

Aprender cómo responde nuestro cuerpo frente a las infecciones: un nuevo enfoque para enseñar inmunología

Learning how our body responds to infections: a new approach to teaching immunology

Farmacia

MARÍA ANTONIA SÁNCHEZ ROMERO

<https://orcid.org/0000-0003-3098-1033>

Universidad de Sevilla. Departamento Microbiología y Parasitología.

mtsanchez@us.es

Resumen. Este trabajo presenta una experiencia docente en el aula impartida en la asignatura de Biología de primer curso del Grado en Farmacia. El ciclo de mejora en el aula desarrollado propone un cambio del modelo teórico clásico basado en clases magistrales hacia un modelo fundamentado en el aprendizaje crítico natural. El tema abordado corresponde a conceptos básicos de inmunología. El objetivo principal ha sido dar protagonismo a los alumnos durante el proceso de aprendizaje, mediante una presencia activa del profesor al mismo tiempo que discreta. Los cuestionarios han sido una herramienta fundamental en el proceso para conocer la evolución de los modelos mentales de los estudiantes y los resultados fueron muy satisfactorios, proporcionando al alumnado una experiencia de aprendizaje muy enriquecedora.

Palabras claves: Biología, grado en farmacia, docencia universitaria, desarrollo profesional docente, inmunología.

Abstract. This work presents a teaching experience in the classroom taught in the biology subject of the first year of the Degree in Pharmacy. The improvement cycle proposes a change from the classical theoretical model based on lectures to a model based on natural critical learning. The topic addressed corresponds to basic concepts of immunology. The main objective has been to give prominence to the students during the learning process, through an active presence of the teacher at the same time as discreet. The questionnaires have been a fundamental tool in the process to know the evolution of the mental models of the students and the results were very satisfactory, as well as a very enriching learning experience for the students.

Keywords: Biology, pharmacy degree, university teaching, teacher professional development, immunology.

Breve descripción del contexto

El Ciclo de Mejora en el Aula (CIMA) (Delord, Hamed y otros, 2020) que presento se refiere a una innovación realizada en la asignatura *Biología* en el Grado en Farmacia de la Universidad de Sevilla. Esta asignatura es de carácter obligatorio y se imparte en el primer curso del Grado en Farmacia. La asignatura de Biología es interdepartamental y comprende 6 ECTS distribuidos en 4 teóricos, 0,5 teórico-prácticos y 1,5 para prácticas de laboratorio. En ella participamos 12 profesores diferentes (repartidos en 6 grupos, dos profesores por grupo) y, tanto la estructura de las clases como el sistema de evaluación, es poco flexible, existiendo exámenes y guiones teóricos comunes para todos los grupos. El grupo sobre el que he realizado el CIMA está formado por 65 alumnos, de los cuales asisten con regularidad entre el 75-80%, siendo el número de alumnos repetidores de 19.

El tema seleccionado para el CIMA corresponde a conceptos básicos de inmunología con el objetivo de entender cómo responde nuestro cuerpo frente a las infecciones. Este tema tiene mucha trascendencia para un farmacéutico, en cualquiera de las futuras vertientes donde ejerza la profesión. Con respecto a los conocimientos previos sobre esta unidad didáctica existe bastante heterogeneidad, debido a que no todos los alumnos han cursado un bachillerato de ciencias de la salud durante la educación secundaria. Es importante destacar la repercusión que estos contenidos tienen con otras asignaturas relacionadas con Microbiología.

Los recursos disponibles para desarrollar el CIMA es un aula antigua, con bancas fijas corridas, una pizarra convencional y un proyector. La mesa del profesor está situada en altura con respecto a las bancas de los alumnos. El CIMA se desarrolló en 8 sesiones, con una duración de 3 días a la semana (lunes, martes y miércoles), 1 hora al día y en horario de 17:00-18:00 horas.

Diseño previo del ciclo de mejora en el aula

El motivo que originó la realización de un CIMA en esta asignatura y en este tema estaba relacionado con la importancia que tiene para alumnos de Farmacia, como futuros profesionales sanitarios, que consigan durante su enseñanza universitaria una base sólida sobre el funcionamiento del sistema inmune en humanos. Con este propósito me pareció interesante la idea de aplicar un cambio de metodología y apostar por un aprendizaje crítico natural, donde se mantenga la atención del estudiante y se despierte su interés para seguir aprendiendo fuera del aula (Bain, 2007). Para ello, se optó por una participación activa del alumnado donde el docente actúe como un facilitador del proceso de aprendizaje, de manera que se desarrolle un paradigma de enseñanza centrado en el estudiante.

Modelo metodológico posible

El modelo metodológico posible (Figura 1) diseñado para la aplicación del CIMA se basa en plantear una pregunta clave a los estudiantes sobre el tema que queremos trabajar que generará curiosidad e interés en el alumnado y cuya resolución nos permita ir avanzando en el proceso de aprendizaje (Bain, 2007). Esta pregunta estimula a los alumnos a exponer y a explorar las ideas previas sobre el tema. El uso de actividades de contraste encaminadas a trabajar en grupos les ayudará a describir y debatir sobre los contenidos propuestos. A continuación, se dedica un tiempo a la exposición de contenidos teóricos para contrastar con las ideas de los alumnos. Por último, previo a exponer las conclusiones y las ideas finales, se realizará una actividad práctica o de contraste para ver la evolución del aprendizaje, así como detectar las dificultades en algún aspecto en concreto.



