con completo esquema de vacunación, última desparasitación hace 1 año. Niega alergias.

Antecedentes Personales No Patológicos (APNP): Habita en casa propia en condiciones no higiénicas y sin presencia de drenaje, construida de tabique, techo de lámina y piso de tierra. Hace 2 semanas la encontró bebiendo agua del balde del perro de la casa.

En las pruebas que se solicitan para la paciente, se observan quistes en heces y en la prueba de tinción tricrómica se observan trofozoítos; indicando una infección parasitario provocada por *G. lamblia*.

De este caso clínico, se derivaron 11 preguntas con retroalimentación en las cuales se revisó el diagnóstico presuntivo de la paciente, infografía y ciclo de vida de *Giardia lamblia*, riesgos de desarrollar la enfermedad. A partir de la revisión de la práctica clínica de prevención, diagnóstico y tratamiento de Giardiasis, se pretende que el alumno pueda establecer el tratamiento farmacológico óptimo, así como el entendimiento del mecanismo de acción (Figura 1) y farmacocinética del fármaco de elección terapéutica, el metronidazol.

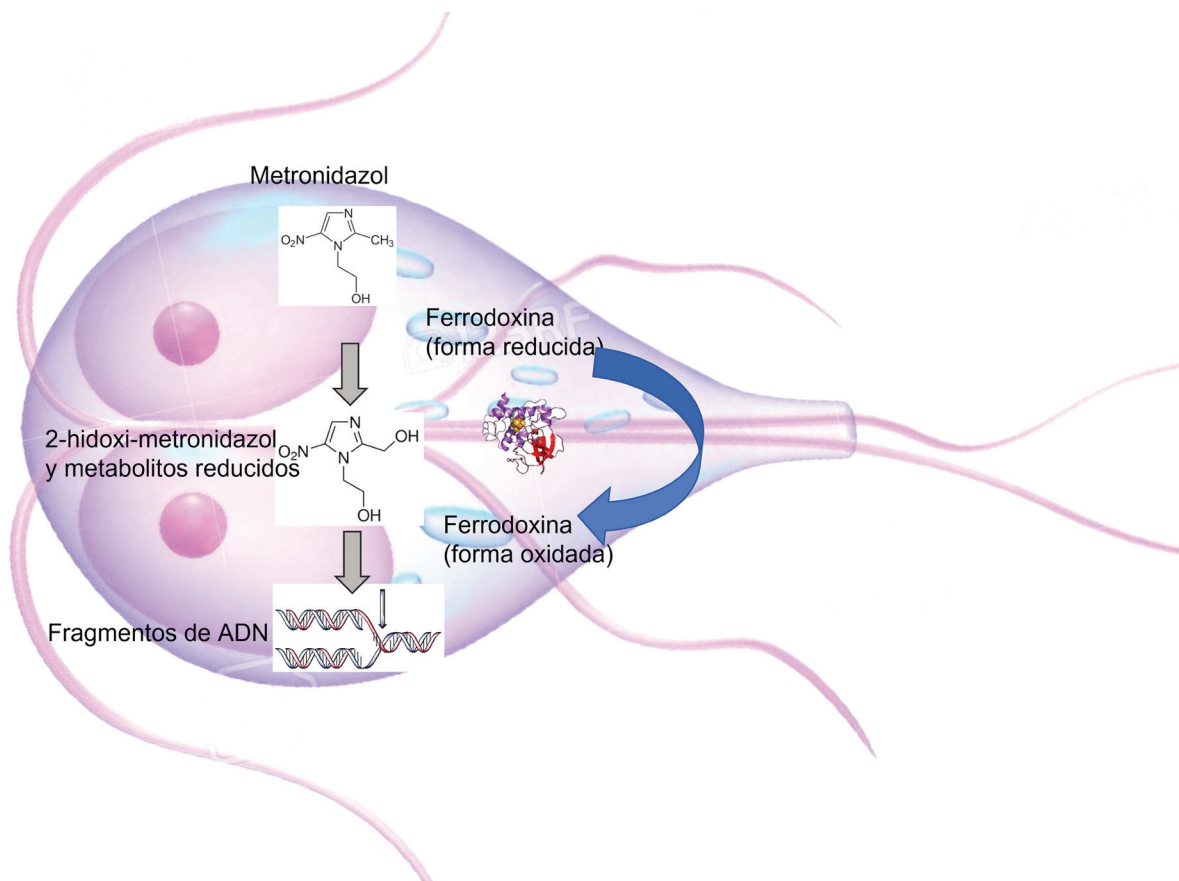


Figura 1. Mecanismo de acción del metronidazol

Caso clínico de antiprotozoario 2

Para el segundo caso clínico de la sesión práctica se seleccionó a la tricomonosis debido a que es una de las infecciones de transmisión sexual más comunes del mundo y es causada por el protozoario *Trichomonas vaginalis*. Esta enfermedad es cosmopolita y no distingue condiciones climatológicas ni socioeconómicas, sobre todo que la gran proporción de los pacientes son asintomáticos y es una enfermedad subestimada y desatendida que representa un problema de salud pública. En México se reportan 170 000 casos al año y su prevalencia es del 10 %⁽⁹⁾.

Por lo antes mencionado, se seleccionó a este parásito y se desarrolló el caso clínico en donde una paciente femenina de 33 años acude a consulta por presencia de leucorrea, color amarillento y olor fétido, acompañada de prurito vulvar, disuria, enrojecimiento genital y dispareunia; los síntomas se exacerbaban después de la menstruación.

APP: Niega enfermedades crónico degenerativas

