

Aplicación de un ciclo de mejora en toxicología forense, llevando la ciencia a las letras

Application of an Improvement Cycles in Classroom in forensic toxicology, bringing science to alpha orientated students

Antonio Cascajosa Lira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9162-7236>

Universidad de Sevilla

Departamento de Nutrición y Bromatología, Toxicología y Medicina Legal

aclira@us.es

DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447225408.047>

Pp.: 717-728



Resumen

Se ha implementado un Ciclo de Mejora en el Aula (CIMA) en la asignatura Policía científica y Toxicología Forense para el curso 2022/23. El objetivo principal de este CIMA es introducir un nuevo modelo metodológico en el que se implementaran casos reales a resolver guiados y pautados por el profesor, como manera de reforzar el conocimiento teórico de los alumnos, además se ha mejorado el contenido de la asignatura añadiendo preguntas para captar la atención del estudiante y aportar un enfoque adecuado al contenido. El CIMA se ha aplicado correctamente en la gran mayoría de las sesiones, exceptuando 2 en la que el principal problema fue la falta de tiempo. En cuanto a las 3 ramas del contenido, se ha podido notar una gran diferencia de dificultades, en especial con el último bloque temático (los medicamentos). El *feedback* con el alumnado ha sido muy bueno, y en las escaleras de aprendizaje se ha podido comprobar que han avanzado correctamente demostrando una buena evaluación. En conclusión, seguiré intentando mejorar esta asignatura en futuros CIMAs aplicando modelos docentes mejor ajustados.

Palabras clave: Toxicología forense, criminología, docencia universitaria, desarrollo profesional docente.

Abstract

An Improvement Cycles in Classroom (ICIC) has been implemented in the scientific police and forensic toxicology subject for the 2022/23 academic year. The main objective of this ICIC is to introduce a new methodological model in which real cases are implemented to be solved guided and scheduled by the teacher as a way of reinforcing the theoretical knowledge of the students, in addition the content of the subject has been improved. Asking questions to capture the student's attention and provide an appropriate approach to the content. The ICIC has been applied correctly in the vast majority of the sessions, except for 2 sessions in which the main problem was the lack of time. Regarding the 3 branches of the content, it has been possible to notice a great difference in difficulties, especially with the last thematic block (medications). The feedback with the students has been very good, and in the learning stairs it has been possible to verify that they have progressed correctly, demonstrating a good evaluation of their learning. In conclusion, I will continue trying to improve these subjects in future ICICs by applying better adjusted teaching models.

Keywords: Forensic toxicology, criminology, university teaching, teacher professional development.



Introducción

El *Ciclo de Mejora en el Aula* (CIMA) que se presenta en este capítulo se ha realizado en la asignatura *Policía Científica y Toxicología Forense*, en concreto en la segunda parte de esta. Es una asignatura del primer cuatrimestre, 3º curso del grado de criminología (Facultad de Derecho), impartida por dos áreas de la Universidad de Sevilla, la primera parte *policía científica* es impartida por el área de medicina legal y la segunda *toxicología forense* es impartida por el área de toxicología en la que me centraré. Solo hay 1 grupo, en los que daré 10 horas de teoría con unos 35-40 alumnos en total.

Los CIMAS que he realizado hasta ahora son en asignaturas diferentes. Anteriormente el CIMA que realicé fue en el grado de Farmacia (2º curso) y en clases de seminarios. Este CIMA es en una asignatura del grado de criminología y son horas de teoría por lo que supone un nuevo reto. Al igual que en el CIMA anterior, voy a centrarme principalmente en mejorar la metodología de las clases. Para ello, voy a modificar y estructurar mejor los tiempos dedicados a cada una de las partes del modelo metodológico y en especial, a reducir en tiempo dedicado a la explicación teórica. También cambiaré levemente el contenido para esquematizarlo mejor y quitar el excesivo texto de las diapositivas con el fin de enlazar y conectar mejor las ideas. En cuanto a la evaluación, al igual que en el anterior CIMA es difícil de mejorar ya que depende, no solo de 2 áreas sino también de 5 profesores más.