Figura 1. Modelo metodológico posible. Las actividades de participación del profesor se señalan en azul, las de participación del alumnado en rojo y las de participación relacional entre profesor-alumno en amarillo

Mapa de contenidos

Para responder a las preguntas se diseñó un mapa de contenidos (Figura 2) en el que se representan los contenidos conceptuales, los procedimentales y los actitudinales. El uso del mapa conceptual fue un recurso desarrollado por Novak y Gowin (1988) para promover el aprendizaje significativo (Ausubel, Novack y otros, 1976). Este tipo de herramienta permite interrelacionar los diferentes tipos de contenidos, permitiendo que adquieran un significado más profundo al encontrarse enmarcados y relacionados en una red de conceptos. El mapa de contenidos es una herramienta muy útil, tanto para el docente como para los estudiantes, porque permite tener una visión global de todos los contenidos a trabajar y donde la visualización de las interacciones entre los contenidos posibilita un mejor tratamiento de los problemas sociales desarrollando un espíritu crítico (García, Porlán y otros, 2017).

El mapa de contenidos se inicia con una pregunta clave basada en un problema de la vida cotidiana: *¿qué quiere decirnos nuestro cuerpo cuando tenemos fiebre?* A través de la generación de respuestas a esta pregunta los alumnos irán adquiriendo conceptos relacionados con los sistemas de defensa del cuerpo humano frente a una infección por microorganismos patógenos. A lo largo de las diferentes sesiones los alumnos aprenderán los mecanismos que tiene el cuerpo para defenderse frente al ataque de patógenos (los que actúan antes de la entrada del microorganismo y aquellos que actúan después de su entrada), las etapas del proceso infeccioso y las manifestaciones o sintomatología que tiene nuestro cuerpo para avisarnos y alertarnos de la invasión de un agente patógeno. Los contenidos actitudinales están relacionados con el interés por el sistema inmune y la respuesta inmunitaria, así como el reconocimiento de la importancia del uso de vacunas. Los contenidos procedimentales irán encaminados a identificar los mecanismos de acción del sistema inmune y a la detección de los síntomas locales y sistémicos de una infección.

En la figura 2 las fechas indican que los conceptos están relacionados entre sí, destacando las preguntas en cuadros naranja, los conceptos principales en azul y los secundarios en amarillo.

Secuencia de actividades programadas

Un aspecto clave en la aplicación de un modelo metodológico es el diseño de una secuencia de actividades que permitan dirigir lo que va a ocurrir en el aula. Esta serie de actividades permitirán garantizar una coherencia entre el modelo posible y lo que ocurre en el aula (de Alba y Porlán, 2017).

Las estrategias expositivas serán acompañadas por una secuencia de actividades de distinto tipos: de conocimientos previos, de refuerzos y de indagación/investigación. Las actividades que se aplicarán en las distintas sesiones se resumen en la tabla 1.

