

Enseñando Biomateriales a través del aprendizaje colaborativo autónomo

Teaching Biomaterials through self-directed collaborative learning

Víctor Manuel Pérez Puyana

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

Universidad de Sevilla

Departamento de Ingeniería Química

vperez11@us.es

DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447225408.070>

Pp.: 1065-1075



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

Resumen

Se ha llevado a cabo un ciclo de mejora con un grupo de 20 alumnos en la asignatura de Biomateriales, que se trata de una asignatura obligatoria de tercer curso para el Grado en Ingeniería de Materiales y de quinto curso para los Dobles Grado en Química e Ingeniería de Materiales y en Física e Ingeniería de Materiales. El modelo metodológico utilizado consiste en un aprendizaje basado en problemas en el que se plantea una cuestión inicial a los estudiantes y que, tras la realización de las sesiones, han de saber resolver. Los resultados obtenidos reflejan que los estudiantes agradecen cualquier metodología que les ayude a involucrarse a través de un trabajo colaborativo entre ellos.

Palabras clave: Biomateriales, ingeniería química, grado en ingeniería de materiales, docencia universitaria, desarrollo profesional docente.

Abstract

An *Improvement Cycle in Classroom*-ICIC has been carried out with a group of 20 students in the Biomaterials subject, which is a compulsory subject in the third year for the Degree in Materials Engineering and in the fifth year for the Double Degree in Chemistry and Materials Engineering and in Physics and Materials Engineering. The methodological model used consists of a problem-based learning in which students are asked an initial question which, after completing the sessions, they should know how to solve. The results obtained reflect that students appreciate any methodology that helps them get involved through collaborative work among themselves.

Keywords: Biomaterials, chemical engineering, degree in materials engineering, university teaching, teacher professional development.



Introducción

Se ha aplicado un CIMA a un conjunto de 20 estudiantes para las sesiones prácticas de la asignatura Biomateriales, asignatura obligatoria de tercer curso para el Grado en Ingeniería de Materiales y de quinto curso para el Doble Grado en Química e Ingeniería de Materiales. Concretamente, este CIMA se encuadra dentro de los temas de Ingeniería de Tejidos y de Fabricación de Biomateriales, tratándose de los conceptos generales que se van a tratar en las prácticas.

Tal y como se ha observado anteriormente, un aprendizaje colaborativo fomenta la motivación de los estudiantes durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, mejorando su adquisición de conocimiento (Berrelleza, Osuna y otros, 2016; Gilbert, 2005; Serrano, 1996). Por tanto, la metodología aplicada consiste en una combinación entre un aprendizaje basado en problemas y un aprendizaje colaborativo, ya que los estudiantes han de resolver una cuestión planteada al inicio de las prácticas y, para ello, han de colaborar entre ellos (tanto dentro de la pareja como entre las diferentes parejas). La novedad planteada en el presente Ciclo de Mejora radica en el trabajo previo de los estudiantes, necesario antes de comenzar las sesiones. Para ello, los estudiantes han de observar un vídeo descriptivo de las sesiones prácticas donde se comentan y describen los principales contenidos que se van a tratar. La idea de hacerlo en formato audio/vídeo (en lugar de un informe escrito como tradicionalmente) se basa en la reciente popularidad que están adquiriendo los *podcasts*, entre otras cosas por su libertad, ya que permiten su escucha en cualquier momento del día (Fernández, 2011).

La evaluación del CIMA se va a llevar a cabo desde dos puntos de vista diferentes. Por un lado, se va a evaluar a los estudiantes mediante un cuestionario *online* que se va a realizar a través de la plataforma Wooclap. Dicho cuestionario también se realizará al grupo control para establecer una mejor comparativa con el CIMA realizado. Por otra parte, la evaluación del propio CIMA se llevará a cabo con una encuesta de satisfacción que los alumnos realizarán al finalizar las sesiones.

Diseño previo del CIMA

El CIMA se ha llevado a cabo en las sesiones prácticas de la asignatura de Biomateriales, abarcando un total de 11 horas. Además, los resultados obtenidos se han comparado con un grupo de control en el que se ha realizado la misma metodología que la realizada en cursos anteriores, a fin de comparar la eficacia del nuevo modelo metodológico aplicado.



