

## Microproyectos para el diseño de bioprocesos.

Martín Ramírez Muñoz\*, Gema Cabrera Revuelta\*, Jezabel Sánchez Oneto\*, Casimiro Mantell Serrano\*, Carlos Garrido Crespo+; María Carbú Espinosa de los Monteros+, Victoria Eugenia González Rodríguez+, Domingo Cantero Moreno\*

\*Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, +Departamento de Departamento Biomedicina, Biotecnología y Salud Pública, CASEM – Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales

[martin.ramirez@uca.es](mailto:martin.ramirez@uca.es)

**RESUMEN:** Se presenta la metodología llevada a cabo en cuatro asignaturas del Grado en Biotecnología de la Universidad de Cádiz en el presente curso académico (17/18). Las asignaturas implicadas y el número de alumnos participantes han sido: Operaciones de separación (48), Biorreactores (47), Microbiología Industrial (53) y Procesos Biotecnológicos (45). Coincidiendo en las cuatro asignaturas 39 alumnos.

El proyecto consiste en que, en cada asignatura, los alumnos, partiendo de los aspectos teóricos y prácticos adquiridos, enfocan su atención en una determinada parte del bioproceso y, a su vez, se potencia la adquisición de una serie de competencias propias de la materia. En concreto, los procesos biotecnológicos seleccionados han sido sobre la producción de: levadura de panificación, penicilina G, enzimas alfa-amilasa, cerveza, polihidroxialcanoatos (PHA) y bioetanol.

Los resultados están siendo bastante satisfactorios para alumnos y profesores, por lo que se prevé continuar con esta metodología en el futuro.

**PALABRAS CLAVE:** Bioprocesos, aprendizaje basado en proyectos, simulación y modelado, trabajo en equipo, proyectos.

### INTRODUCCIÓN

Dicho proyecto parte del trabajo que se lleva realizando desde hace 4 años en la asignatura Procesos Biotecnológicos en colaboración con la asignatura Biorreactores. Además, en el pasado curso, se involucró a la asignatura Microbiología Industrial. La colaboración consistió en tratar de enlazar los distintos trabajos de grupo que realizaban los alumnos en el mismo semestre en tres asignaturas diferentes, de modo que, para evitar un esfuerzo excesivo, cada grupo lo realizó sobre un mismo tema matizando sobre los contenidos y competencias propios de cada asignatura. En este proyecto se propuso continuar trabajando en la integración de estas tres asignaturas e incluir la asignatura Operaciones de Separación. Adicionalmente, el equipo de profesores que participamos pretendemos mejorar nuestras metodologías para contribuir en la adquisición de competencias propias del graduado en Biotecnología.

### METODOLOGÍA

El aprendizaje basado en proyectos es una de las diversas formas del aprendizaje. Así pues, la metodología empleada ha consistido en la realización de pequeños proyectos orientados al diseño de procesos biológicos de interés industrial. Se crearon 6 grupos, de forma que cada uno de ellos trabajó a lo largo de todo el curso (tercero del grado) en un proyecto, involucrando a las siguientes cuatro asignaturas pertenecientes a materias del módulo Ingeniería, procesos y sistemas biotecnológicos. Los bioprocesos seleccionados fueron sobre la producción de: levadura de panificación, penicilina V, enzima alfa-amilasa, vinagre, bioetanol y cerveza.

La asignatura Operaciones de Separación es la primera asignatura que cursan los alumnos de las que participan en este proyecto. Por tanto, es en esta asignatura donde se explica en qué consiste el proyecto de innovación docente y

donde se distribuyen a los alumnos en los distintos grupos de trabajo, que se mantendrán en el resto de asignaturas. Los alumnos elaboran un video que debe incluir, entre otros: una introducción sobre las aplicaciones del producto concreto, el diagrama de bloques completo del proceso necesario para obtenerlo a partir de las materias primas en cada caso y detallar las operaciones de separación que son necesarias en cada caso: tipo, subtipo, y aportar información relevante sobre los principales parámetros de diseño de esa unidad. El video que elaboran lo suben a YouTube y el enlace a dicho video es lo que suben a la "tarea" en el campus virtual. Dicho video es presentado por el grupo la última semana de clases. El trabajo es co-evaluado, tanto por los profesores de la asignatura como por los alumnos no integrantes del grupo que realiza la presentación.

En el sexto semestre, en la asignatura de Biorreactores se seleccionó el último día de clase para que los alumnos realizarán un exposición breve en el cual explicasen un modelo matemático sobre el caso práctico asignado. La duración de la exposición fue de 10 minutos con un turno de preguntas de 5 minutos. Para facilitar la búsqueda de los trabajos se realizó un taller de 2 horas sobre búsqueda de bibliografía en bases de datos con una antelación de 15 días previos a la defensa.

