

Artículo original breve

Aplicación de Gamificación en toxicología forense, llevando la ciencia a las letras

Application of Gamification in Classroom in forensic toxicology, bringing science to alpha orientated students

Cascajosa-Lira A, Prieto AI*

Área de Toxicología, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla

*Correspondencia: anaprieto@us.es

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, seguiremos intentando mejorar esta asignatura en futuros CIMAs aplicando modelos docentes mejor ajustados.

Abstract: Improvement Cycles in the Classroom (ICIC) has been implemented in the subject of scientific police and forensic toxicology 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). Feedback from 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.

Palabras clave: Toxicología forense; Criminología; Docencia universitaria; Innovación docente.

Keywords: Forensic toxicology; Criminology; University teaching; Teaching innovation.

1. Introducción

Un Ciclo de Mejora en el Aula es un proceso estructurado y sistemático que tiene como objetivo mejorar la práctica docente y el aprendizaje de los estudiantes. Se basa en la idea de que los docentes son profesionales en constante crecimiento y que la reflexión y la mejora continua son fundamentales para el desarrollo de su enseñanza. Los ciclos de mejora en el aula tienen varias etapas:

1. Recopilación de información sobre el rendimiento de los estudiantes.
2. Análisis detenido de la información para identificar patrones, tendencias o áreas de mejora específicas.
3. Establecer objetivos alcanzables y medibles.
4. Planificación de estrategias con un plan detallado de las actividades que se implementarán en el aula para alcanzar los objetivos establecidos.
5. Implementación del plan y monitorización del progreso con el feedback de los estudiantes.
6. Evaluación de los resultados obtenidos y revisión.

El Ciclo de Mejora en el Aula (CIMA) que se presenta en este trabajo ha sido aplicado en la asignatura Policía Científica y Toxicología Forense. Esta es una asignatura impartida por dos áreas de conocimiento (Toxicología y Medicina Legal) en el primer cuatrimestre del 3º curso del Grado de Criminología (Facultad de Derecho). En concreto, CIMA ha sido realizado en la segunda parte de esta asignatura durante la docencia impartida por el Área de Toxicología. Así, esta docencia comprende un solo grupo de clase con 35-40 alumnos, en los que se han dado 10 horas de teoría. La asignatura de Toxicología forense se ocupa del estudio de sustancias químicas, drogas y venenos, y su relación con la ley y la investigación criminal. Se basa en la aplicación de los principios y métodos de la toxicología

para determinar la presencia, concentración y efectos de sustancias tóxicas en muestras biológicas con el fin de establecer su papel en casos legales y judiciales.

A pesar de que es una asignatura de ciencia se imparte a alumnos que tiene una base focalizada en las letras y en el derecho. Sin embargo, la toxicología forense es una disciplina esencial en la enseñanza de casos criminales y judiciales.

Por tanto, el objetivo global de este trabajo será realizar un ciclo de mejora en el aula que se centrará en mejorar la metodología de la clase. En este sentido se implementará la gamificación, que es el uso de técnicas y elementos de juego con el objetivo de motivar y comprometer a las personas a participar en una actividad determinada y alcanzar ciertos objetivos. El juego incluye incentivos como recompensas (puntos), competencias entre los estudiantes, desafíos, rankings, avatares, entre otros. La idea detrás de la gamificación es aprovechar la naturaleza lúdica e intrínsecamente motivadora del juego para fomentar comportamientos específicos en un público objetivo, como por ejemplo el aprendizaje, la productividad, la colaboración, la participación en actividades físicas o la adopción de hábitos saludables. Además, se van a modificar y estructurar mejor los tiempos dedicados a cada una de las partes del modelo metodológico y en especial, a reducir el tiempo dedicado a la explicación teórica. También se cambiará levemente el contenido para esquematizarlo mejor y quitar el excesivo texto de las diapositivas con el fin de enlazar y conectar mejor las ideas propiciando una enseñanza de una forma más directa y práctica para el alumno.