Mapas de contenidos y problemas claves

El mapa de contenidos es una herramienta muy importante ya que permite ver tanto al docente como al estudiante las diferentes conexiones que existen entre los distintos conceptos que se ponen en juego. De ahí la relevancia de una buena elaboración. El mapa de contenidos construido consta de tres partes, tal y como se observa en la figura 1.

Pueden verse dos grandes bloques a cada lado (de color azul) que corresponden a los contenidos conceptuales que se van a trabajar, conectados entre sí. En el centro, y conectado con ambos bloques conceptuales, se encuentran los contenidos procedimentales que se van a trabajar, como son la selección de información relevante y una argumentación fundamentada (de cara a posibles diálogos que surjan entre los estudiantes). Además, rodeando los contenidos procedimentales se encuentran los contenidos actitudinales a tratar, esenciales de cara al futuro profesional de los estudiantes, como son una buena ética con los resultados obtenidos, activar el espíritu crítico o tener conciencia de la importancia de los biomateriales en la actualidad.

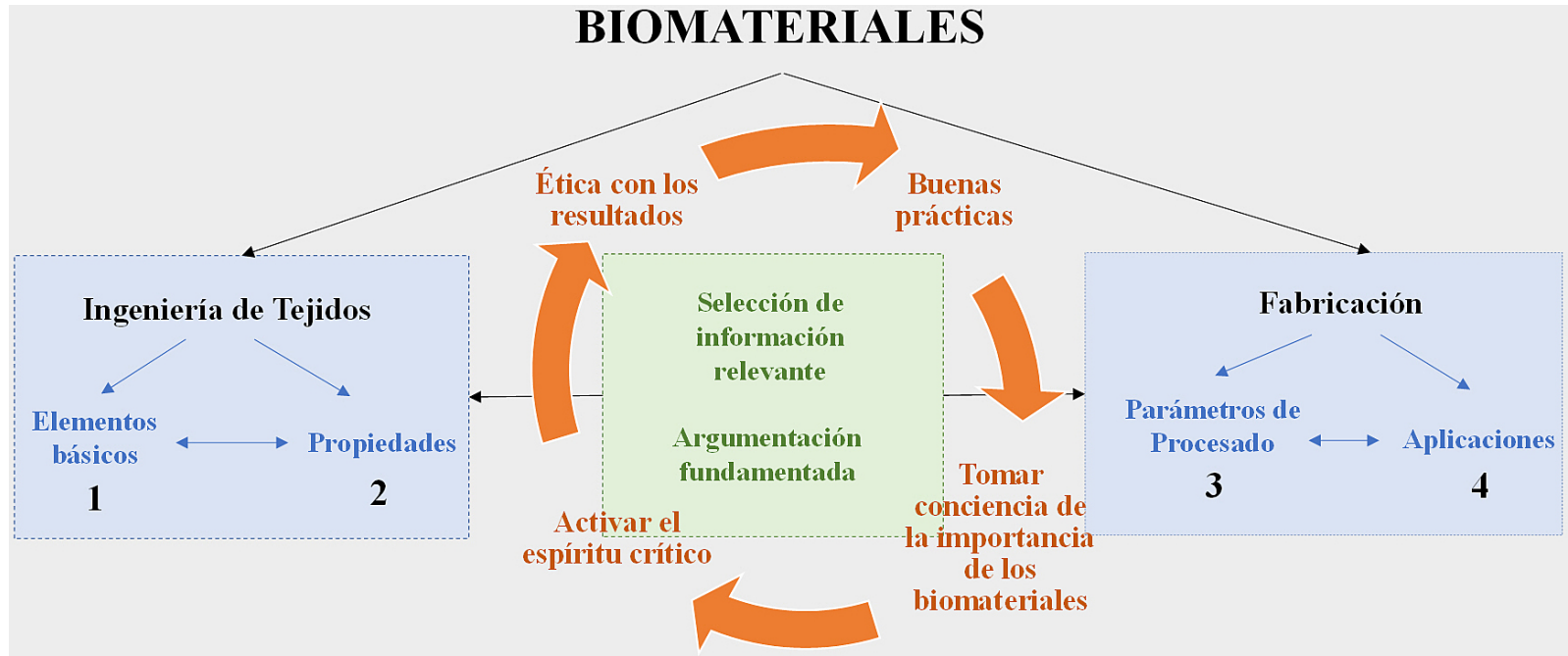
Finalmente, hay una numeración (de 1 a 4) en el mapa de contenidos que relaciona los conceptos a tratar con las preguntas clave a desarrollar durante las sesiones prácticas:

1. ¿Cuáles son los elementos básicos de la Ingeniería Tisular y cuál es su función principal?
2. ¿Qué permite a un material poder actuar como un biomaterial?
3. ¿Para qué sirve la selección de los parámetros de procesado en la fabricación de biomateriales?
4. ¿Qué técnica de procesado es la más adecuada para la fabricación de biomateriales?

