

Artículo original breve

## Diseño y perspectiva longitudinal de un proyecto de biotecnología farmacéutica basado en la economía circular

### Design and management of a novel pharmaceutical technology project based on circular economy

Manfredi-Lozano M<sup>1,2</sup>, Sarmiento M<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla

<sup>2</sup>Instituto de Biomedicina de Sevilla (IBiS), Hospital Universitario Virgen del Rocío/CSIC/Universidad de Sevilla, 41013 Sevilla, Spain.

\*Correspondencia: msarmiento@us.es

**Resumen:** Dentro de la asignatura de “Biotecnología Farmacéutica” del grado de Farmacia de la Universidad de Sevilla, sus competencias específicas intentan promover entre el alumnado un pensamiento científico en pos de la generación de ideas que afronten los actuales problemas de rendimiento existentes en el tejido productivo global, así como de estrategias que promuevan nuevos procesos de reutilización de recursos en el campo de la biotecnología.

En este sentido, debido a la pluralidad de los departamentos implicados actualmente en la asignatura, nuestro proyecto pretende integrar una serie de competencias multidisciplinares promoviendo la creación de un proyecto novedoso que responda a los problemas relacionados con el cambio climático y la degradación del medio ambiente, tal y como se contempla en el Pacto Verde Europeo 2020.

Con los conocimientos adquiridos durante la asignatura, los alumnos deberán diseñar una idea patentable, con potencial para convertirse en una *Spin-Off* integrada dentro de la Universidad de Sevilla. La creación de empresas de base tecnológica dentro de las universidades, también llamadas *Start-Up* o *Spin-Off* universitarias, ha probado ser en los últimos años uno de los mecanismos más eficaces de transferencia de resultados de investigación y tecnología desde los centros de investigación universitarios al sector productivo. Este tipo de proyectos son especialmente relevantes.

en al ámbito de la innovación, generación de empleo de calidad, la inserción de jóvenes emprendedores al mercado laboral y, por tanto, su aportación al desarrollo socioeconómico.

Además de promover el uso práctico de los conocimientos adquiridos durante el grado, desde el profesorado se generarán contactos con empresas del sector, con base en Andalucía, para organizar visitas guiadas a sus instalaciones y posibilitar la realización de prácticas por parte de los estudiantes y así intentar cimentar los primeros contactos entre alumnos de 3º de Farmacia y el mercado laboral.

**Abstract:** The subject of "Pharmaceutical Biotechnology" within the Pharmacy degree program at the University of Seville aims to foster specific competencies among students, encouraging a scientific mindset towards tackling the current productivity challenges faced by the global industrial sector. It also aims to generate innovative ideas that promote resource reuse in the field of biotechnology.

Given the diverse nature of the departments involved in this subject, our project seeks to integrate a range of multidisciplinary competencies, fostering the development of a novel project that addresses the pressing issues of climate change and environmental degradation, as emphasized in the European Green Deal 2020.

Drawing upon the knowledge acquired throughout the course, students will be tasked with designing a patentable concept with the potential to evolve into a start-up venture affiliated with the University of Seville. Establishing technology-based companies within universities, particularly university spin-offs, has emerged as a highly effective mechanism for transferring research findings and technological advancements from academic research centers to the industrial sector. Such projects play a crucial role in driving innovation, generating high-quality employment opportunities, facilitating the integration of young entrepreneurs into the job market, and thereby contributing to socioeconomic development.

In addition to the explicit objective of applying the acquired knowledge during the course, we will facilitate connections with industry companies based in Andalusia. This will involve organizing guided visits to their facilities and providing students internships, aiming to establish initial contacts between 3rd-year Pharmacy students and the job market.

**Palabras clave:** *Spin-Off*, Biotecnología Farmacéutica, Reciclaje, Economía circular, Mercado laboral.

**Keywords:** *Spin-Off*, Pharmaceutic Technology, Recycling, Circular economy, Labour market.

---

## 1. Introducción

La Unión Europea es quizás uno de los proyectos de integración más eficaces de nuestra historia moderna. Se originó por motivos sociales, económicos y geopolíticos, y ese proceso evolutivo culminó en 1988 con la Carta

Magna de la Universidad Europea (Bolonia, Italia) (1). En la actualidad, el proceso de convergencia no sólo ha evolucionado como un proceso de unificación de aspectos económicos, sino que se también ha desembocado en la creación de una Europa del Conocimiento

estableciéndose un Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

El EEES pretende crear un ámbito armónico, pero no homogéneo, que permita desarrollar los estudios universitarios basados en 6 objetivos principales:

- Sistema de titulaciones comparables mediante el Suplemento Europeo al Título: un formato normalizado para que puedan compararse los títulos de distintos países europeos.
- Organización de la enseñanza superior en dos ciclos. Un primer ciclo de grado y un segundo de máster y doctorado.
- Establecimiento de un sistema común de transferencia de créditos denominado el "European Credit Transfer System (ECTS)"
- Promoción de la movilidad de profesores y estudiantes.
- Garantía de calidad de la enseñanza superior europea.
- Promoción de la dimensión europea de la enseñanza superior.