Diseño previo del CIMA

Mapas de contenidos y problemas claves

El mapa de contenidos (figura 1) comienza con una pregunta general para enfocar las tres grandes ramas del temario: Intoxicaciones por cáusticos y corrosivos, intoxicaciones por plaguicidas e intoxicaciones por medicamentos. Cada una de las 3 preguntas siguientes está relacionada con bloques comunes a todos los temas: el tratamiento (*¿Qué haríais si vuestro hijo se bebe por error un producto de limpieza?*), la fuente de exposición a sustancias peligrosas (*¿Creéis que estamos expuestos a productos peligrosos en nuestra alimentación?*) y por último la clasificación (*¿Cuál es el medicamento más peligroso?*).



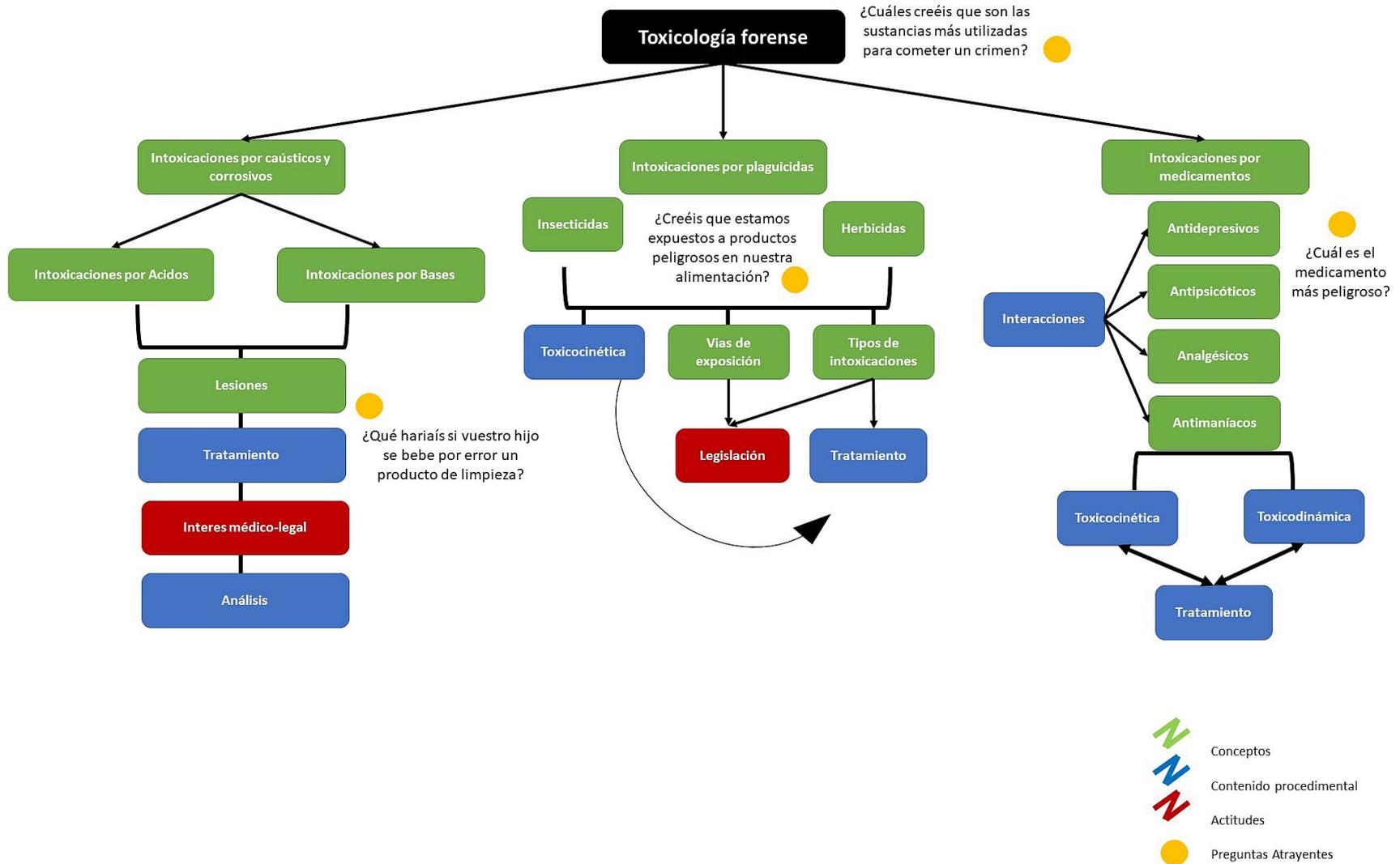


Figura 1. Mapa de contenidos en toxicología forense, clasificados en función del tipo de contenidos y preguntas atrayentes.



Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0.)

Modelo metodológico y secuencias de actividades

El modelo metodológico (figura 2) está dividido en tres secciones sucesivas: ideas previas, núcleo de interés e integración de ideas.

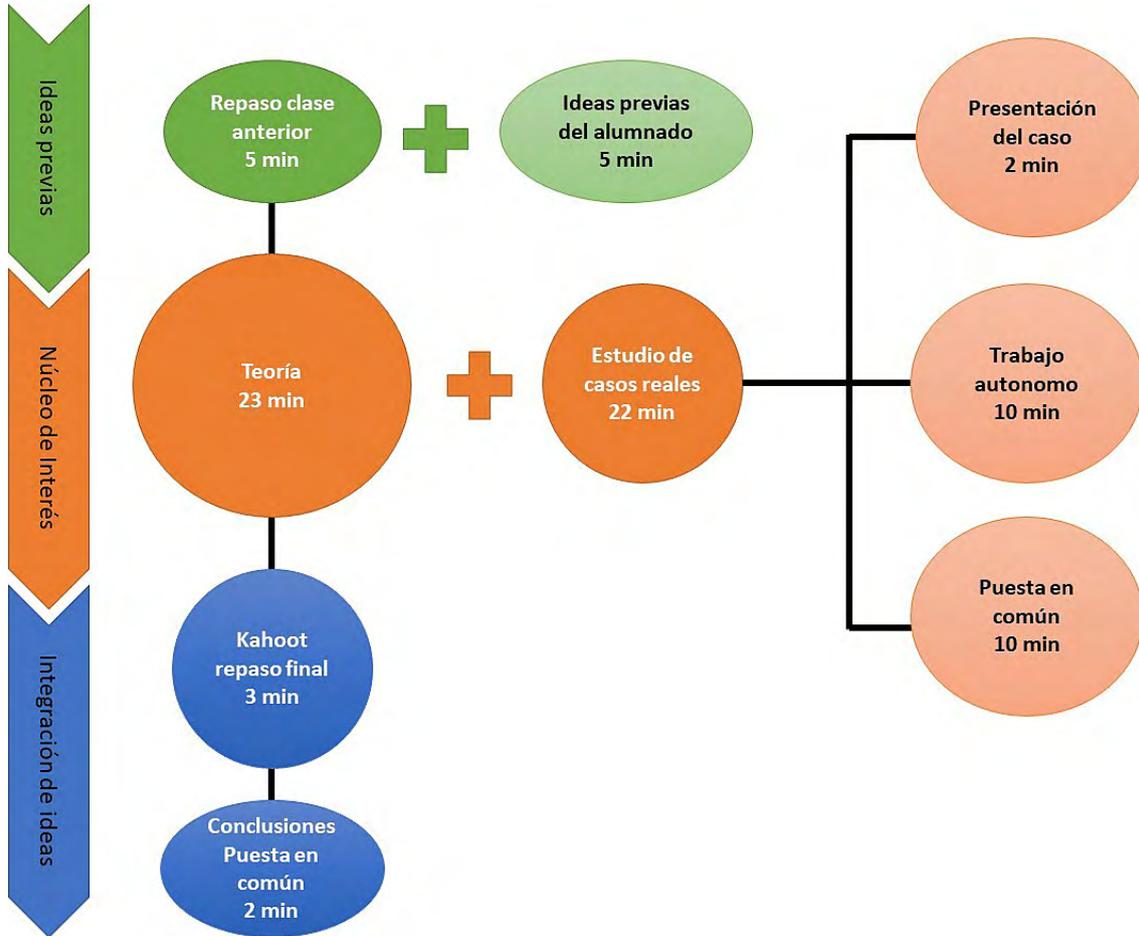


Figura 2. Modelo metodológico del CIMA.

Todas las sesiones seguirán el mismo modelo metodológico, que inicialmente está pensado para sesiones de 1 h. Sin embargo, también se aplicará en sesiones de 2 horas duplicando el tiempo de cada una de las actividades. En la tabla 1 se detalla la secuencia de actividades.