Modelo metodológico y secuencias de actividades

El modelo metodológico que se va a seguir es un aprendizaje basado en problemas que consta de 4 etapas, tal y como puede verse en la figura adjunta (figura 2). En primer lugar, es necesaria la introducción del tema, actividad que los estudiantes realizarán antes del comienzo de las sesiones prácticas. Al introducirles la temática, se les recomendará que escuchen un audio preparado por el docente con los aspectos más relevantes de las sesiones prácticas. Justo antes de empezar las sesiones realizarán el cuestionario previo de ideas. Una vez en las sesiones prácticas, se llevará a cabo el planteamiento del problema de forma que les motive para conseguir una actitud adecuada. A continuación, se procede a la realización de actividades en las que los protagonistas son los estudiantes y tras





Nota: Los contenidos en azul son los conceptuales, en naranja los procedimentales y en verde los actitudinales.

Figura 1. Mapa de contenidos.



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

completar las sesiones se procede a la elaboración de conclusiones relacionando el problema inicial con las actividades realizadas. Finalmente, se procede a elaborar el cuestionario final para que el docente pueda evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

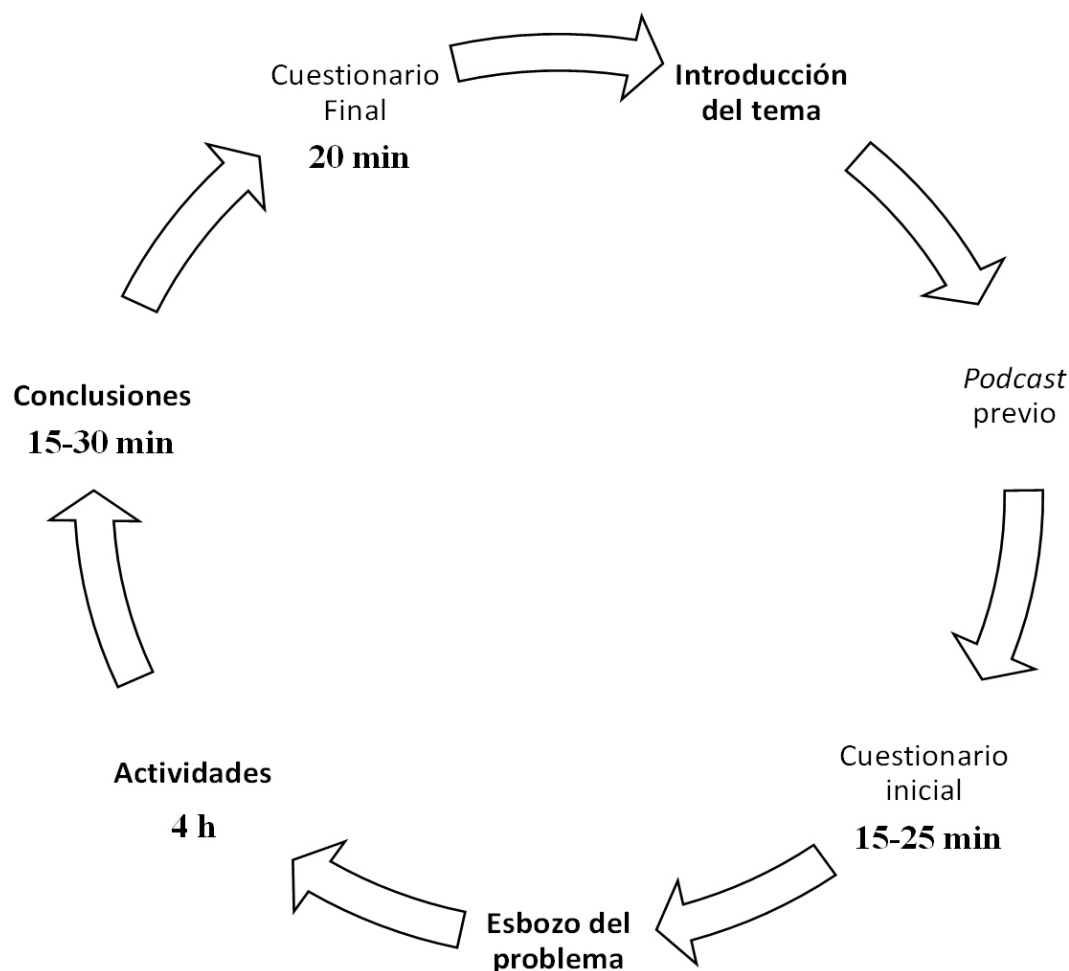


Figura 2. Modelo metodológico seguido.

