

# Aprendizaje cooperativo como metodología alternativa para la enseñanza de biomateriales

## Cooperative learning as an alternative methodology for teaching biomaterials

Víctor Manuel Pérez Puyana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5309-9647>

Universidad de Sevilla

Departamento de Ingeniería Química

[vperez11@us.es](mailto:vperez11@us.es)

DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447222865.116>

Pp.: 2037-2048



## Resumen

Se ha realizado un Ciclo de Mejora en el Aula (CIMA) en la asignatura de *Biomateriales*, asignatura obligatoria del tercer curso del Grado en Ingeniería de Materiales que se imparte en la Facultad de Física, en la que hay 20 alumnos. La metodología llevada a cabo consiste en el trabajo colaborativo entre los alumnos para el análisis y resolución de un problema que se utiliza como punto de partida para el desarrollo de las distintas actividades. Los resultados reflejan una mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje cuando los alumnos interactúan unos con otros, es decir, cuando actúan de forma activa en dicho proceso. Además, la valoración de los estudiantes ha sido bastante positiva dado que este tipo de metodología promueve la participación y colaboración entre ellos, mejorándose así su motivación, dando lugar a una mejora en su aprendizaje.

*Palabras clave:* Biomateriales, Grado en Ingeniería de Materiales, Docencia universitaria, Experimentación docente universitaria.

## Abstract

A Cycle of Improvement in the Classroom (ICIC) has been made in the subject of Biomaterials, obligatory subject of third course of the Degree in Materials Engineering that is taught in the faculty of physics, in which there are 20 students. The methodology carried out consists in the collaborative work among the students for the analysis and resolution of a problem that is used as a starting point for the development of the different activities. The results reflect an improvement of the teaching-learning process when the students interact with each other, that is, when they act actively in this process. In addition, the assessment of students has been quite positive given that this type of methodology promotes participation and collaboration between them, thus improving their motivation, leading to an improvement in their learning.

*Keywords:* Biomaterials, Degree in Materials Engineering, University teaching, University teaching experience.



## Breve descripción del contexto de la intervención

El CIMA se aplica en la asignatura de *Biomateriales*, asignatura obligatoria del tercer curso que se imparte en la Facultad de Física para el Grado en Ingeniería de Materiales.

Este CIMA se desarrolla concretamente en el tema de técnicas de procesamiento dentro del primer bloque que trata sobre los distintos tipos de Biomateriales. Las sesiones del CIMA fueron las horas teóricas de los lunes, martes y jueves. En resumen, el CIMA tiene una duración de 4 sesiones de 5 horas en un grupo de 20 alumnos del grado anteriormente mencionado.

Los grandes objetivos de la asignatura son: conocimiento de diferentes biomateriales y saber evaluar las principales propiedades que deben cumplir los biomateriales, relacionándolos con distintas aplicaciones.

## Diseño previo del CIMA

### *Mapa de contenidos*

En el mapa de contenidos aparecen resumidas las cuestiones que se pretenden durante un tema/sesión. Por tanto, es positivo tanto para el docente como para el estudiante pues puede verse de manera esquematizada todo lo que se va a poner en juego durante las sesiones sobre un tema concreto, permitiendo así poder organizarlos, estableciendo relaciones entre ellos.

En la figura 1 que se muestra a continuación aparece el mapa de contenidos utilizado en este CIMA. Encontramos diferentes partes en dicho mapa. En la parte central se encuentra el concepto general sobre el que se va a trabajar y del cual aparecen 3 ramas diferentes: la rama de color azul hace referencia a aquellos contenidos conceptuales, mientras que en color verde se encuentran los contenidos procedimentales. Finalmente, aparece una tercera rama de color naranja que hace referencia a los contenidos actitudinales que se ponen en juego. Además, en color rojo aparece una pregunta clave que ayuda a dirigir la docencia de aquellos contenidos de mayor relevancia en el tema. Los contenidos que se van a abordar permiten conectar esta parte de la asignatura con lo estudiado en otras asignaturas de cursos anteriores.