Antecedentes GinecoObstétricos (AGO): Menarca a los 12 años, ciclos regulares 28x5, Inicio de Vida Sexual Activa (IVSA) a los 15 años, número de pareja sexuales 8. Gesta (G0) , Partos (P0), Abortos (A0), Cesarias (C0), no cuenta con algún método de planificación familiar, ni uso de condón actualmente.

A la especuloscopia se observó eritema vulvovaginal y el exocervix con hemorragias subepiteliales puntiformes, dando un aspecto de fresa. La secreción vaginal era líquida, espumosa, color verde amarillenta, muy abundante.

Recuerda haber tenido cinco parejas sexuales nuevas y diferentes en los últimos meses. Se solicitó frotis directo simple del exudado vaginal, pH vaginal fue 5.3. El cultivo de la muestra en medio selectivo Thayer–Martin modificado resultó negativo. Se sembró en medios líquidos de Diamond y de Feinberg–Whittington, ambos resultaron positivos. Se observó un exudado purulento con más de 20 neutrófilos polimorfonucleares por campo con objetivo de inmersión y abundantes trofozoitos piriformes que indican una infección por *T. vaginalis*.

De este caso clínico se derivaron 11 preguntas con retroalimentación en las cuales revisó el diagnóstico presuntivo de la paciente, infografía y ciclo de vida de *Trichomonas vaginalis*, riesgos de desarrollar la enfermedad y a partir de la revisión de la práctica clínica de vaginitis infecciosa, establecer el tratamiento farmacológico óptimo así como reconocimiento de las reacciones adversas (Figura 2) y farmacocinética del metronidazol.

Elaboro Martínez Luna Jesús Ernesto

Metronidazol		
Efectos adversos		
	Comunes	Serios
 Neurológicos	Dolor de cabeza Mareo	Encefalopatía, convulsiones, ataxia, neuropatía periférica, meningitis aséptica
 Gastrointestinales	Malestar abdominal Disgeusia, Diarrea Náuseas	
 Inmunológicos	Reacción de Jarisch Herxheimer	
Aparato reproductor	Infección por Candida, irritación vaginal, Vaginitis y Flujo vaginal	
 Dermatológicos	Urticaria, enrojecimiento, prurito	Síndrome de Stevens Johnson, necrosis epidérmica tóxica
 Hematológicos		Leucopenia
 Hepáticos		Falla hepática aguda, hepatotoxicidad
 Oftalmológicos		Alteraciones del nervio óptico
 Óticos		Ototoxicidad
 Renales	Disuria, cistitis, sensación de presión pélvica	Síndrome urémico hemolítico