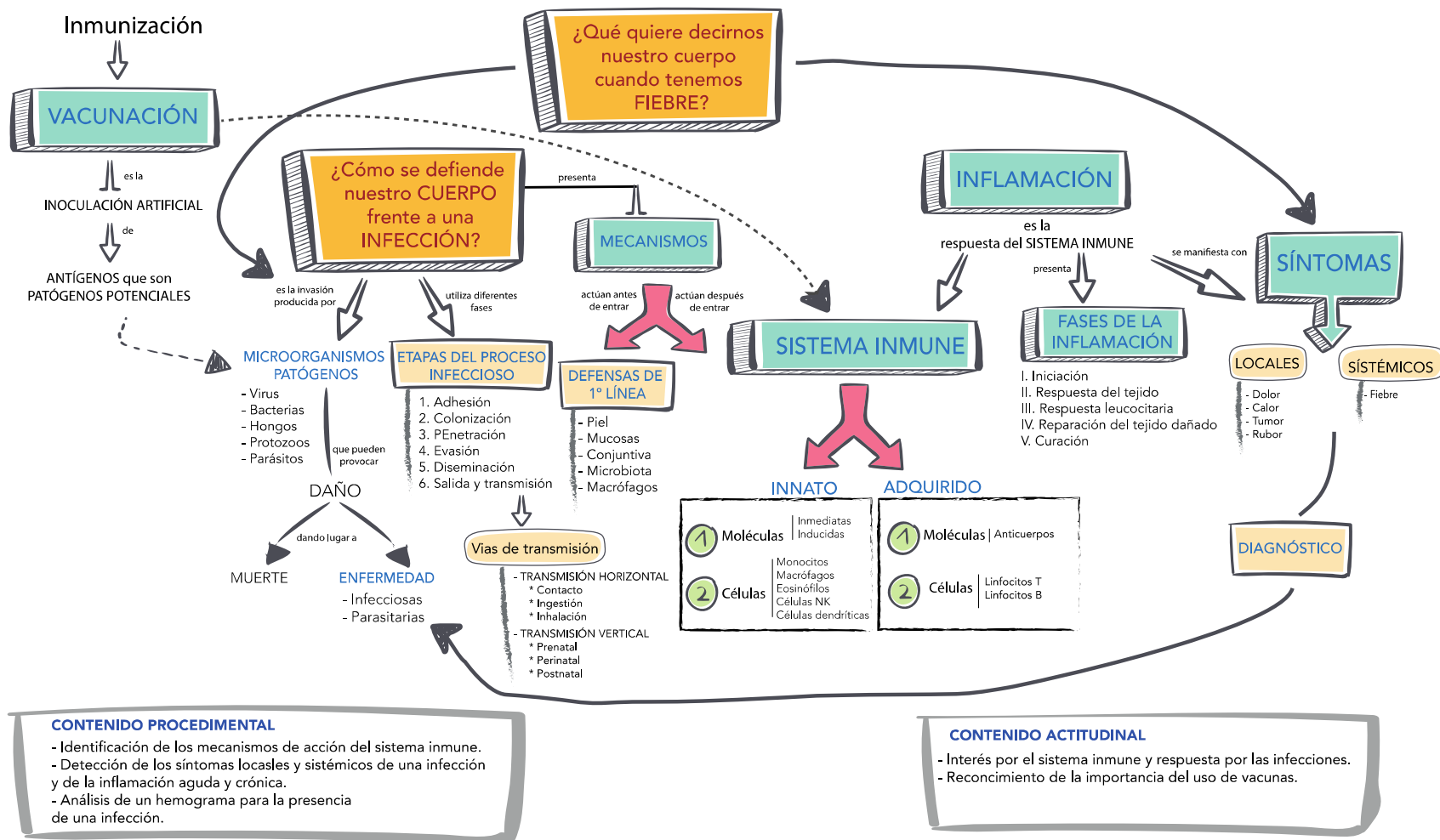


Figura 2. Mapa de contenidos y problemas

Tabla 1. Secuencia de actividades

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (minutos)
Pregunta 1. ¿Cómo se defiende nuestro cuerpo frente a una infección?		
Sesión 1. INFECCIÓN		
Cuestionario inicial	Serie de 5 preguntas relacionadas con los contenidos conceptuales para conocer el modelo mental de partida de los estudiantes	20
Grupos de estudios + debate posterior	En grupos de 3-4 estudiantes se les pide que discutan y respondan a tres preguntas sobre la infección: <i>¿qué es?; ¿quién la provoca? y ¿qué mecanismos intervienen antes y después de la entrada del patógeno?</i>	15
Sesión 2. DEFENSAS 1º LÍNEA Y SISTEMA INMUNE INNATO		
Grupos de estudios + debate posterior	En grupos de 3-4 estudiantes se les pide que discutan y respondan a tres preguntas sobre el sistema inmune: <i>¿qué es?; ¿para qué sirve? y ¿cómo funciona?</i>	15
Trabajo de investigación sobre factores solubles de la respuesta inmune innata	Se les proporciona una lista de componentes que inmunidad innata y se les pide que los agrupen en función de sus características	20
Sesión 3. SISTEMA INMUNE INNATO		
Trabajo de investigación sobre células implicadas de la respuesta inmune innata	Se les proporciona una lista de células que están implicadas en la inmunidad innata y una lista con diferentes funciones. La tarea consiste en identificar las células con la función que realizan	20
Sesión 4. SISTEMA INMUNE ADQUIRIDO		
Trabajo de investigación sobre tipos de inmunoglobulinas + Cuestionario	Se les proporciona una tabla con las características de cada tipo de inmunoglobulina que tienen que leer en 5 minutos. Tras esta lectura comprensiva se les pasa una serie de 20 preguntas relacionadas con las características de las inmunoglobulinas	10
Sesión 5. SISTEMA INMUNE ADQUIRIDO		
Videos de células humanas vivas destruyendo a un microorganismo patógeno obtenidas por microscopía óptica	Tras la visualización de los dos tipos de células en actuación, los alumnos tienen que identificar por su comportamiento que células inmunes corresponden a la respuesta inmune innata y adaptativa.	10
Actividad tipo-Pasapalabra	En grupos de 8-10 estudiantes los alumnos tienen que encontrar la palabra adecuada acorde a la definición que se les proporciona sobre conceptos de inmunología.	15
Sesión 6. ETAPAS DEL PROCESO INFECCIOSO Y VACUNAS		
Trabajo de investigación sobre las vacunas	Les proporciono el nombre de Edward Jenner y les pido que respondan a preguntas sobre él y su trabajo	15