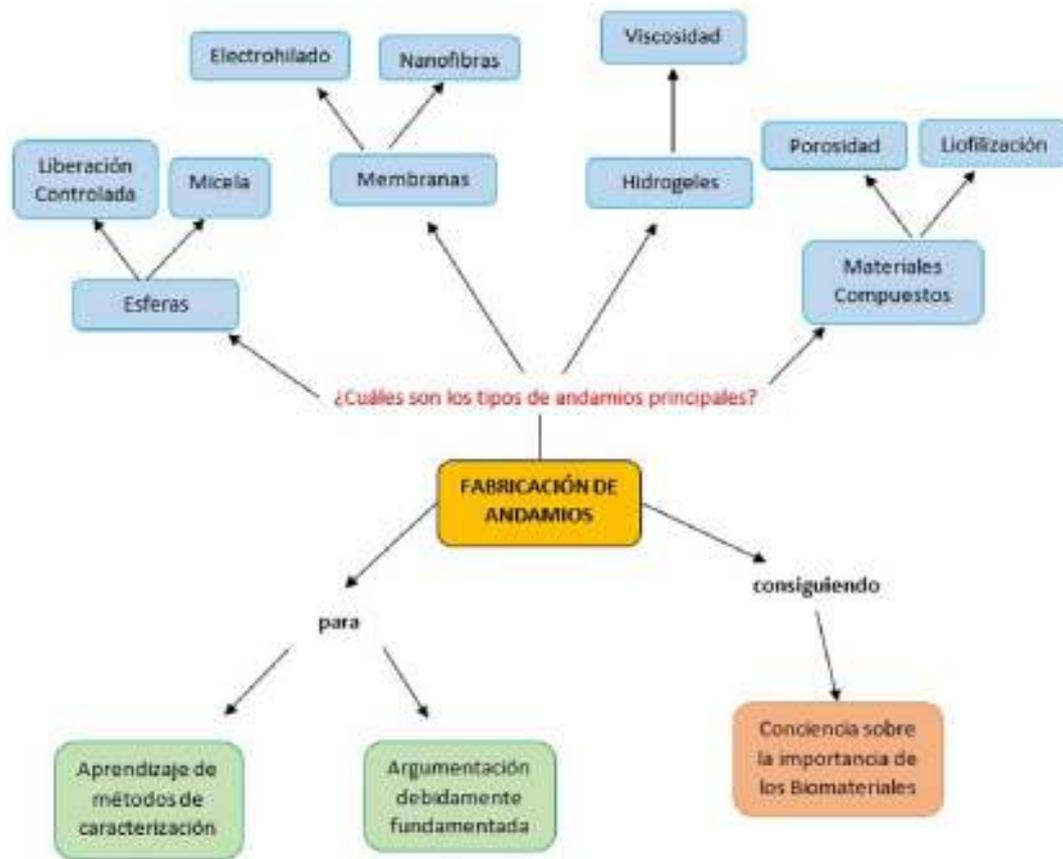


Figura 1. Mapa de contenidos de las sesiones de prácticas sobre técnicas de procesado.

### Modelo metodológico

El CIMA planteado sigue la línea del ciclo de mejora realizado durante el curso general de docencia universitaria (CGDU) en el año 2018, que tiene como idea principal que los alumnos interactúan unos con otros. De esta forma, el docente actúa como un mero *director de orquesta* que comprueba y controla que todo el proceso de enseñanza-aprendizaje se está realizando de manera correcta, atendiendo a los contenidos previstos para las sesiones abarcadas.

Para ello, los alumnos preparan (con ayuda y guía del docente) una parte de las prácticas que tendrán que explicar en el aula a sus compañeros (dichos alumnos serán los «expertos» de dicha parte). De esta forma:

1. Se organizan los alumnos en grupos.
2. Cada grupo tiene asignado una práctica (unos determinados contenidos de la asignatura).
3. Durante la realización de la práctica, los miembros «expertos» del grupo de dicha práctica son los que la explican y desarrollan, siempre bajo la supervisión del docente.