Figura 2. Efectos adversos de metronidazol

Caso clínico de nematodos

Para el tercer caso, se seleccionó una geohelmintiasis por ser una enfermedad muy común por contacto con el suelo, que a nivel mundial afecta a las poblaciones más pobres y vulnerables. Algunos de los agentes causales es *Ascaris lumbricoides* y *Trichuris trichiura*. Se estima que en América una de cada tres personas está infectada y cerca de 46 millones de niños entre 1 y 14 años están en riesgo de infectarse por estos parásitos. Uno de los países donde hay más presencia de helmintiasis es México⁽¹⁰⁾. Por esta razón se seleccionó a *Ascaris lumbricoides* para que se estudiara en este tercer caso clínico. Aunque este parásito se encuentra frecuentemente en México, se obtuvo un caso no común reportado previamente⁽¹¹⁾ para que los alumnos pudieran desarrollar la parte teórica de farmacología, pero al mismo tiempo que integren sus conocimientos de la asignatura de microbiología y parasitología, misma que cursan de manera simultánea a la Asignatura de Farmacología.

En ese sentido, se les proporcionó información más detallada del caso clínico, en el cual se plantea que un paciente masculino de 12 años acude al servicio de urgencias con un cuadro de hiporexia y astenia, que se exacerba una semana después; dolor abdominal localizado en epigástrico y cuadrante superior tipo cólico, intensidad 9/10 que incrementa tras ingesta de alimentos, asociado con vómitos de contenido alimentario y posteriormente bilioso. A los 15 días presenta vómito de contenido biliar mas frecuente, el cuadro se asocia a ictericia generalizada, persistencia de aumento de dolor abdominal e hiporexia.

Al examen físico se encuentra al paciente con piel icterica, escleras ictericas, mucosas orales húmedas, abdomen suave, depresible, doloroso a la palpación en hipocondrio derecho y epigastrio, Murphy negativo. También, se realizan exámenes de laboratorio, Biometría Hemática: Incremento de los valores de leucocitos y monocitos; Enzimas hepáticas: incremento de la fosfatasa alcalina, transaminasas (TGO y TGP) y finalmente en la ecografía se observa vesícula biliar distendida, en su interior se observa una imagen de 3mm de grosor sugestiva a un parásito. Por lo tanto, el diagnóstico del paciente es colecistitis por presencia de *A. lumbricoides*.

De este caso clínico, se derivaron 8 preguntas con retroalimentación en las cuales revisó infografía y ciclo de vida de *Ascaris lumbricoides*, recomendaciones de la CDC para el tratamiento de la ascariasis, así como el mecanismo de acción (Figura 3), farmacocinética y reacciones adversas de albendazol.