Tabla 1. Secuencia de actividades del CIMA en Toxicología forense

Actividad Tiempo	Descripción
Repaso + ideas previas 10 min	Se realiza un esquema en la pizarra de los contenidos esenciales que vimos en la clase anterior, enlazándolo con la materia de ese día a través de las ideas previas que tengan los alumnos. Cada uno de estos apartados durará 5 minutos, es decir, una duración total de 10 minutos.
Teoría 23 min	Este es el apartado más extenso del modelo metodológico con una duración aproximada de 23 minutos en los que principalmente se impartirán contenidos de tipo conceptuales mediante el uso de diapositivas en power point. En este apartado además se utilizarán noticias de actualidad con el fin de captar la atención y dar importancia a los contenidos que se dan en clase.
Estudio de casos reales 22 min	Este apartado tendrá una duración total de 22 minutos y se utilizarán caso de crímenes en los que se hayan utilizado la sustancia de estudio de cada parte. Se lanzará una pregunta problema (2 minutos) y los alumnos tendrán 10 minutos para pensar de forma individual la respuesta, para, posteriormente, hacer una puesta en común de todas ellas (10 minutos).
Repaso final 3 min	Los alumnos leerán el código QR que aparece en la pantalla con sus teléfonos móviles, lo que los llevara directamente a la realización del repaso final de la clase con un juego informático de preguntas tipo test (con 4 opciones y solo una correcta). con un tiempo limitado de 15 segundos (tiempo total= 3 minutos aproximadamente). Un total de 10 preguntas que servirán para afianzar los conocimientos impartidos y conocer los posibles errores que pueden cometer. Los resultados de estas preguntas serán analizados (por el propio sistema) para conocer cuál es la pregunta con menos porcentaje de aciertos y cuáles son los puntos clave que tengo que repasar al inicio de la siguiente clase.
Conclusión 2 min	Un breve cierre de la clase comentando los resultados que han obtenido en el kahoot con las principales ideas que deben integrar.

Cuestionario inicial-final

El cuestionario inicial y final constará de las mismas preguntas. Cada una de ellas estará relacionada con una de las ramas principales del mapa de contenidos: Intoxicaciones por cáusticos y corrosivos, plaguicidas y medicamentos.

Además, este cuestionario me ayudará a conocer los conocimientos de partida, ya que se trata de alumnos de la Facultad de Derecho que no han estudiado asignaturas de ciencias.



El cuestionario constará de las siguientes preguntas:

- a) *¿Qué ocurre en nuestra piel cuando le cae un ácido?* En esta pregunta valoraré del 1 al 3 en función de cómo describan el proceso o mecanismo tóxico de corrosión de la piel o el aspecto que presentan las lesiones: 1. No describe ningún proceso o lesión; 2. Conoce lo que significa la corrosión; 3. Describe el proceso y el aspecto de una lesión característica.
- b) *¿Cómo se intoxica una persona con un plaguicida?* Aquí valoraré del 1 al 3 el conocimiento sobre las vías de exposición a sustancias tóxicas como los plaguicidas: 1. No conoce ninguna vía de exposición; 2. Conoce las vías de exposición, pero no conoce la vía principal ante este tipo de intoxicaciones; 3. Conoce cuál es la vía principal
- c) *¿Qué grupo de medicamentos causa intoxicaciones con mayor frecuencia?* En esta ocasión, las respuestas tendrán el siguiente orden de valoración: 1. No lo conoce; 2. Responde mencionando un medicamento, pero no lo argumenta; 3. Respuesta correcta y argumentada