2. Metodología

2.1. Secuencia de actividades

Todas las sesiones seguirán el mismo modelo metodológico, inicialmente está pensado para sesiones de 1 hora. 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 actividad
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 en el 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	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 GAMIFICACIÓN	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 tiempo limitado a 15 segundos/pregunta (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 y nos centraremos en la pregunta con menos porcentaje de aciertos para poder repasar los conceptos que no hayan quedado claros 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.

2.2. Cuestionario Inicial y Final

El cuestionario inicial y final será la forma en la que evaluaremos si realmente hemos conseguido los objetivos y el aprendizaje de los

estudiantes en este ciclo de mejora, ha sido el correcto. El cuestionario constará de las mismas preguntas al principio y al final de la asignatura. 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 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 se valorará de 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 se valorará de 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.

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.

3. Resultados

3.1. Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

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 (Figuras 1, 2 y 3) 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.

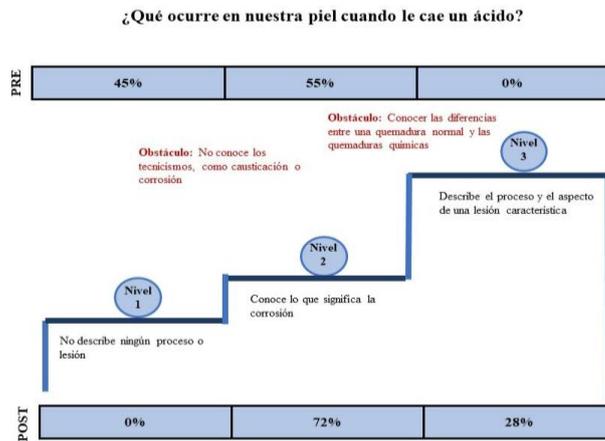


Figura 1. Escalera de aprendizaje de la pregunta ¿Qué ocurre en nuestra piel cuando cae un ácido?

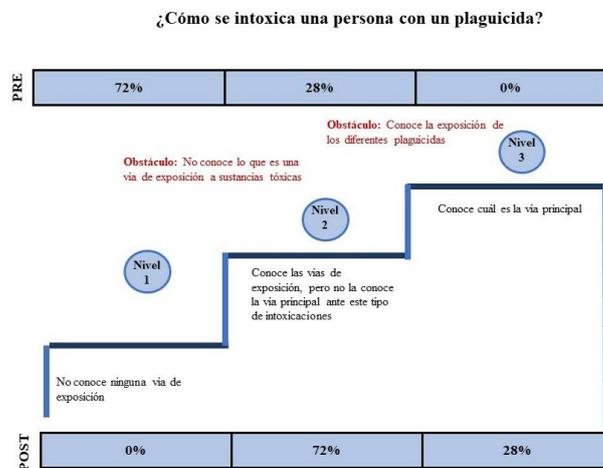


Figura 2. Escalera de aprendizaje de la pregunta ¿Cómo se intoxica una persona con un plaguicida?

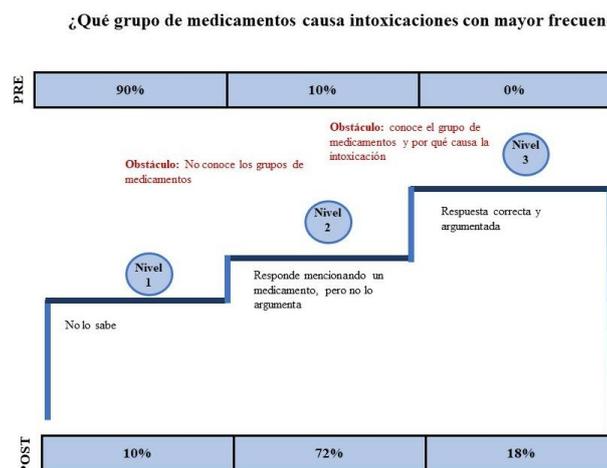


Figura 3. Escalera de aprendizaje de la pregunta ¿Qué grupo de medicamentos causa intoxicaciones con mayor frecuencia?