Pregunta 2. ¿Qué quiere decirnos nuestro cuerpo cuando tenemos fiebre?		
Sesión 7. FASES DE LA INFLAMACIÓN. SINTOMATOLOGÍA Y DIAGNÓSTICO		
Farma-Boom	Se prepara un recurso didáctico utilizando PowerPoint con el formato similar al programa televisivo Boom que se basa en 20 preguntas con respuestas múltiples con una única respuesta correcta. En grupos de 8-10 estudiantes los alumnos tienen que seleccionar la respuesta correcta	15
Análisis de un hemograma	A cada alumno se le repartirá los resultados de un análisis de sangre y tendrá que identificar si presentan infección	45
Sesión 8. ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y VÍAS DE TRANSMISIÓN		
Grupos de estudios + debate posterior	En grupos de 3-4 estudiantes se les pide que discutan y respondan a una cuestión sobre las diferentes vías de transmisión de enfermedades provocadas por agentes infecciosos	15
Cuestionario final	Serie de 5 preguntas relacionadas con los contenidos conceptuales para conocer el modelo mental de partida de los estudiantes	20

Cuestionario inicial y final

Una de las tareas más complejas del proceso de enseñanza es conocer cómo aprenden y qué saben exactamente los estudiantes, es decir, cuáles son los modelos mentales. Uno de los instrumentos más útiles para obtener este tipo de información son los cuestionarios (Porlán, 2017). Éstos están basados en el mapa de contenido y permiten recoger las respuestas por escrito de todos los estudiantes a la vez y realizar un análisis sistémico. El cuestionario se diseñó y desarrolló en la plataforma Socrative porque facilitaba el acceso a los alumnos y el análisis posterior.

Este cuestionario estaba constituido por 5 preguntas relacionadas con el sistema inmunitario, redactadas en un lenguaje coloquial. Las preguntas fueron:

- *¿Qué quiere decirnos nuestro cuerpo cuando nos ponemos el termómetro y tenemos 38,5°C?*
- *¿Para que nuestro organismo genere una respuesta inmune frente algún patógeno necesita haber estado en contacto previo con él? Explica tu respuesta.*
- *Si eres positivo para COVID-19, ¿qué tipo de molécula o moléculas están analizando cuando...: A. Te realizan un test de anticuerpos; B. Te realizan un test de antígenos y C. ¿Tendrían que dar positivos tanto el test de anticuerpos como el test de antígenos?*
- *En las infecciones provocadas por virus, ¿cuántos tipos de linfocitos colaboran para su destrucción?*
- *¿Todos los microorganismos patógenos utilizan la misma vía de transmisión para producir una infección? Explica tu respuesta y pon ejemplos.*

Aplicación del ciclo de mejora en el aula

Relato resumido de las sesiones

El CIMA comienza con el planteamiento de las preguntas clave que íbamos a intentar desarrollar durante las siguientes ocho sesiones: *¿qué quiere decirnos nuestro cuerpo cuando tenemos fiebre? y ¿cómo se defiende nuestro cuerpo frente a una infección?* Durante estos primeros minutos pretendí transmitirles a los alumnos la importancia que tiene que un farmacéutico,

como un profesional sanitario, tenga claros conceptos básicos sobre inmunología (cuáles son los mecanismos de defensa del que dispone nuestro cuerpo para el ataque de infecciones y cuáles son los síntomas que desarrolla para avisarnos del ataque de sustancias peligrosas y dañinas). Tras esta primera toma de contacto, el siguiente paso era conocer cuál eran los modelos mentales de los estudiantes. Para ello, realizaron la primera actividad que consistía en un cuestionario inicial de 5 preguntas. Dicha actividad duró 20 minutos. Durante esta actividad muchas fueron las preguntas de los alumnos por transmitirme que no conocían las respuestas. Intenté tranquilizarlos y explicarles que todo lo aprenderían a lo largo de las próximas clases. Tras el cuestionario, les expliqué la dinámica que íbamos a seguir en algunos momentos de las sesiones. Dicha dinámica consistía en grupos de 3-4 estudiantes que tenían que discutir sobre algunas cuestiones y tras algunos minutos de discusión, uno de ellos actuaría como portavoz, y pondríamos en común las respuestas de todos los grupos. Las preguntas en esta sesión versaron sobre la infección: *¿qué es?*; *¿quién la provoca?* y *¿qué mecanismos intervienen antes y después de la entrada del patógeno?* La actividad se desarrolló con normalidad, aunque nos llevó más tiempo del estipulado, sin embargo, me sirvió para disminuir el tiempo de exposición teórica que fue posterior (15 minutos). La sesión finalizó con una breve exposición de dos-tres alumnos destacando las conclusiones sobre la clase.

La segunda sesión comenzó con un breve recordatorio de la sesión anterior, utilizando el mapa de contenidos diseñado. En la sesión anterior ya se dieron algunas pinceladas sobre los mecanismos de defensa de primera línea y esta sesión se destinó al sistema inmune (ocurre después de la entrada del microorganismo en el cuerpo humano). Para ello la actividad que se realizó fue similar al día anterior, grupos de estudio dentro del aula y un debate posterior sobre las siguientes preguntas del sistema inmune: *¿qué es?*; *¿para qué sirve?* y *¿cómo funciona?* La impresión de estos primeros días es que los alumnos tenían bastantes conocimientos sobre el tema, sin embargo, en la mayoría de las ocasiones eran confusos. Tras el desarrollo de esta actividad, fue el turno de una pequeña explicación teórica clarificando algunos conceptos discutidos. La siguiente actividad consistió en un trabajo de investigación sobre los factores solubles implicados en la respuesta inmune innata. Se les proporcionó una lista de componentes que participan en la inmunidad innata y se les pidió que los agruparan en función de sus características. Esta actividad al igual que las anteriores, consumió más tiempo del programado, sin embargo, permitió disminuir el tiempo dedicado a la explicación teórica.