Aplicación del CIMA

Relato resumido de las sesiones

En la primera clase en la que apliqué el CIMA noté que me hizo falta algo de tiempo, dado que tuve que pasar el cuestionario inicial y, a pesar de que son alumnos de un curso avanzado, ninguno había utilizado antes la plataforma *Socrative*, tuve que dar instrucciones para que lo acabaran después de clase. Además, tuve que extenderme algo más en la teoría porque preguntaban muchas dudas. En el primer tema, los estudios de casos reales que desarrollé trataban sobre las quemaduras producidas por ácidos y bases, expuse varios ejemplos de personas que habían sido atacadas con estas sustancias, sobre todo casos de violencia machista, como son los casos de: Katie Piper y Patricia Lefranc. En el caso práctico que tenían que resolver hubo mucha participación en la puesta en común (más del 75% de los asistentes a clase), tenían que descubrir si las fotos de las quemaduras que puse en las diapositivas eran producidas por un álcali o por un ácido. Argumentaron sus planteamientos, pero hasta la siguiente clase no conocieron las respuestas por falta de tiempo. En el repaso final, en el que utilicé la herramienta *Kahoot* noté que los alumnos fallaron más cuando se les preguntaba acerca del tratamiento de las intoxicaciones. Este error en el CIMA es debido a que en ningún estudio de casos reales se abordó el tratamiento de las intoxicaciones (ni tampoco es un tema



que se trate en los libros de casos prácticos), solamente se aborda el aspecto de las lesiones y las patologías, por lo que intenté implementarlo en las siguientes sesiones. En las próximas sesiones sobre los plaguicidas resolvimos el caso práctico, sin intervención de los alumnos que ya habían argumentado sus respuestas en la anterior clase y repasé el tratamiento de las intoxicaciones porque era la parte que más fallos había tenido (solo un 18% respondió correctamente en la clase anterior). En el caso práctico sobre las intoxicaciones con plaguicidas, se trató de relacionar los síntomas de una intoxicación por organofosforados y organoclorados (insecticidas) con los síntomas típicos de un síndrome colinérgico, es decir, deducir la relación entre síntomas y mecanismo de acción de una sustancia tóxica. Estos casos les resultaron bastante más fácil que el de las primeras sesiones, pues la gran mayoría de los que contestaron acertaron sin problemas. Una vez finalizadas las clases hicimos el último repaso, en el que noté que cometían más errores cuando se les preguntaba acerca del mecanismo de acción de una sustancia en concreto, un herbicida llamado paraquat (solo un 25% contestaron la pregunta de este compuesto). Este fallo puede ser debido a que hay muchísimas sustancias tóxicas en este tema, con mecanismo de acción muy diferentes. Es por esa razón que en la siguiente clase decidí repasar haciendo un esquema general en la pizarra con cada una de las sustancias y su mecanismo de acción. En la siguiente sesión comenzamos con la nueva rama de la asignatura, los medicamentos. Expliqué uno de los grupos de medicamentos que mayores intoxicaciones causan, que son los antidepresivos. Estos medicamentos suelen ser difíciles de comprender por los alumnos ya que no son muy habituales y conocidos entre la población joven. Por tanto, les resulta complicado aprender los nombres y los diferentes grupos que los conforman. Únicamente expliqué dos grupos de antidepresivos: los tricíclicos (ATC) y los inhibidores de la monoaminoxidasa (IMAO). En los casos prácticos me centré en los IMAO, ya que no solo causan intoxicaciones sino también interactúan con muchos otros medicamentos y alimentos. En este punto comencé a notar una falta de conocimientos básicos sobre la acción de los neurotransmisores implicados en el sistema límbico. No conocían la acción de la serotonina ni de la dopamina. Posteriormente en la prueba de repaso hubo un gran porcentaje de error. De las 8 preguntas hubo 5 en las que el porcentaje de aciertos por alumnos fue del 0%. En la siguiente sesión nos centramos en otro grupo de fármacos también complicados de enseñar y aprender, los antipsicóticos, tanto los clásicos como los atípicos. Comprendí que los fármacos que actúan sobre el sistema nervioso central les resultan difíciles de comprender, por lo que comencé a dar explicaciones más extensas, y dándole un enfoque más exhaustivo a los mecanismos de acción, intentando ir más despacio y partiendo de conceptos más simple.



Los casos prácticos se centraron en los efectos extrapiramidales de los antipsicóticos. Tenían que identificar cuáles eran estos efectos entre los que describía una persona intoxicada y explicar si se debían a la intoxicación de un antipsicótico clásico o atípico. Hubo muy poca participación y los que participaban erraban en sus respuestas. El siguiente tema continuaba centrándose en las intoxicaciones por medicamentos, en este caso, era algo más sencillo, ya que se trataba de los analgésicos. En concreto dimos el ácido acetilsalicílico y el paracetamol. Al tratarse de dos medicamentos usados habitualmente en la población joven, los alumnos no tuvieron mucho problema en comprender el mecanismo de acción y los efectos que puede tener una persona intoxicada. En el caso práctico hubo mucha participación, se centró en el caso de un suicidio con paracetamol y en cual debería ser el tratamiento en función de los niveles de paracetamol y metabolitos tóxicos en plasma. Más de un 50% de los alumnos respondieron correctamente y en el repaso final a través de la prueba *Kahoot* alrededor de un 33% de los alumnos respondieron también correctamente a todas las preguntas.