En cumplimiento de las directrices del EEES, en el curso académico 2009-2010, se implantó el grado en Farmacia (Plan 2009) de la Universidad de Sevilla. Este antiguo plan de estudios fue un reto importante que no sólo supuso una reorganización de las materias en asignaturas y cursos, sino también un cambio en los aspectos metodológicos de las enseñanzas que incumbe a todos: profesores, alumnado y personal de administración y servicios. Finalmente, el pasado 22 de julio de 2019 (BOE Num.193, 13 de agosto 2019), de conformidad con la modificación de planes de estudios ya verificados y una vez recibido informe favorable de la Agencia Andaluza del Conocimiento (21 de marzo de 2019) a las modificaciones presentadas del plan de estudios del título de

graduado/graduada en Farmacia por la Universidad de Sevilla, se aprobó el actual plan de estudios (Plan 2019).

Dentro del grado en Farmacia, en el 3<sup>er</sup> curso, se imparte la asignatura de 'Biotecnología Farmacéutica'. En ella, se fomentan una serie de competencias específicas y transversales que promueven el uso de herramientas digitales para la realización de proyectos científicos, trabajos de divulgación, e incluso, para el desarrollo de protocolos de Biología Molecular, como la utilización de plataformas virtuales de simulación (por ej., *Farmaling* (2)), o para predicciones de la estructura de las proteínas como los recientes programas informáticos de inteligencia artificial (por ej., *AlphaFold*). Una aplicación directa de los conocimientos adquiridos durante el curso es la optimización de recursos y su posterior reciclaje para una correcta economía circular (Figura 1). En ese sentido, el Pacto Verde Europeo 2020 (3) contempla un conjunto de iniciativas políticas de la Comisión Europea con el objetivo general de hacer que la Unión Europea sea climáticamente neutral en 2050. A su vez, la legislación europea en la gestión de residuos establece como uno de sus objetivos principales el re-uso y reciclaje de los residuos domésticos e industriales (*Landfill Directive* 2018/850/EC) y reducirlos un 65% en 2030. Sin embargo, aunque las políticas europeas hayan estado constantemente incorporando planes de sostenibilidad en los últimos años, según el informe SOER 2020 de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) (4), Europa no está realizando suficientes avances ambientales y no alcanzará sus objetivos para 2030, ni aquellos proyectados más a largo plazo en 2050, con relación al cambio a un futuro sostenible, si no se toman medidas urgentes.

Por todo esto, para poder lograr los objetivos europeos será necesario el impulso de actuaciones políticas y educativas que generen un cambio en los sistemas de producción y consumo que sustentan el estilo de vida actual y tienen un importante impacto medioambiental, como la alimentación, la energía y la movilidad. Los recursos de nuestro planeta no son ilimitados y ahora tenemos la oportunidad de tomar medidas para proteger el medio ambiente, reduciendo el impacto ambiental, eliminando los residuos altamente contaminantes y haciendo un consumo de energía responsable. Por tanto, urge crear iniciativas que preserven el medio ambiente mediante la gestión de recursos y la eliminación de residuos.

Por todos estos motivos, la promoción y generación de este tipo de proyectos está encaminado al asentamiento de las bases para futuras ideas que puedan llegar al mercado, cumpliendo con las principales premisas del Pacto Verde Europeo.



**Figura 1.** Economía circular en la industria farmacéutica creada en BioRender.com.

## 2. Metodología

El principal objetivo de nuestra propuesta es la creación por parte de los estudiantes de un proyecto sostenible basado en los principios de la economía circular (Figura 1). Para ello, aplicando los conocimientos adquiridos durante el curso, los estudiantes desarrollarán una propuesta que conlleve la reducción del impacto ambiental y la eliminación de residuos originados por el uso de vectores biológicos provenientes de la industria farmacéutica, así como de la industria agroalimentaria.

El principal reto para el sector es la gestión de dichos residuos, e intentar introducirlos de nuevo en el tejido productivo. Existen numerosos ejemplos locales de empresas donde el procesamiento enzimático de restos celulares o productos agroalimentarios, son susceptibles de ser procesados para su posterior uso como abonos o alimento para insectos y organismos procariontes (Kaura Coproducts, Trichodex, Kimitech, etc.)