Intentando seguir esta filosofía, el modelo metodológico que se plantea consiste en la exposición de una/s cuestión/es iniciales que se trabajan con actividades para finalizar con unas conclusiones. Es decir, dicho modelo metodológico tiene como base lo expuesto en De Alba, N. y Porlán, R (2017). La Metodología de enseñanza. En Rafael Porlán (Coord.), *Enseñanza Universitaria. Cómo Mejorarla* (pp. 37-54). San Sebastián de los Reyes (Madrid): Ediciones Morata, S.L.

Esquemáticamente:



Figura 2. Etapas del modelo metodológico empleado en el CIMA.

Al igual que en el ciclo de mejora llevado a cabo durante el CGDU 2018, la primera fase va encaminada al *planteamiento del problema* buscando la curiosidad en los alumnos, de forma que les motive para conseguir una adecuada actitud. Este problema planteado hace que los alumnos tomen conciencia de aquello que van a trabajar en las sesiones siguientes, por lo que es posible captar su atención para que el trascurso de las sesiones se lleve a cabo de la manera más efectiva posible. Tras esto, se procede a la realización de *actividades de contraste* en las que los protagonistas son los propios alumnos. Finalmente, se procede a la elaboración de *conclusiones* por parte de los alumnos sobre lo que han trabajado. De esta forma, se cierra el ciclo volviendo al planteamiento de partida y relacionándolo con los conocimientos que han ido adquiriendo durante la secuencia de las distintas actividades.



## *Secuencia de actividades*

Las cuatro sesiones van a tener la misma secuencia de actividades. Dicha secuencia de actividades se expone a continuación:

### **I. Realización del cuestionario inicial de ideas previas (30 min)**

En esta primera actividad los estudiantes realizan el cuestionario de ideas previas que va a servir al docente para ver el punto de partida de sus alumnos.

Recursos: Copias del cuestionario.

### **II. Exposición (30 min)**

La actividad consiste en una breve exposición teórico-práctica de lo que se va a realizar en la práctica. Conforme se va avanzando se lanzan preguntas a los alumnos (tanto los que exponen la práctica como a los receptores) de manera que haya una cooperación/interacción entre ellos y con el propio profesor, es decir, esta actividad comienza de manera individual por parte del profesor y desemboca en una actividad grupal en la que colaboran y tienen bastante protagonismo los propios alumnos.

Recursos: Pizarra.

### **III. Desarrollo de la práctica (3 h)**

Esta actividad es una continuación de la actividad anterior y de nuevo conlleva una interacción activa entre los alumnos. Esta actividad se plantea desde la perspectiva profesional, es decir, los propios alumnos son los que van a intentar buscar una solución para los distintos problemas que se plantean en la práctica justificando su elección y consensuando con el resto de sus compañeros su opinión acerca de la resolución. Por ello, serán los alumnos los que tomen las decisiones de cómo avanzar con la resolución de la práctica bajo la supervisión del docente.

Recursos: Material de laboratorio.

### **IV. Debate grupal y elaboración de conclusiones (30 min)**

La actividad consiste en un debate grupal en el que se trata de dar respuesta al problema principal que se expuso al comienzo de la práctica. Los alumnos debaten destacando sus soluciones propuestas, señalando los aspectos positivos y aquellos puntos que los alumnos no han tenido en cuenta.

Para finalizar esta actividad, se busca la elaboración de conclusiones por parte de los alumnos sobre lo realizado durante la práctica. Así, se



cierra el ciclo volviendo al planteamiento de partida y relacionándolo con los conocimientos que han ido adquiriendo durante la secuencia de las distintas actividades.

Recursos: Pizarra.

## V. Realización del cuestionario final de ideas (30 min)

Finalmente, los estudiantes vuelven a realizar el mismo cuestionario que realizaron inicialmente, de forma que el docente pueda comparar los resultados con el cuestionario de ideas previas para comprobar la evolución de los alumnos tras las sesiones.

Recursos: Copias del cuestionario.