A lo largo de las sesiones me di cuenta de que uno de los aspectos que también les resulta complicado es aprender las dosis tóxicas de cada uno de los grupos de medicamentos. Esta parte del temario, aunque extensa, es muy importante. Por lo que, en mi última clase les hice hincapié en la necesidad de memorizar las dosis tóxicas de los medicamentos. Todos los casos prácticos que realicé en clase se encuentran en la bibliografía (Damin, García y otros, 2022).

Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

Para la evaluación del aprendizaje de los estudiantes se utilizó la herramienta online *Socrative*, con la que los alumnos podían contestar a las preguntas cortas del cuestionario inicial y final durante la clase.

Cada una de las preguntas se clasificaron del nivel 1 al 3, como se ha indicado, y se construyó una *escalera de aprendizaje* con los porcentajes de alumnos para cada nivel (porcentaje de puntuaciones). En cada una de las escaleras (figura 3, 4 y 5) puede verse el porcentaje de estudiantes en cada nivel en el cuestionario inicial (PRE) y en el cuestionario final (POST). Además, la altura de cada escalón es directamente proporcional a la dificultad para superar cada obstáculo. En todas las preguntas el porcentaje de alumnos en el nivel más avanzado crece tras el cuestionario final, lo que se traduce en una valoración positiva del aprendizaje.



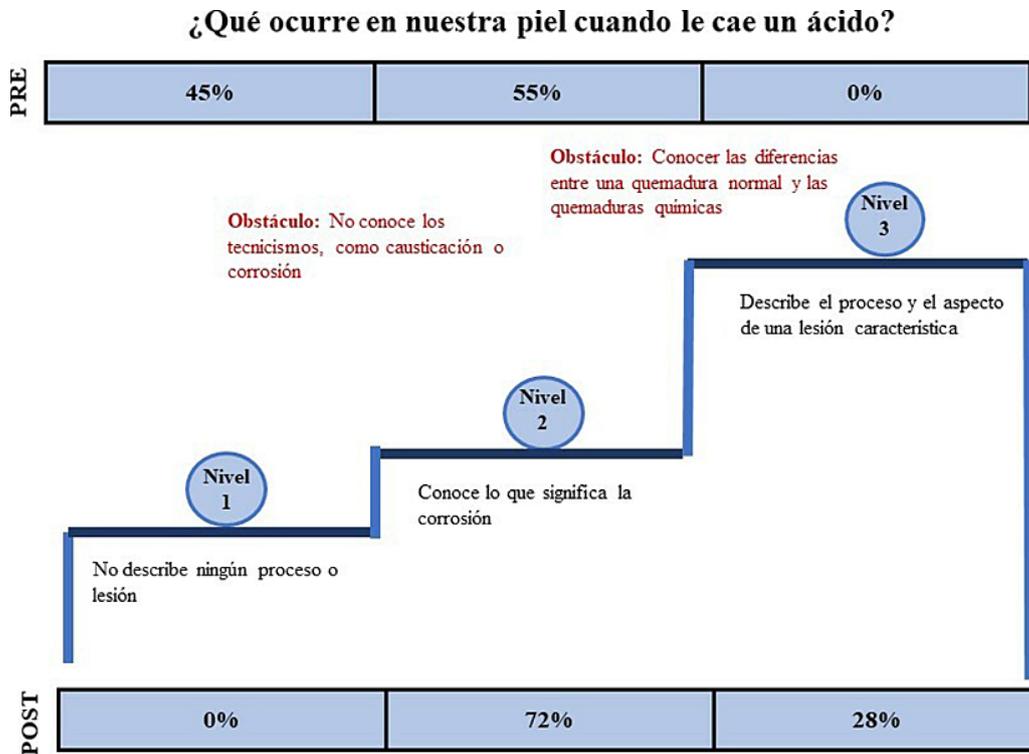


Figura 3. Escalera de aprendizaje de la pregunta *¿Qué ocurre en nuestra piel cuando cae un ácido?*