4. Discusión

En el primer tema, los estudios de casos reales trataban sobre las **quemaduras producidas por ácidos y bases**, se expusieron varios ejemplos de personas que habían sido atacadas con estas sustancias, 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 se puso en las diapositivas eran producidas por un álcali o por un ácido. Argumentaron sus planteamientos, pero hasta la siguiente clase no conocieron las respuestas. En el repaso final, en el que se utilizó la herramienta kahoot los alumnos fallaron más cuando se les preguntaba acerca del tratamiento de las intoxicaciones.

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 lo hicieron correctamente. Una vez finalizadas las clases se hizo el último repaso, donde se observaron más errores cuando se les preguntaba sobre el mecanismo de acción de una sustancia en concreto, un herbicida llamado paraquat (solo un 25% contestaron la pregunta de este compuesto). Los fallos podrían ser debidos a la gran cantidad de sustancias tóxicas englobadas en este tema, con mecanismo de acción muy diferentes.

En la siguiente sesión comenzamos con la nueva rama de la asignatura, los **medicamentos**. Les resulta complicado aprender los nombres y los diferentes grupos que los conforman. Únicamente se explicaron dos grupos de antidepresivos: los tricíclicos

(ATC) y los inhibidores de la monoaminooxidasa (IMAO).

Los casos prácticos se centraron en los IMAO, ya que no solo causan intoxicaciones sino también interaccionan con muchos otros medicamentos y alimentos. Se evidenció una falta de conocimientos básicos sobre la acción de los neurotransmisores implicados en el sistema límbico ya que no conocían la acción de la serotonina ni de la dopamina. Además, posteriormente en la prueba de repaso hubo un gran porcentaje de error, de 8 preguntas planteadas en 5 de ellas el porcentaje de aciertos por alumnos fue del 0%.

La siguiente sesión se centró en otro grupo de fármacos también complicados de enseñar y aprender, los **antipsicóticos**, tanto los clásicos como los atípicos. Los fármacos que actúan sobre el sistema nervioso central les resultan difíciles de comprender, por lo que las explicaciones fueron más extensas, y dándole un enfoque más exhaustivo a los mecanismos de acción.

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.

A lo largo de las sesiones se hizo notar 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 la última clase se hizo hincapié en la necesidad de memorizar las dosis tóxicas de los medicamentos. Todos los casos prácticos que se realizaron en clase se encuentran en la bibliografía [1].

En un futuro sería 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 [2]. 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

1. Damín C, García S, y González-Negri M. Toxicología Clínica. Fundamentos para la Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de las Intoxicaciones. 1º Ed. Madrid: Editorial Medica Panamericana; 2022. 712.
2. Brookfield S y Preskill S. Discussion as a Way of Teaching: Tools and Techniques for Democratic Classrooms. 2º Ed. Hoboken: Joosey-Bass; 2005. 336.

Este trabajo debe ser citado como:

Cascajosa-Lira A y Prieto AI. Aplicación de Gamificación en toxicología forense, llevando la ciencia a las letras. Rev Esp Cien Farm. 2023;4(1):107-113.

5. Conclusiones

Se ha aplicado un ciclo de mejora en el aula para la asignatura Toxicología Forense del Grado en Criminología de la Universidad de Sevilla. Según los resultados obtenidos, se puede afirmar que la gamificación es una herramienta motivadora que estimula la exploración y puede resultar muy útil para mejorar la adquisición de conceptos y consolidar los conocimientos ya obtenidos en una asignatura. Por lo tanto, en un futuro podría ser utilizada eficazmente como una herramienta de evaluación en clases teóricas.

Agradecimientos

Los autores agradecen al programa RADIF de la facultad de Farmacia por la formación recibida y por la organización de las I Jornadas de Innovación Docente de la Facultad de Farmacia. Antonio Cascajosa Lira agradece al Ministerio de Universidades por la concesión del contrato FPU 2019-01247

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.