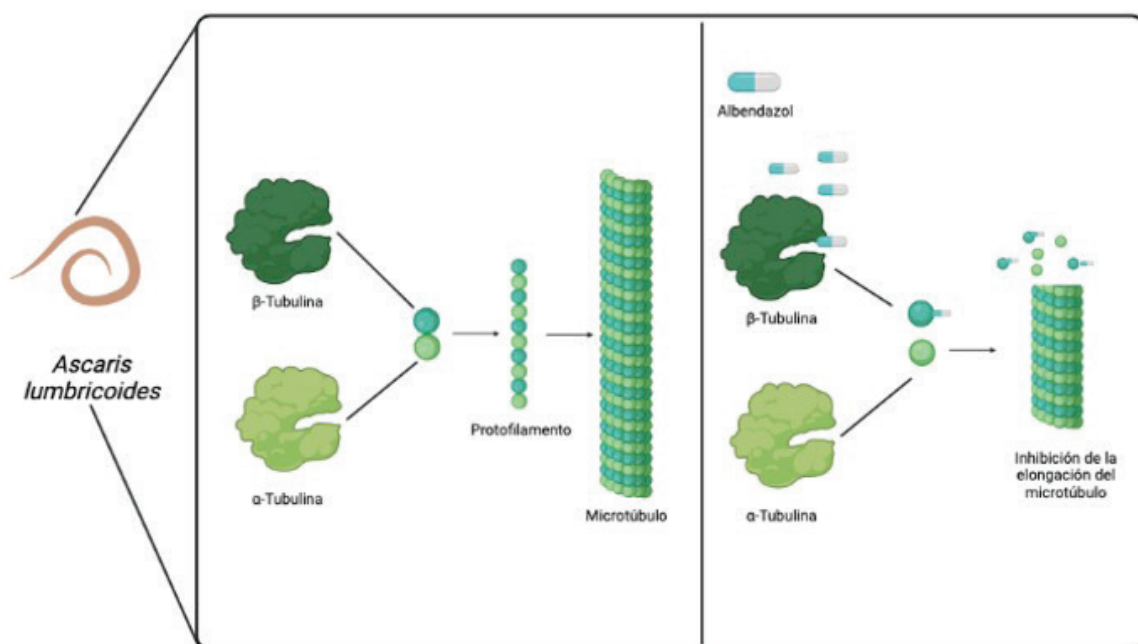


Figura 3. Mecanismo de acción de albendazol

Caso clínico de esporozoos

En el último caso clínico, se seleccionó al paludismo o también denominada malaria, debido a que es una de las enfermedades infecciosas parasitarias mas importantes del mundo, dada su prevalencia, mortalidad y por que ha resultado difícil de controlar⁽¹²⁾. En América entre el 2005 al 2014 se experimentó un aumento del numero total de casos y muertes⁽¹³⁾. Por lo que para este último caso clínico se planteo que un paciente masculino de 30 años de edad, residente de Cuautitlán Izcalli, soltero y diseñador de jardines; sin antecedentes de importancia para el padecimiento actual, inicia 9 días posteriores a su regreso de Tapachula, Chiapas donde permaneció 30 días, cursando con un cuadro clínico caracterizado por fiebre de más de 40 °C de predominio vespertino y nocturno, que se controlaba parcialmente con paracetamol 500 mg cada 8 h, antiinflamatorios no esteroideos y antibióticos no especificados. Al cuadro clínico se le agregaron estreñimiento, disfagia, tos no productiva, cefalea con intensidad 8/10 holocraneana y pérdida ponderal de 4 kg en una semana, por lo que acudió al hospital.

A su ingreso, la exploración física reveló temperatura de 40 °C, frecuencia cardiaca de 127 x min, frecuencia respiratoria de 24 x min, tensión arterial de 122/72 mmHg, somnoliento, orientado en las tres esferas, mucosas secas, ruidos cardiacos aumentados en frecuencia sin agregados, campos pulmonares bien ventilados, el abdomen se encontró distendido, peristalsis sin alteraciones, doloroso a la palpación media y profunda en ambos hipocondrios, timpánico a la percusión, extremidades sin alteración aparente. De acuerdo a la NOM- 032-SSA-2014, Se realiza un examen microscópico de gota gruesa de sangre en donde se observan la presencia de glóbulos rojos con hipocromía moderada, anisocitosis moderada y trofozoítos. Indicando la presencia de *Plasmodium*. De este caso clínico, se derivaron 18 preguntas con retroalimentación en las cuales revisó el diagnóstico presuntivo de la paciente, *Plasmodium* más frecuente en México, infografía (Figura 4) y ciclo de vida de *Plasmodium*, de acuerdo con la NOM-032-SSA-2014, cual es tratamiento de elección, duración de tratamiento, mecanismo de acción de la cloroquina, mecanismos de resistencia de cloroquina, fases de infección de *Plasmodium*, efectos adversos de primaquina y cloroquina y consideraciones para su administración.