La tercera sesión se inició con una actividad en la que se les proporcionaba una lista de células que están implicadas en la inmunidad innata y una lista con diferentes funciones. La tarea consistía en identificar las células con la función que realizan. Esta actividad me sirvió de base para terminar la explicación sobre el sistema inmune innato y concluir y destacar todas y cada uno de los conceptos relativos a estos conceptos.

La cuarta sesión comenzó con una breve explicación teórica sobre el sistema inmune adquirido. Según mi experiencia, la parte más complicada para los estudiantes es diferenciar los tipos de inmunoglobulinas, por lo tanto, realizo una actividad de contraste que consistía en proporcionar una tabla con las características de cada tipo de inmunoglobulina y su posterior lectura durante 5 minutos; tras esta lectura comprensiva, los alumnos responden a 20 preguntas (utilizando la aplicación Socrative) relacionadas con las características de las inmunoglobulinas más importantes y más útiles en la práctica clínica. Tras la realización del cuestionario, los alumnos fueron conscientes de la importancia de leer una tabla correctamente.

En la quinta sesión acabé de explicar conceptos de la respuesta inmune adquirida. Tras una breve exposición teórica para resaltar algunos aspectos, visualizamos dos vídeos de células humanas vivas destruyendo a un microorganismo patógeno que fueron grabados con un microscopio óptico. Tras la visualización de los dos tipos de células en actuación (macrófagos y linfocitos citotóxicos destruyendo microorganismos patógenos), los alumnos tenían que identificar por su comportamiento que células inmunes corresponden a la respuesta inmune innata y

adaptativa. Les gustó mucho esta actividad porque fueron capaces de visualizar y hacerse una idea real de las diferentes formas de actuación que presentaban las células características de cada tipo de sistema inmune (innato y adquirido). Para finalizar la clase, a modo de resumen-conclusión, les preparé una actividad tipo Pasapalabra donde en grupos de 8-10 estudiantes los alumnos tenían que encontrar la palabra adecuada acorde a la definición que se les proporcionaba sobre diferentes conceptos de inmunología ya trabajados. Esta actividad les gustó mucho

El inicio de la sexta sesión fue con una foto del científico Edward Jenner. Como era de esperar no conocían su rostro, les indiqué algunas preguntas sobre él: *¿quién fue?*, *¿por qué la humanidad debe estar agradecida a este médico?* y les dije que, a modo individual, tenían que responder estas preguntas y entregármelas por escrito. Con esta actividad pretendía que conocieran la importancia de la inmunización a través del padre de la inmunología y las vacunas.

La séptima sesión se inició con una exposición teórica sobre las fases de la inflamación y la sintomatología y diagnóstico. En esta misma sesión se aplicó una actividad basada en un recurso didáctico utilizando PowerPoint con el formato similar al programa televisivo Boom. Este recurso se basa en 20 preguntas con respuestas múltiples con una única respuesta correcta. En grupos de 8-10 estudiantes tienen que discutir para seleccionar la respuesta correcta. Los alumnos disfrutaron mucho con esta actividad porque se realizó en modo concurso. El análisis de un hemograma era una actividad que tenía pendiente en mi diseño inicial pero no pude aplicarla por la falta de tiempo (esta asignatura es poco flexible dado que tenemos un programa compartido con 5 grupos más).

La última sesión comenzó con un debate sobre una de las preguntas del cuestionario relacionada con las vías de transmisión utilizadas por los microorganismos para difundir las enfermedades. Con el análisis del cuestionario inicial detecté que los alumnos conocían algunos de los mecanismos de transmisión de los microorganismos, pero eran incapaces de dar ejemplos. Por lo tanto, dediqué mi explicación teórica a mostrarles distintos ejemplos que fueron discutidos en grupo. Finalmente, se dio por terminado el CIMA con la realización del cuestionario final por parte de los alumnos. Los alumnos rellenaron el cuestionario con satisfacción e incluso algunos lo acabaron en casa para perfeccionarlo.

Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

Para conocer la evolución del aprendizaje de los estudiantes a lo largo del desarrollo del CIMA se utilizaron los resultados obtenidos en los cuestionarios. Una vez realizados los cuestionarios al inicio y al final del CIMA se analizaron las respuestas de una manera sistémica con el objetivo de identificar los niveles de los estudiantes y sus obstáculos. El proceso de análisis consistió en la agrupación de las respuestas, la ordenación, el posterior análisis y el establecimiento de conclusiones. Las respuestas se agruparon en las siguientes categorías: nivel 1, el alumno no tiene apenas conocimiento sobre el tema; nivel 2, el estudiante tiene conocimientos básicos, es decir, una idea general, pero confunde algunos conceptos; nivel 3, el alumno presenta bastantes conocimientos sobre el tema, pero no es capaz de poner ejemplos y ni de razonar la respuesta; y el nivel 4, el estudiante presenta conocimientos avanzados sobre la materia, razona su respuesta y pone ejemplos para clarificar (Figura 3).