La secuencia de actividades está pensada para sesiones de unas 5 horas de duración (excepto la primera actividad, que los estudiantes han de realizar antes de las sesiones prácticas). Dicha secuencia se expone en la tabla 1:

Tabla 1. Descripción de las actividades realizadas

Sesión: <i>Prácticas de Biomateriales – Elaboración de biomateriales mediante diferentes técnicas de procesamiento</i>	
Actividad Tiempo	Descripción
I.1 – min	Esta primera actividad la han de llevar a cabo los estudiantes antes de la realización de las prácticas. Para ello, han de escuchar y comprender un audio descriptivo de la temática de las prácticas a modo de <i>podcast</i> (7-8 minutos). En este sentido, durante una clase previa se le explicará la dinámica y se le indicará donde se encuentra el audio que han de escuchar.
I.2 15-25 min	Esta es la primera actividad de las sesiones prácticas del CIMA. En esta actividad, los estudiantes realizan el cuestionario de ideas previas que va a servir al docente para ver el punto de partida de sus alumnos.
I.3 4 horas	Esta es la actividad principal de las sesiones y que consiste en la realización de la propia práctica de laboratorio. Durante las prácticas, los estudiantes procederán a preparar y caracterizar biomateriales mediante diferentes técnicas de procesamiento.
I.4 15-30 min	Tras la realización de la práctica, el docente plantea una serie de cuestiones sobre la misma que permite a los participantes elaborar sus propias conclusiones sobre lo que han visto y trabajado durante la sesión.
I.5 20 min	Finalmente, los estudiantes vuelven a realizar el cuestionario de ideas para que el docente pueda evaluar el grado de evolución de los participantes. Además, también realizarán el cuestionario de opinión sobre su grado de satisfacción con la metodología seguida en las prácticas.

Cuestionario inicial-final

Tal y como se ha comentado anteriormente, la evaluación de los estudiantes se va a llevar a cabo mediante un cuestionario de ideas que se realiza antes y después de llevar a cabo las sesiones (cuestionario inicial-final). De manera excepcional, en este CIMA se ha evaluado a los participantes en tres momentos diferentes a lo largo de las sesiones:

- Antes de comenzar (cuestionario pre-inicial).
- Tras la escucha inicial [podcast previo] (cuestionario inicial).
- Al finalizar la sesión (cuestionario final).

Respecto al cuestionario realizado (que puede verse a continuación), se ha planteado un cuestionario con preguntas abiertas de carácter general (sobre todo relacionadas con las cuestiones clave que conforman el mapa de contenidos) y preguntas de selección múltiple (más concretas sobre la realización de la práctica). Dicho cuestionario se realizará a través de la plataforma virtual Wooclap:



- ¿Cuáles son los elementos básicos de la Ingeniería Tisular y cuál es su función principal?
- ¿Cuáles son las características principales de los biomateriales?
- ¿Para qué sirve la selección de los parámetros de procesamiento en la fabricación de biomateriales?
- ¿Cuáles de estos materiales sería más recomendable usar para obtener un biomaterial biodegradable?
 - a) Titanio b) PCL c) Colágeno d) Ácido hialurónico
- ¿Qué técnica o técnicas de procesamiento permite la fabricación de biomateriales?
- ¿Es posible liberar lentamente un fármaco a través de un biomaterial? ¿Cómo?

Aplicación del CIMA

Relato resumido de las sesiones

La metodología aplicada, aunque promueve el trabajo colaborativo durante el transcurso de las sesiones, también exige de un trabajo autónomo previo antes de su realización. En este caso, se había pedido a los estudiantes que escucharan un relato resumido acerca de los contenidos esenciales de las prácticas sobre las que iban a trabajar. De esta forma, debían llegar ya con unos conocimientos previos del tema.