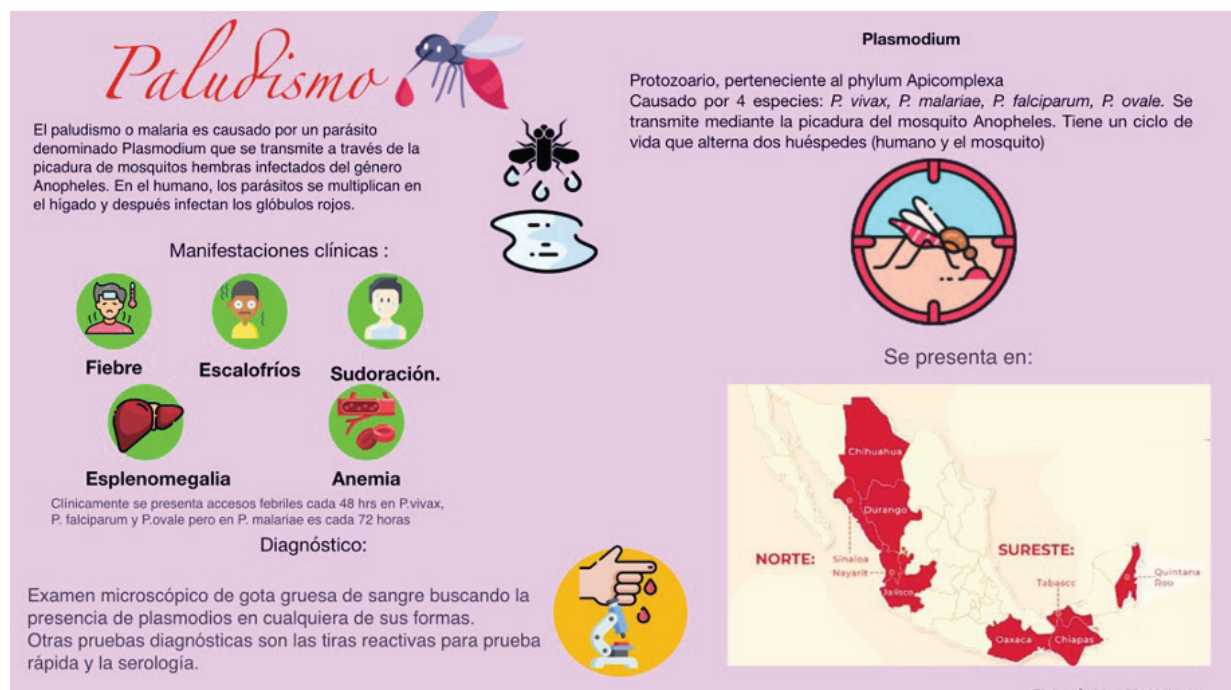


Figura 4. Infografía de Paludismo

Es importante mencionar que, a pesar de que el eXe-Learning ofrece facilidad de uso tanto para estudiantes como docentes, también tiene varias limitaciones, ya que en el desarrollo de preguntas solo se pueden agregar de opción múltiple y falso o verdadero. Afortunadamente, en cada pregunta se puede agregar una retroalimentación si es que el alumno contesta correctamente. El software tiene un apartado de examen SCORM, que no permite la retroalimentación de las preguntas y por tal motivo únicamente se seleccionó un caso clínico para ser evaluado por este tipo de examen SCORM.

El caso clínico que se eligió para que tuviera un formato de examen SCORM, fue el de una pediculosis, infección causada por el ectoparásito *Pediculus capitis*. Este caso se planteó de la siguiente manera: una paciente femenina de 65 años es hospitalizada por neumonía. A la exploración clínica se detecta parasitosis en la piel cabelluda, al examen dermatológico se detectaron parásitos en los cabellos blanquecinos. Al dermatoscopia y microscopio se observó el elemento causante de la infestación.

De este caso clínico en formato examen SCORM, se derivaron 4 preguntas en las cuales se le solicita al estudiante identificar la sintomatología y características clínicas en la paciente, además, de investigar el tratamiento recomendado por la CDC de pediculosis y mencionar el mecanismo de acción de la permetrina (Figura 5). Cabe señalar, que este caso clínico también contiene una infografía e imágenes del ciclo de vida del parásito y mecanismo de acción de la permetrina.