### *Cuestionario inicial-final*

El instrumento para analizar los conocimientos iniciales de los estudiantes en el tema sobre el que se aplica el CIMA –y posteriormente como cuestionario final– consiste en un cuestionario de 4 preguntas que van desde aspectos más generales hasta otros más específicos que se pretende trabajar. Si bien es cierto que el contenido de las sesiones varía, se ha realizado un test genérico para todas las sesiones llevadas a cabo, pues las cuestiones que se abordan, aún siendo diferentes, permiten que se aplique en cada una de las sesiones, tal y como se puede comprobar en la tabla 1:

Tabla 1. Preguntas que conforman el cuestionario de ideas

Cuestionario de ideas	
1ª Pregunta	Describe brevemente el objetivo de la práctica/sesión
2ª Pregunta	¿Qué materia prima se ha utilizado para fabricar el biomaterial? a. Ácido hialurónico b. Colágeno c. PVA d. Alginato
3ª Pregunta	¿Qué técnica de fabricación se ha utilizado para fabricar el biomaterial? Descríbala brevemente: a. Encapsulación b. Vía hidrogeles c. Secado por liofilización d. Electrohilado
4ª Pregunta	¿Qué propiedades tiene el biomaterial obtenido?



Dicho cuestionario presenta 4 preguntas. Si bien es cierto que es más aconsejable realizar un cuestionario con preguntas abiertas, he creído conveniente su combinación con preguntas dicotómicas (tipo test), esto es, preguntas tipo test de rápida contestación mediante las cuales puedo evaluar de manera más objetiva los conocimientos de los alumnos.

La primera cuestión consiste en resumir brevemente en qué consiste la práctica. La segunda y tercera cuestión son preguntas concretas sobre el material y el proceso de fabricación utilizado. Finalmente, la cuarta cuestión trata sobre las propiedades del biomaterial obtenido, permitiendo al docente evaluar si los alumnos relacionan los contenidos de la sesión con conceptos y contenidos previamente adquiridos en temas anteriores.

## **Aplicación del CIMA**

### *Relato resumido de las sesiones*

El uso del diario del profesor ha permitido anotar todas las curiosidades y dificultades observadas durante el desarrollo del ciclo de mejora.

Al igual que lo ocurrido en el ciclo de mejora del CGDU 2018, es de mencionar el rechazo inicial del alumnado a este nuevo modelo metodológico ya que, según mi opinión, lo asemejaban a un mayor esfuerzo y trabajo por su parte para la realización de las sesiones prácticas. Sin embargo, una vez conocido el procedimiento a seguir se encontraron más motivados por la figura de «expertos» en la materia que iban a asumir durante las prácticas.

En cuanto al transcurso de la sesión, en primer lugar, hay que destacar la aceptación del cuestionario de ideas por parte de los alumnos. Esto ha sido posible por la modificación llevada a cabo sobre cuestionario realizado en el ciclo de mejora anterior, consistente en otorgar anonimato al mismo. De esta forma, se evitó un posible rechazo inicial del alumnado al cuestionario por asemejarlo a un examen. La realización del cuestionario se llevó a cabo en el tiempo previsto.

La parte de exposición teórica requirió de más tiempo del planteado inicialmente debido al gran número de dudas que se generaron durante las mismas y que fue necesario tratarlas antes de proceder con la práctica. En cambio, el tiempo empleado en ello redundó positivamente en la realización de la práctica ya que la realización de la misma transcurrió de una manera óptima en el tiempo previsto para ello en el diseño del ciclo de mejora.

Sin embargo, el tiempo extra que se empleó en la actividad de la exposición teórica provocó que el tiempo disponible para la realización de las dos últimas actividades se viera reducido. Esta reducción en el tiempo influyó especialmente y de manera perjudicial en la actividad del debate



grupal, ya que es la actividad en la que la mayoría de la clase participa de forma activa y con comentarios de calidad (fundamentados con datos), y el tiempo disponible y empleado resultó escaso. Finalmente, en la última actividad se procedió a la realización del cuestionario final de ideas, sin nada que mencionar salvo los buenos resultados cosechados (ya descritos anteriormente).

### Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

A partir de los resultados obtenidos en el cuestionario, comparando los resultados obtenidos inicial y finalmente, he podido evaluar la evolución del aprendizaje de la clase en cada una de las cuatro sesiones del CIMA. Para ello, siguiendo la misma escalera de aprendizaje que realicé para el ciclo de mejora durante el CGDU 2018, he distribuido a los alumnos en cada una de las sesiones en función de sus conocimientos en 4 niveles:

*Nivel 1. No presenta conocimientos sobre el tema.*

*Nivel 2. Presenta ciertos conocimientos.*

*Nivel 3. Maneja conceptos relacionados con el tema pero tiene fallos de concepto.*

*Nivel 4. Domina los contenidos y relaciona los conceptos implicados con los que ya disponían con anterioridad (respuestas de mayor complejidad).*



Figura 3. Niveles de conocimiento iniciales y finales del alumnado.



El análisis de los resultados puede llevarse a cabo teniendo en cuenta el nivel de la clase en general. En la figura 3 se representan los niveles de conocimiento iniciales y finales mostrados en las respuestas del alumnado durante las 4 sesiones realizadas, lo cual refleja los conocimientos que tiene la clase de los aspectos más relevantes del tema de estudio. En cuanto a los conocimientos iniciales podemos destacar que se trata de un grupo heterogéneo, ya que para todas las sesiones hay alumnos distribuidos en todos los niveles establecidos. En todo caso, es importante destacar que, en el cuestionario inicial, una gran parte de la clase (alrededor del 50%) se encontraban en los niveles 1 y 2, lo cual indica que los alumnos no presentaban conocimientos demasiado elevados respecto a la cuestión a analizar.

Una vez finalizada cada una de las sesiones, se volvió a realizar el cuestionario de ideas (idéntico al que realizaron al comienzo de la sesión) para analizar la evolución en el aprendizaje. Tal y como puede observarse en la figura 3, en todas las sesiones llevadas a cabo se produce una mejora de los resultados obtenidos, es decir, un avance en los conocimientos de la clase en general. Atendiendo a la figura 3, la mayor parte de la clase (más de un 60%) se encuentra en los niveles superiores, lo que es sinónimo de lo beneficiosa que ha resultado este tipo de metodología para los alumnos. Sin embargo, no todos los alumnos han alcanzado el mismo nivel y esto es debido a que, inicialmente, no se encontraban en el mismo «escalón», esto es, que no disponían de los mismos conocimientos iniciales. Dicha dificultad que han encontrado algunos alumnos para superar un nivel es lo que se conoce como obstáculos, y dichos obstáculos vienen implícitos con la elaboración de la escalera de aprendizaje. Así pues, y tomando como base los estudios realizados durante el CGDU 2018, los obstáculos encontrados son:

- Poco interés por la asignatura (paso del escalón 1 al 2). Es el principal escollo que hay que solventar por lo que hay que prestar especial atención y redirigir la docencia de forma que se consiga motivar a dichos alumnos.
- Falta de aplicabilidad o dificultad que presentan los alumnos para aplicar los conocimientos que han aprendido (paso del escalón 2 al 3). Implica una falta de interiorización de dichos contenidos.
- Falta de visión global de la asignatura (paso del escalón 3 al 4). Los alumnos presentan conocimientos, pero no son capaces de relacionarlos entre sí y con los que disponían anteriormente.



## Evaluación del CIMA

### *Cuestiones a mantener y cambios a introducir*

En general, se han logrado avances importantes durante esta experiencia, sobre todo, gracias a las actividades en las que ha participado la clase en conjunto, pues han permitido mejorar la motivación e implicación de los alumnos durante el desarrollo de las actividades. El inconveniente principal encontrado es el tiempo y organización necesaria para llevar a cabo de manera adecuada esta secuencia de actividades.

Creo que para poder aplicar esta metodología a la asignatura en su totalidad es necesaria una mayor optimización de los tiempos de realización de las distintas actividades, así como un mayor control de los temas a abordar durante las distintas sesiones por parte de los alumnos. Además, considero que es importante llevar un control diario más exhaustivo de forma que el docente pueda seguir el aprendizaje de la clase de una forma más continuada. Para ello, y tal y como se planteó en el CGDU 2018, una propuesta de mejora sería el uso de aplicaciones informáticas (p. ej. *Kahoot!*) para agilizar el proceso de control del aprendizaje de los alumnos.