Figura 3. Representación en forma de escalera de aprendizaje de las diferentes categorías de las respuestas del cuestionario

Los niveles detectados en los cuestionarios iniciales y finales se representaron mediante una escalera de aprendizaje tanto de forma generalizada del conjunto de respuestas por alumno (Figura 4) como de forma individualizada por pregunta (Figura 5).

En este CIMA se analizaron un total de 44 cuestionarios iniciales y 38 cuestionarios finales. En la figura 4 se representan los resultados globales de ambos cuestionarios realizados a los alumnos. Antes de empezar el CIMA, los cuestionarios iniciales muestran que la mitad de los alumnos (51,15%) tenían conocimientos previos sobre el tema (nivel 3), pero no eran capaces de razonar la respuesta ni poner ejemplos, presentando sólo un 4,14% de los alumnos con conocimientos avanzados, capaces de razonar correctamente y de poner ejemplos aclaratorios (nivel 4). El 27,21% de los alumnos tienen alguna idea general sobre el tema, pero confunden algunos de los conceptos, mientras que un 17,50% no responden correctamente y apenas tienen conocimientos sobre el tema. Para analizar la evaluación del aprendizaje y cuáles habían sido las destrezas y conocimientos adquiridos por los alumnos, se analizaron las respuestas globales del cuestionario final. Existe un aumento significativo de alumnos que han alcanzado el nivel más alto de la escalera de aprendizaje (de 4,14% a 23,52% en el nivel 4) que proceden del nivel 3, de ahí la disminución de alumnos en el nivel 3 de 51,15% a 32,8%. Desafortunadamente, el número de alumnos sin conocimientos previos y con conocimientos básicos permaneció prácticamente igual. El motivo de este estancamiento en los niveles más bajos podría ser debido a la aplicación de este CIMA en un curso de 1º de Farmacia donde llegan alumnos que no han cursado un bachillerato de ciencias de la salud y no tienen conocimientos previos sobre este tema y les cuesta alcanzar los niveles más altos de la escalera de aprendizaje.

El patrón observado con los resultados globales cambia drásticamente cuando analizamos de forma individualizada las respuestas del cuestionario inicial y final por pregunta (Figura 5). Al comparar las respuestas del cuestionario inicial y final de todas las preguntas hubo un aumento significativo del número de alumnos que alcanzaron el nivel 4. Por lo tanto, un porcentaje significativo de los alumnos (entre 13-36%, dependiendo de la pregunta) han sido capaces de clarificar sus conceptos sobre inmunología y responder a preguntas complejas y específicas razonando las respuestas e incluso poniendo ejemplos. Así mismo es importante destacar la disminución de alumnos que presentan conocimientos básicos (nivel 2) en las preguntas 1 y 5 que adquieren un nivel superior en sus conocimientos (ascenso al nivel 3). Con respecto a la pregunta 4, los resultados indican que ha aumentado el número de alumno sin apenas conocimiento sobre el tema. Tras analizar con detalle la pregunta, se puede concluir que el error está en su formulación. La pregunta dice *En las infecciones provocadas por virus, ¿cuántos tipos de linfocitos colaboran para su destrucción?*. Muchos alumnos han dado como respuesta un número en lugar de indicar los tipos de células. En la clasificación de las respuestas este tipo de respuesta se agrupaba en el nivel más bajo. La respuesta correcta que se buscaba con esta pregunta era que los alumnos me indicarán cuáles eran los linfocitos implicados no cuántos. Por lo tanto,

la pregunta está mal formulada, debería decir *En las infecciones provocadas por virus, ¿cuáles son tipos de linfocitos que colaboran para su destrucción?* Por consiguiente, debido a la formulación incorrecta de esta pregunta no sería correcta extraer conclusiones a partir de ella.

Para concluir, me gustaría resaltar la complejidad a la hora de evaluar cómo los estudiantes realmente aprenden, entendido el aprendizaje como el proceso de razonar y no de retener información. Los cuestionarios son los instrumentos con los que se cuenta para obtener información sobre los modelos de los estudiantes y es de relativa importancia dedicar tiempo suficiente para elaborarlos, teniendo en cuenta qué se va a preguntar y cómo se va a formular dicha pregunta. Si el diseño de estos cuestionarios no es correcto, los resultados no ayudan a la hora de extraer conclusiones de tu práctica docente.