Tras esto, y una vez comenzada la sesión, en primer lugar se encargaron de realizar el cuestionario inicial (previamente ya habían realizado otro cuestionario), lo cual les sorprendió aun a pesar de que se les comentó varias veces que su resultado no iba a influir en su calificación (siendo el cuestionario anónimo). Así, el tiempo estimado se cumplió.

A continuación, venía el planteamiento de la cuestión principal a trabajar en las prácticas (además del propio proceso experimental). Para esta actividad se había estimado un tiempo de 4 horas, aunque su duración excedió el tiempo estimado por errores experimentales que retrasaron la realización de las prácticas.

Tras la realización de las prácticas, se procedió a la puesta en común de los resultados y la elaboración de conclusiones. Para dicha puesta en común se había planteado unos 15-30 minutos, aunque esta etapa apenas duró 5-10 minutos debido al retraso ocurrido en la actividad anterior. Finalmente, los estudiantes volvieron a realizar el cuestionario (cuestionario final), para poder comparar su evolución durante las sesiones prácticas.

En cuanto al ambiente general observado, cabe destacar que los estudiantes han sido bastante activos durante todas las sesiones y la duración



completa de las mismas. Esto ha permitido un buen transcurso durante las diferentes actividades que conforman el CIMA. En este sentido, la mayor diferencia encontrada entre el grupo de control y el grupo experimental radica en la actitud mostrada por este último, destacando así su motivación a la hora de realizar las sesiones prácticas.

Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

La puntuación obtenida en los cuestionarios ha permitido organizar a los estudiantes en cuatro niveles para cada uno de los 3 cuestionarios realizados. Al igual que para el CIMA anterior (Pérez-Puyana, 2022), los niveles se seleccionaron en función de:

- Nivel 1. Ausencia de conocimientos sobre el tema.
- Nivel 2. Presenta pocos conocimientos.
- Nivel 3. Maneja conceptos del tema.
- Nivel 4. Domina contenidos y relaciona conceptos nuevos con anteriores.

A partir de los resultados se han elaborado escaleras de aprendizaje donde cada escalón representa cada uno de los niveles establecidos. Los resultados se muestran en la figura 3, donde se puede comprobar que en los cuestionarios pre-inicial e inicial la mayoría de participantes se encuentran en los niveles más bajos (sin apenas variación entre ellos). Sin embargo, se observa un claro avance al comparar los cuestionarios inicial y final, teniendo una distribución mas homogénea de los estudiantes en los cuatro niveles establecidos (encontrando la mitad en la parte superior y la otra mitad en la parte inferior).

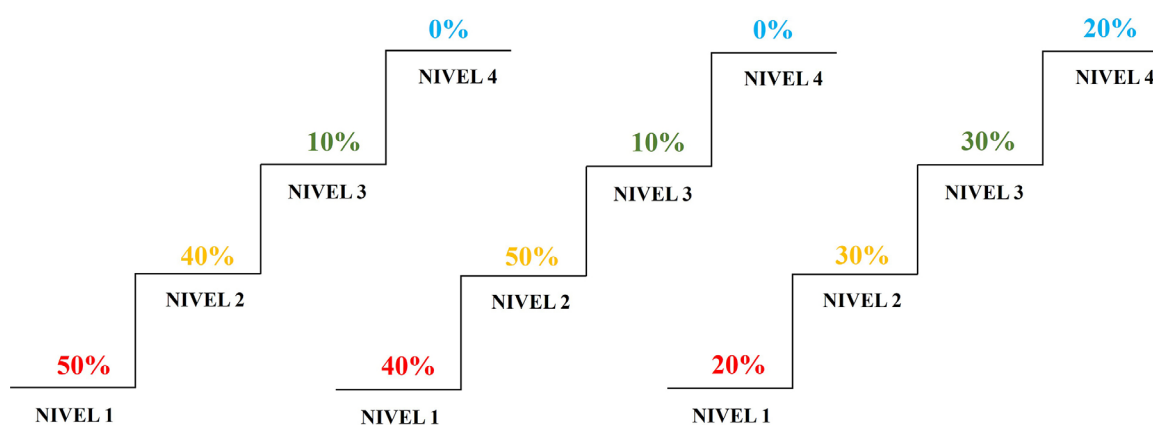


Figura 3. Escaleras de aprendizaje.
De izquierda a derecha: Cuestionario Pre-Inicial, Inicial y Final.