Por otra parte, el uso de cuestionarios anónimos ha permitido a los alumnos responder con mayor libertad. Sin embargo, un cambio que me gustaría introducir es la inclusión de un código o signo que me permita comparar los resultados de los alumnos de manera individual (pero sin comprometer la autoría del cuestionario), pudiendo hacer un estudio y evaluación más exhaustiva del proceso de enseñanza-aprendizaje, más allá de la evaluación de la evolución de la clase en general.

Otro aspecto que cambiaría de mi práctica docente es la selección y definición de los diferentes niveles que conforman la escalera de aprendizaje, de forma que se recoja lo esencial de lo que dicen. A continuación, se podrían clasificar los modelos que han salido por orden de complejidad de las respuestas. De este modo, no se perderían las respuestas que se han obtenido y se pueden agrupar por afinidad.

### *Aspectos a incorporar a la práctica docente*

Todo lo relacionado con la interacción entre los alumnos me gustaría incluirlo de una u otra forma a mi práctica docente habitual porque permite a los propios estudiantes madurar los conceptos puestos en juego para explicárselos al resto de compañeros y porque fomenta el debate entre ellos. Además, esto mejoraría la implicación de los alumnos en la materia, lo cual es todavía la asignatura pendiente de mi proceso de enseñanza.



Por otro lado, me gustaría incorporar la realización de tareas grupales que permitan a los alumnos trabajar entre ellos. Sobre este aspecto creo que es importante hacer hincapié por el bien del futuro profesional de los alumnos en el que tendrán que trabajar en equipo para alcanzar alguna meta o proyecto.

### *Principios didácticos argumentados*

Dado que en los últimos años se está poniendo especial atención al cómo se enseña en lugar del qué se enseña (Muñoz-Osuna, Medina-Rivilla y Guillén-Lúgigo, 2016), hay que tener claro en qué principios didácticos basarte a la hora de seleccionar y elaborar un modelo y esquema de aprendizaje determinado. En mi caso concreto, de todos aquellos principios didácticos que tuve en cuenta para la aplicación y desarrollo del ciclo de mejora, destaco los que considero como pilares fundamentales, que son:

- Aprendizaje colaborativo: Las sesiones y actividades planteadas han permitido a los estudiantes interactuar entre ellos permitiendo así que puedan aprender unos de otros (Marí Ytarte, Moreno y Hipólito, 2016).
- Participación activa del alumnado – Motivación: Estos conceptos los considero interrelacionados ya que, por un lado, los métodos de aprendizaje que destacan son aquellos que fomentan al alumno a tener un papel activo/protagonista durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, y eso provoca una mayor implicación del alumnado (motivación) (Roth, Assor, Kanat-Maymon, Kaplan, 2007; Miguel-Dávila, López-Berzosa y Martín-Sánchez, 2012).

### **Referencias bibliográficas**

- De Alba, N. y Porlán, R. (2017). La metodología de enseñanza. En R. Porlán (coord.), *Enseñanza universitaria. Cómo mejorarla* (pp. 37-54). Madrid: Morata.
- Marí Ytarte, R. M., Moreno, R., Hipólito, N. (2016). Educación y ciudadanía. Propuestas educativas desde la controversia. *Foro de Educación*, 14(20), 49-69.
- Miguel-Dávila, J. A., López-Berzosa, D., Martín-Sánchez, M. (2012). ¿Una participación activa del alumno pronostica una buena nota en el examen? (Does the active participation of students serve as a predictor of good marks achievement?). *Working Papers on Operations Management*, 3, 71-83.
- Muñoz-Osuna, F. O., Medina-Rivilla, A., & Guillén-Lúgigo, M. (2016). Jerarquización de competencias genéricas basadas en las percepciones de docentes universitarios. *Educación Química*, 27(2), 126-132.
- Roth, G., Assor, A., Kanat-Maymon, Y., Kaplan, H. (2007). Autonomous Motivation for Teaching: How Self-Determined Teaching May Lead to Self-Determined Learning. *Journal of Educational Psychology*, 99, 761-774.