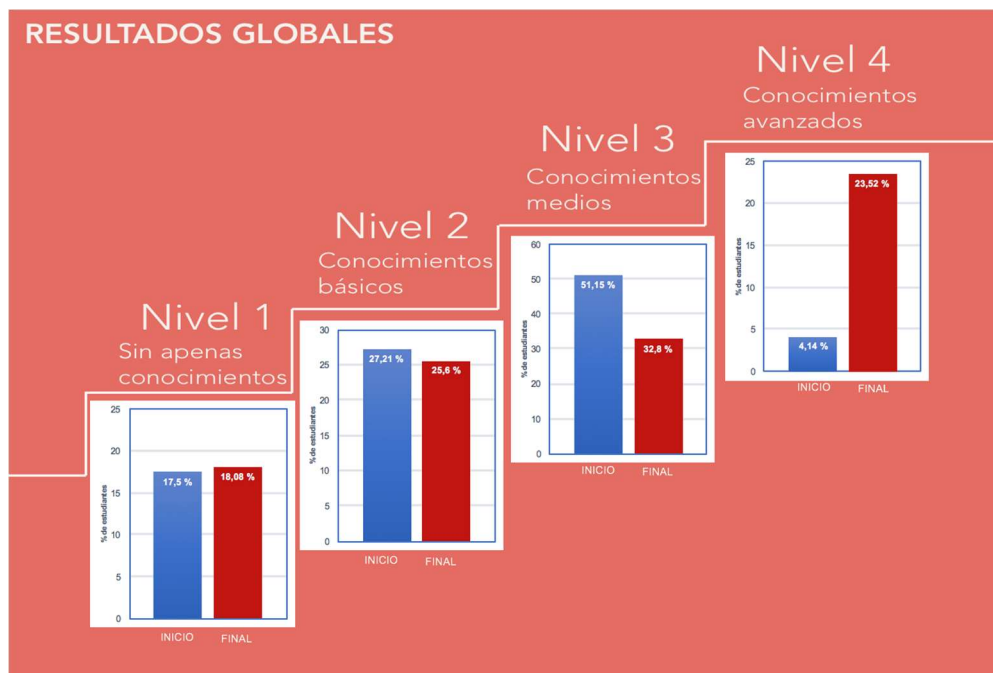


Figura 4. Representación en forma de escalera de aprendizaje de los resultados obtenidos tras la evaluación global del cuestionario inicial y final

Evaluación del ciclo de mejora en el aula

El curso General de Docencia Universitaria, así como la experiencia adquirida con este CIMA, ha cambiado mi forma de entender mi práctica docente y de dirigir mis clases. El modelo metodológico empleado en que el alumno adquiere el conocimiento gracias a una interacción con el profesor y con otros alumnos, donde el papel del profesor sea principalmente el que guíe al alumno en el proceso de aprendizaje me parece muy enriquecedor.

La aplicación del CIMA ha sido muy gratificante y satisfactoria, tanto para mí como para los alumnos. Los alumnos se han mostrado muy participativos, comprometidos e ilusionados con un cambio en el modelo de enseñanza habitual basado en la enseñanza unidireccional de clases magistrales.