Evaluación del CIMA

Además de la evolución de los estudiantes a través de los cuestionarios inicial y final, es recomendable que la evaluación del propio CIMA la lleven a cabo aquellas personas a las que iba dirigido y que han tenido un papel principal (estudiantes). Para ello, se ha pasado una encuesta de opinión para que muestren su propio veredicto acerca de la metodología y el transcurrir de las sesiones prácticas. Así, se puede conocer satisfacción general o si les gustaría realizar este tipo de metodología en futuras asignaturas. En concreto, el cuestionario realizado consta de 3 preguntas que se muestran a continuación:

- Esta práctica me ha resultado interesante y motivadora.
- Me gustaría volver a realizar esta metodología en otras asignaturas.
- Grado de satisfacción general con las prácticas realizadas.

De acuerdo a los resultados obtenidos (mostrados en la tabla 2), puede verse que los participantes han valorado muy positivamente la metodología seguida en las prácticas (prácticas de interés y satisfacción general con una valoración de 4 puntos sobre 5). Sin embargo, resulta llamativo que la pregunta sobre si realizarían esta misma metodología en otras asignaturas haya obtenido una puntuación inferior (3.4 sobre 5), que puede ser debido a que no han entendido la pregunta (en función de la puntuación obtenida en las otras preguntas) o que no conciben este tipo de metodología con otro tipo de asignaturas que tienen en la carrera.

Tabla 2. Resultados de la encuesta de satisfacción

Preguntas	Calificación (1-5)
Esta práctica me ha resultado interesante y motivadora	4.1
Me gustaría volver a realizar esta metodología en otras asignaturas	3.4
Grado de satisfacción general con las prácticas realizadas	4.0

Aspectos a mantener o cambiar en un futuro CIMA

Tras la realización y evaluación del CIMA, al igual que sucedía en años anteriores, he podido comprobar que un aprendizaje cooperativo redunda positivamente en los estudiantes ya que permite la puesta en común de las ideas/conocimientos. Por tanto, creo que es un aspecto vital que he de mantener en un futuro CIMA.



Sin embargo, tal y como puede verse en las escaleras de aprendizaje, la parte inicial del *podcast* no fue realmente efectiva (no existen diferencias significativas entre las poblaciones), por lo que es probable que no prestaran atención durante su escucha o que, directamente, no lo escucharon. Por tanto, creo necesario modificar esta parte del CIMA para el futuro.

Principios Docentes para el futuro

Al igual que en los CIMA realizados en cursos anteriores, los principios docentes básicos que he pretendido seguir se basan principalmente en:

- Aprendizaje colaborativo: En mi docencia voy a promover el trabajo en grupo ya que permite a los estudiantes interactuar entre ellos, ayudando y aprendiendo unos de otros (Marí Ytarte y otros, 2016).
- Búsqueda de la motivación con la participación activa: Trataré de buscar una participación más activa a través de la motivación del alumnado como objetivo primordial del planteamiento de nuevas metodologías, consiguiendo que el alumnado sea el eje principal en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Gilbert, 2005).

Referencias bibliográficas

- Berrelleza Reyes, C., Osuna Martínez, I., Salazar Soto, D. Y. y Ruiz Xicotencatl, J. (2016). Estrategia colaborativa para lograr motivación y competencias en microbiología. Caso: podología UAS. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 7(13), 388-405.
- Fernández, P. G. (2011). Aprendizaje Autónomo Utilizando Vídeos Docentes. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 6, 65-69.
- Gilbert, I. (2005). *Motivar para aprender en el aula – Las siete claves de la motivación escolar*. Ediciones Paidós.
- Marí Ytarte, R. M., Moreno, R., Hipólito, N. (2016). Educación y ciudadanía. Propuestas educativas desde la controversia. *Foro de Educación*, 14(20), 49-69. <http://dx.doi.org/10.14516/fde.2016.014.020.005>
- Pérez-Puyana, V. M. (2022). Aprendizaje cooperativo como metodología alternativa para la enseñanza de biomateriales. 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. 2037-2048). Editorial de la Universidad de Sevilla. <https://dx.doi.org/10.12795/9788447222865.116>
- Serrano, J. M. (1996). El aprendizaje cooperativo. En J.L. Beltrán y C. Genovard (Coords.), *Psicología de la instrucción I. Variables y procesos básicos* (pp. 217-244). Síntesis.