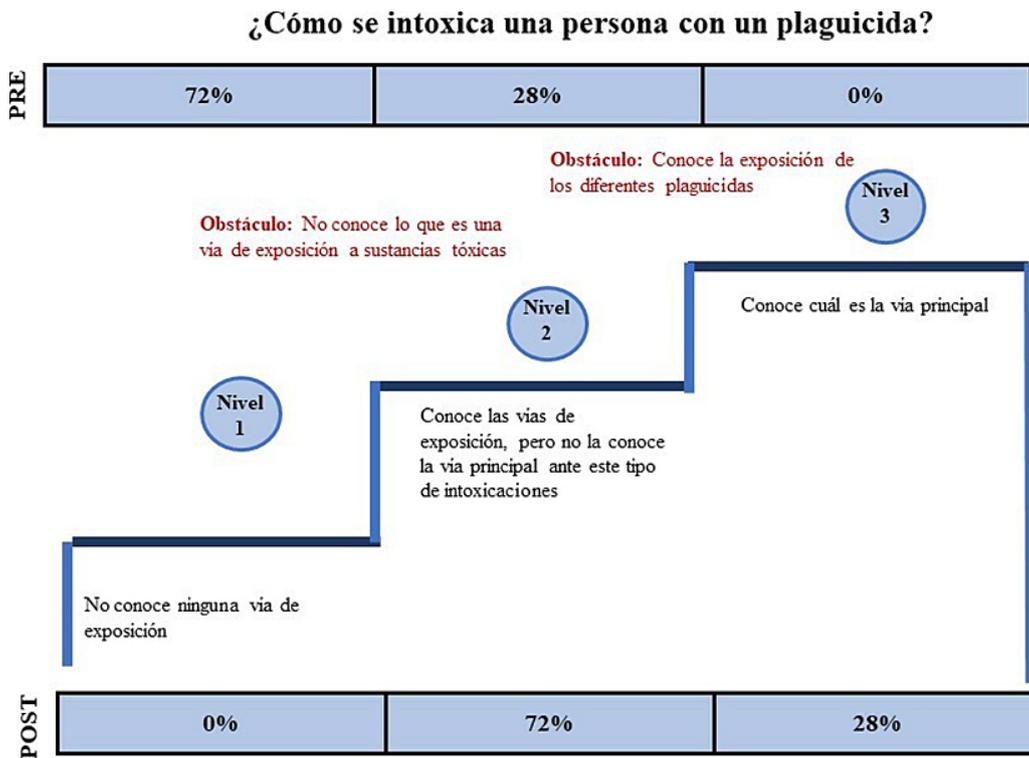


Figura 4. Escalera de aprendizaje de la pregunta *¿Cómo se intoxica una persona con un plaguicida?*