RESULTADOS INDIVIDUALES

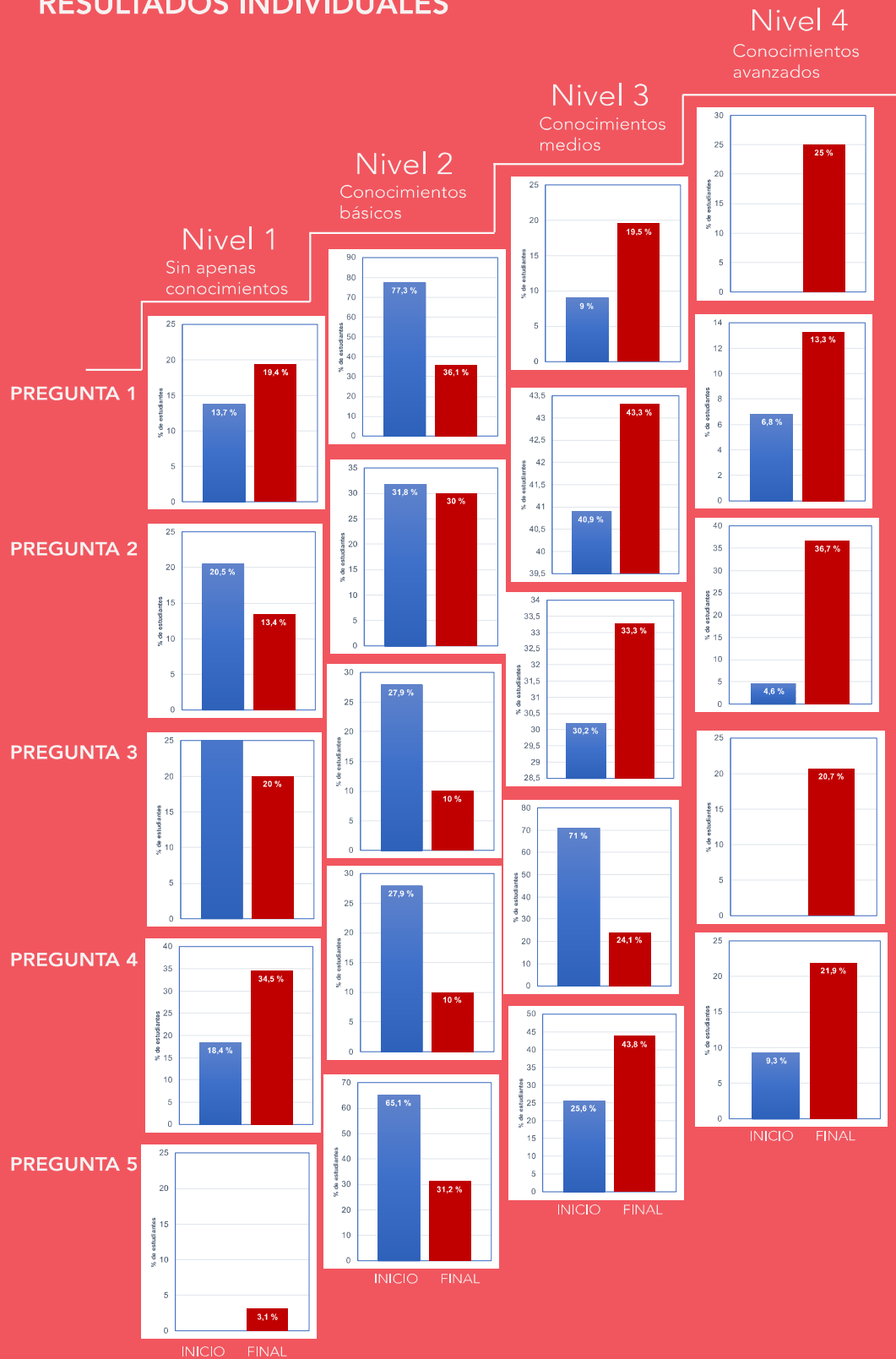


Figura 5. Representación en forma de escalera de aprendizaje de los resultados obtenidos tras la evaluación individual de cada una de las preguntas del cuestionario inicial y final

Aspectos de la experiencia que se pretende incorporar a toda la práctica docente habitual

Este CIMA ha supuesto un enriquecimiento del modelo metodológico de mi práctica docente. En primer lugar, iniciar un tema con una pregunta relacionada con aspectos cotidianos es clave para despertar el interés del alumno durante el desarrollo de las sesiones. En segundo lugar, explotar el uso de cuestionarios, no como una manera de calificar sino como una manera de evaluar. Los cuestionarios permiten conocer los modelos mentales de los estudiantes e influir en su forma de aprender, así como de detectar obstáculos para avanzar en el aprendizaje.

Con respecto a los cambios a introducir van relacionados con el tiempo dedicado a las secuencias de actividades que guían el proceso de aprendizaje. Para que las actividades de contraste puedan enriquecer el proceso de aprendizaje necesitan disponer de tiempo suficiente para que puedan desarrollarse con tranquilidad y fomentar un pensamiento crítico.

Principios didácticos argumentados

La experiencia de este CIMA me ha servido para aplicar un modelo metodológico basado en los siguientes principios didácticos:

- *Cada bloque temático se iniciará con una/s pregunta-problema* que dirigirá la clase. La formulación de este tipo de preguntas claves despierta curiosidad en los alumnos, mostrándose mucho más participativos.

- *El protagonismo de los alumnos es clave* en el desarrollo del modelo metodológico. La presencia del profesor debe ser activa pero discreta.

- *La evaluación de los modelos mentales de los estudiantes constituyen la clave del éxito en el proceso de aprendizaje.* El diseño de cuestionarios requiere una especial atención, no sólo centrado en qué se va a preguntar sino cómo se va a formular dicha pregunta. La evaluación debe ser aplicada de manera continua a lo largo de todo el proceso de aprendizaje y haciendo uso de diversos instrumentos y técnicas.

- *El diseño de una serie de actividades de contraste es fundamental* para guiar de manera ordenada el proceso de aprendizaje. Las secuencias de actividades se plantearán para realizar un trabajo autónomo y en grupo generando un entorno idóneo para el aprendizaje crítico natural (Bain, 2007). Para que este proceso se desarrolle exitosamente es importante que los alumnos dispongan de tiempo suficiente para que puedan desarrollar un pensamiento crítico.

Referencias bibliográficas

- Ausubel, D.; Novack, J.D. y Hanesian, H. (1976). *Psicología educativa desde un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- De Alba, N. y Porlán, R. (2017). La metodología de enseñanza. En R. Porlán (Coord). *Enseñanza Universitaria. Cómo mejorarla* (pp. 37-53). Ediciones Morata.
- Delord, G.; Hamed, S.; Porlán, R. y De Alba, N. (2020). Los Ciclos de Mejora en el Aula. En N. De Alba y R. Porlán (Coords.), *Docentes universitarios. Una formación centrada en la práctica* (pp. 128-162). Ediciones Morata.
- García, E.; Porlán, R y Navarro (2017). Los fines y los contenidos. En R. Porlán (Coord). *Enseñanza Universitaria. Cómo mejorarla* (pp. 55-72). Ediciones Morata.
- Novak, J.D y Gowin, D.B. (1988). *Aprender a aprender*. Martínez Roca.
- Porlán, R. (Coord.) (2017). *Enseñanza Universitaria. Cómo mejorarla*. Ediciones Morata.