En la asignatura de Procesos Biotecnológicos la realización de los proyectos tiene un peso bastante importante. La asignatura con un total de 60 horas presenciales, dedica 10 horas a prácticas de informática (Matlab®), 18 horas a contenidos teóricos, 20 horas a los casos prácticos y 12 horas de presentación de resultados. Cada grupo dispone de 1 hora para exponer sus resultados. En la siguiente hora se pasa a un turno de preguntas por parte del resto de alumnos y a continuación por el profesorado.

Para el trabajo en los casos prácticos se divide la clase en 6 grupos. En cada grupo es designado un líder, el cual coordina los trabajos dentro de su grupo y es la persona responsable del comunicar el estado del trabajo al profesor, posibles problemas y completar un diario en el campus virtual.

En la asignatura de Microbiología industrial los grupos de trabajo abordan la situación global del proceso biotecnológico, describen cuáles son los microorganismos implicados en el mismo, así como, su actividad y descripción. Además, realizan un estudio de la situación económica, a nivel mundial, del producto elaborado mediante dicho proceso. Como punto adicional, los alumnos deben realizar el análisis de 4 referencias/publicaciones en las que se traten las vías de mejora del proceso biotecnológico estudiado desde el punto de vista microbiológico.

## RESULTADOS

En Operaciones de Separación los 48 alumnos se distribuyeron en grupos de 8 alumnos para abarcar los 6 procesos biotecnológicos a proyectar. Cada grupo disponían de 20 minutos para presentar el video y responder a las preguntas.

Cabe destacar que, aunque la calificación otorgada por el profesorado pondera el 50% y el otro 50% corresponde a la coevaluación de los compañeros, la diferencia entre ambas calificaciones fue solo del 10%.

En Biorreactores los 47 alumnos se distribuyeron en 6 grupos. Dada la interrelación entre las asignaturas de Biorreactores y Procesos Biotecnológicos se imparten de forma secuencial y no simultáneas en el sexto semestre. Por lo tanto, cuando el alumno comienza la asignatura de Procesos Biotecnológicos ya ha adquirido los contenidos y parte de las competencias propias de Operaciones de Separación y de Biorreactores. La realización del caso práctico consistió en la exposición de un modelo matemático de la bibliografía. En este caso, las dos horas asignadas para la búsqueda de artículos científicos que contemplasen dicho modelo fue tiempo suficiente. El buscador más empleado fue Scopus®.

En Procesos Biotecnológicos la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos se viene aplicando desde el primer año de impartición del Grado, curso 2013-14, al ser una asignatura de tercer curso. Los resultados todos los años han sido bastante satisfactorios y esto nos ha animado a continuar y a ampliarlo a otras asignaturas del Grado.

En un mismo grupo no todos los alumnos reciben la misma calificación dado que la entrega de la autoevaluación del grupo asigna una calificación (5%) y además se tiene en cuenta el número de participación de alumnado en las preguntas tras la exposición del caso práctico. Otros aspectos considerados son la asistencia a clase en el desarrollo de los dos últimos bloques y el mantenimiento actualizado del diario en el campus virtual.

Cabe destacar que la mayoría de alumnos al inicio tiene una visión muy negativa de la ingeniería produciéndose en la mayoría de los casos un cambio positivo en este sentido. La evaluación global media de la asignatura ha sido de 7.3 sobre 10.

En la asignatura de Microbiología Industrial la participación del alumnado y la ejecución del caso práctico han sido muy buenos. Se obtuvo el nivel de satisfacción de los alumnos mediante la realización de una encuesta *on line* simple, cuya única pregunta era "Indica tu nivel de satisfacción con la actividad "Trabajo Práctico" realizada en la asignatura", siendo las opciones de 1: nada satisfecho a 4: muy satisfecho.

Según el resultado de la encuesta, el nivel de satisfacción del alumnado en este curso alcanzó de media el "muy satisfecho".

## CONCLUSIONES

El uso del Aprendizaje Basado en Proyectos ha mostrado ser una forma efectiva para que alumno adquiera gran parte de las competencias de las asignatura involucradas. Además, la integración de una misma temática en varias asignaturas ha permitido que alumno distribuya su trabajo de una forma mucho más efectiva. No obstante, somos conscientes de que es posible mejorar dicha integración, para ello será fundamental toda la información generada en el presente curso. Dicha metodología puede ser aplicable a Grados científico y/o técnicos que incluyan bioprocesos/procesos e igualmente compartida entre varias asignaturas si se da el mismo escenario, asignaturas en un mismo curso y alumnos coincidentes en un porcentaje muy alto.

## AGRADECIMIENTOS

A la Unidad de Innovación Docente de la Universidad de Cádiz por conceder el Proyecto de Innovación y Mejora Docente (INNOVA).