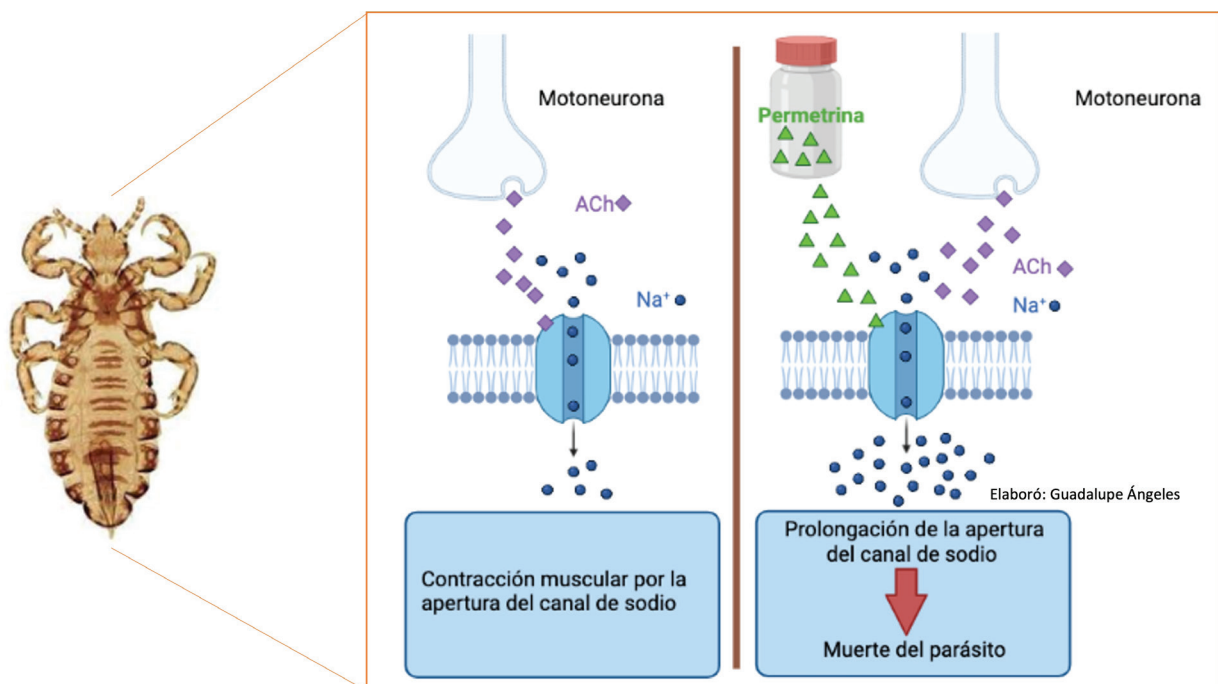


Figura 5. Mecanismo de acción de la permetrina

Como podemos apreciar, es importante que los alumnos desarrollen su capacidad de búsqueda de la información y esto lo fomentamos cuando revisan las Guías de Práctica Clínicas (GPC), páginas web de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) y Normas Oficiales Mexicanas. Además, se diseñaron ilustraciones de los mecanismos de acción de los antiparasitarios, basándonos en varios libros de farmacología. Consideramos que es importante para los estudiantes las imágenes para que tengan un mejor aprendizaje.

La finalidad de implementar nuevas estrategias didácticas como este tipo de prácticas digitales, desde el punto de vista del profesor, contribuir a que los estudiantes consigan elaborar experiencias teóricas de los hechos del mundo y sean capaces de actuar responsablemente con criterios científicos⁽¹⁴⁾. Estudios previos, reportan que los estudiantes manifiestan que las prácticas de laboratorio que realizan les permiten aplicar los conocimientos aprendidos en la teoría haciendo más sencillo su aprendizaje⁽⁴⁾.