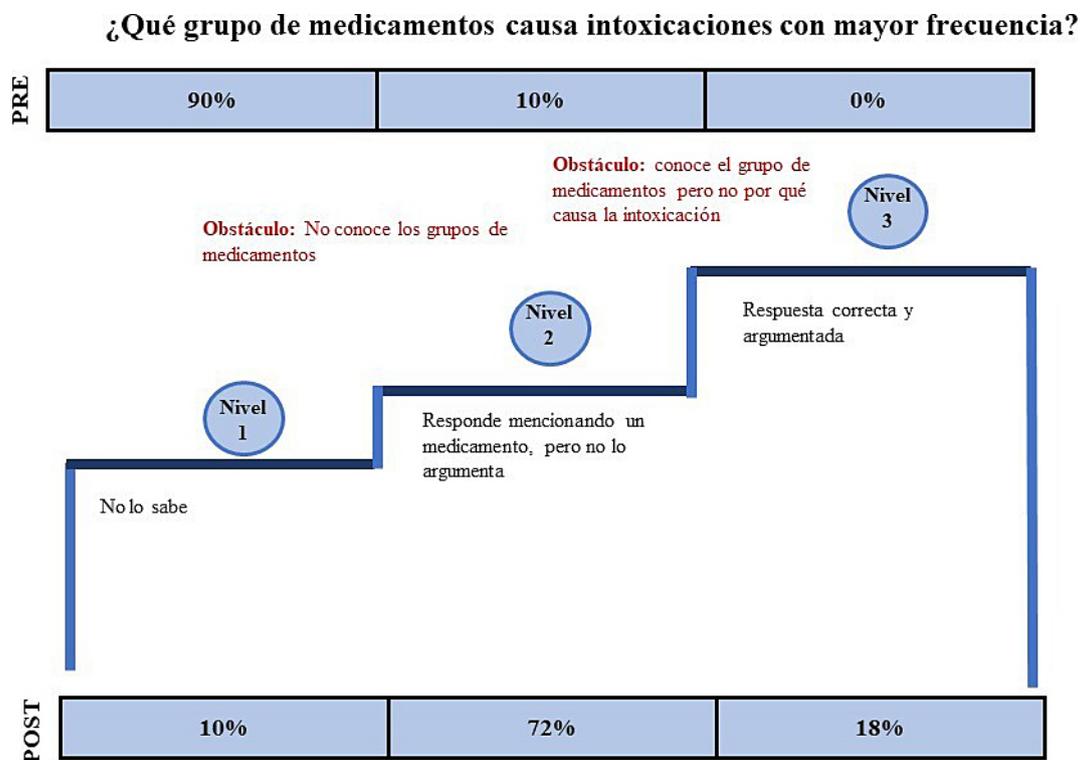


Figura 5. Escalera de aprendizaje de la pregunta *¿Qué grupo de medicamentos causa intoxicaciones con mayor frecuencia?*

Evaluación del CIMA

Aspectos a mantener o cambiar en un futuro CIMA

En este CIMA he podido comprobar aspectos didácticos que deben refinarse al enseñar materias de ciencias a alumnos que no tienen una base fundamentada. Por un lado, me he dado cuenta de que la metodología que utilizaba en CIMAs anteriores (Cascajosa-Lira, 2021) no es útil para este tipo de asignaturas ya que necesitan un gran refuerzo teórico antes de poner cualquier conocimiento en práctica. En el anterior CIMA hice que los alumnos desarrollaran sus propios temas y los expusieran en clase, pero en este caso era difícil aplicar. También ha sido algo difícil ajustar el tiempo de los casos prácticos y ha habido algunos que he tenido que pedirles que resuelvan fuera del horario de clase. A pesar de este inconveniente, introducir casos prácticos en una asignatura tan teórica les ha parecido interesante y me lo han comentado en el *feedback* de mi última clase, por lo que lo seguiré implementando en un futuro para esta y otras asignaturas parecidas.



Principios Docentes para el futuro

En un futuro me parecería interesante implementar modalidades de aprendizaje que pudiesen *mejorar el equilibrio teoría y práctica*. Tal vez, sería interesante un aprendizaje mixto como el aula invertida, para así, dedicar el tiempo de clase a trabajar de forma colaborativa en los casos prácticos, mientras que fuera del aula pueden reforzar el conocimiento teórico a través de material didáctico facilitado y guiado por el profesor (Brookfield y Preskill, 2005). Aunque también hay que tener en cuenta que aplicar esta técnica puede hacer descender el número de alumnos que vengan a clase, que en el caso de esta asignatura es bastante bajo.

Referencias bibliográficas

- Brookfield, S. y Preskill, S. (2005). *Discussion as a Way of Teaching: Tools and Techniques for Democratic Classrooms*. Boosey-Bass.
- Cascajosa-Lira, A. (2021). Aplicación de un ciclo de mejora en los seminarios de Toxicología por un profesor principiante. En R. Porlán, E. Navarro-Medina y A. F. Villarejo-Ramos (Coords.), *Ciclos de mejora en el aula año 2021. Experiencias de innovación docente de la Universidad de Sevilla* (pp. 1427-1440). Editorial de la Universidad de Sevilla. <http://dx.doi.org/10.12795/9788447222865.081>
- Damín, C.; García, S. y González-Negri, M. (2022). *Toxicología Clínica. Fundamentos para la Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de las Intoxicaciones*. Editorial Médica Panamericana.
- Müller, T.; Lichtinger U. y Girg, R. (2015). *The Multi Grade Multi Level-Methodology and its Global Significance. Ladders of Learning-Scientific Horizons-Teacher Education*. Prolog Verlag.