Por lo que, es de suma importancia mantener las prácticas de farmacología actualizadas, en plataformas amigables y proponer nuevo material que complemente algunos temas teóricos del programa de Farmacología que aún no cuentan con una práctica de laboratorio. Finalmente, la práctica de Farmacología de los medicamentos antiparasitarios ya se encuentra disponible en el aula virtual del departamento de Farmacología de la Facultad de Medicina de la UNAM en donde los alumnos han expresado comentarios favorables sobre el material incluido en la práctica.

Conclusiones:

La Farmacología es una asignatura fundamental de la carrera de Médico Cirujano. Su aprendizaje otorga al egresado una base sólida para realizar prescripciones a través del análisis razonado de los fundamentos farmacológicos de los medicamentos más útiles para el tratamiento de las enfermedades más frecuentes en nuestro país.

La práctica Farmacología de los medicamentos antiparasitarios, ya se encuentra en el aula virtual del departamento de Farmacología y ha tenido buen recibimiento por parte de los alumnos, sin embargo; es de suma importancia continuar con la creación de nuevas estrategias didácticas, como la implementación de prácticas de laboratorio digitales (práctica de medicamentos antiparasitarios), que le permitan a los estudiantes tener herramientas para poder aplicar adecuadamente la terapéutica y puedan ejercer de manera profesional, responsable y ética.

Agradecimientos

Se agradece a la Dra. Ana del Carmen Susunaga Notario, al coordinador de enseñanza de farmacología, el Dr. Domingo Francisco Aguilar Medina por sus valiosos comentarios acerca de la práctica, al M. en I.T. Andi Espinoza Sánchez y al Ing. Christian A. Arceo Valencia por el video de antiparasitarios y que la práctica se encuentre disponible en el Moodle del departamento de Farmacología de la Facultad de Medicina, UNAM.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

1. Consejo Académico del Área de las Ciencias Biológicas y de la Salud (CAABYS). Plan de Estudios 2010. Aprobado el 2 de febrero de 2010. Facultad de Medicina, UNAM. Ciudad de Mexico; 2010.
2. Departamento de Farmacología. Programa académico de farmacología. Facultad de Medicina, UNAM. 2023.
3. Espinosa-Ríos EA, González-López KD, Hernández-Ramírez LT. Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. ENTRAMADO. 2016;12(1).
4. López Rua AMTAÓE. LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia). 2012;8(1):145–66.
5. Osorio YW. El experimento como indicador de aprendizaje. Boletín PPDQ. 2004;43:7–10.
6. Werner Apt B. Infecciones por parásitos más frecuentes y su manejo. Revista Médica Clínica Las Condes. mayo de 2014;25(3):485–528.
7. Ángeles López GE, Segovia Mendoza M, Ventura Martínez R, Alpizar Márquez AM, Martínez Luna JE, Maldonado Sánchez E. FARMACOLOGÍA DE LOS MEDICAMENTOS ANTIPARASITARIOS. Aula Virtual, Departamento de Farmacología. Facultad de Medicina. UNAM. 2022.
8. Quezada Lázaro R, Ortega Pierres MG. Giardiosis. Ciencia. 2017;68(1):34–7.
9. Arroyo R. Tricomonosis. Ciencia. 2017;68(1):58–61.
10. OPS. Geohelmintiasis. <https://www.paho.org/es/temas/geohelmintiasis>. OPS. 2023.
11. Dueñas R, David J, Cordero E, Antonio J, Piña P, Mercedes B, et al. CASO CLÍNICO ASCARIASIS BILIAR: CASO CLÍNICO PEDIÁTRICO REPORTADO EN HOSPITAL GENERAL ENRIQUE GARCÉS.
12. Plebanski M. Malaria. Ciencia. 2017;68(1):46–9.
13. OPS. <https://www.paho.org/es/noticias/25-4-2022-mexico-avanza-camino-hacia-eliminacion-paludismo>. OPS. 2022.
14. Izquierdo M, SN y EM(. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de Ciencias Experimentales. Enseñanza de las Ciencias. 1999;1(17):45–59.