Para todo ello, los alumnos deberán desarrollar primero una idea en la que productos de deshecho durante la producción de biofarmacéuticos, puedan convertirse en materia útil tanto para su reutilización en la generación de otros productos farmacológicos como en otros sectores como la agricultura, reciclaje o alimentación. Entre las características fundamentales de cualquier proyecto de sostenibilidad, debemos encontrar espacios saludables, viabilidad económica y necesidad social.

El proyecto está dirigido a estudiantes que cursan la asignatura de Biotecnología Farmacéutica de 3<sup>er</sup> curso del grado de Farmacia y doble grado en Farmacia y en Óptica y Optometría. El temario de la asignatura consiste,

en gran medida, en la descripción de los numerosos procesos biotecnológicos llevados a cabo en la industria farmacológica. Los estudiantes se organizarán en grupos de trabajo de 5 personas, las cuales deberán participar activamente en el diseño, redacción y exposición del proyecto presentado. Estos grupos de trabajo contarán con la tutorización de uno de los profesores de la asignatura.

La temática del proyecto versará sobre la "Sostenibilidad" y se propondrán una serie de temas relacionados al inicio de la asignatura. Los estudiantes podrán proponer proyectos diferentes de los planteados, siempre dentro del ámbito de la sostenibilidad.

La memoria del proyecto tendrá una longitud máxima de 10 páginas utilizando el siguiente formato: letra Times New Roman, Calibri o Arial de un tamaño mínimo de 11 puntos; márgenes laterales de 2,5 cm; márgenes superior e inferior de 1,5 cm; interlineado mínimo sencillo. Dicha memoria podrá rellenarse en español o en inglés (valorable) y será presentada en formato PDF.

El proyecto será expuesto en clase mediante una presentación en PowerPoint. Dicha presentación será realizada por todos los miembros del grupo. El orden de exposición será establecido el día de la presentación para fomentar la implicación de todos los estudiantes por igual. La realización de dicho trabajo es voluntaria, se calificará de 0 a 10 (se aportará rúbrica a los estudiantes para que conozcan la metodología en la calificación), y permitirá obtener un máximo de 1 punto sobre la calificación obtenida en la asignatura, siempre que esta haya sido aprobada previamente.

### **3. Resultados esperables**

La asignatura de Biotecnología Farmacéutica está asentada en el Grado de Farmacia con más de 10 años de experiencia teórica y práctica entre el grupo de profesores que la imparten. Las competencias expuestas en el programa docente abarcan un amplio abanico de requisitos y exigencias que muestran al alumnado el claro potencial del farmacéutico en el mundo biotecnológico.

Con proyectos docentes con clara vocación innovadora entre el alumnado, se pretende reforzar competencias transversales para situar a nuestros estudiantes en posiciones lo más competitivas posibles dentro del mercado laboral. Algunos ejemplos de las competencias tanto clásicas como innovadoras que se pretende promover entre nuestro alumnado destacan:

- Fomentar la iniciativa y creatividad de los estudiantes, y su capacidad para trabajar en grupo.
- Orientar a los estudiantes sobre las opciones sostenibles que ofrece el mercado laboral.
- Incentivar a los estudiantes mediante la participación en programas de prácticas de empresas ofertados por la Universidad de Sevilla.
- Compromiso con la sostenibilidad (Se entrena de forma intensa)
- Comunicación oral en lengua nativa (Se entrena de forma intensa)
- Trabajo en equipo (Se entrena de forma intensa)
- Habilidades en las relaciones interpersonales (Se entrena de forma intensa)
- Capacidad para aplicar la teoría a la práctica (Se entrena de forma intensa)
- Habilidades de investigación (Se entrena de forma intensa)

- Capacidad de generar nuevas ideas (Se entrena de forma intensa)
- Iniciativa y espíritu emprendedor (Se entrena de forma intensa)

### 3.1. Idea patentable

La universidad de Sevilla gracias a su Secretariado de Transferencia del Conocimiento y Emprendimiento, perteneciente al Vicerrectorado de Transferencia del Conocimiento, promueve la creación de ideas patentables en la comunidad investigadora. Poseen un equipo altamente competitivo que ayudan a depurar los perfiles tanto científicos como burocráticos hasta llevar las ideas hasta el registro de patentes.

A su vez, existen varias convocatorias dentro del plan propio de la Universidad de Sevilla, en las que se incentiva mediante premios y distinciones, a las mejores ideas propuestas por los estudiantes de dicha institución. Existen concursos de "Ideas de Emprendimiento", organizados por la Universidad en las que se promueven la presentación de ideas relevantes como desarrollo de nuevas App, herramientas de software u otras ideas innovadoras que puedan acabar en patentes apoyadas por la misma Universidad.

### 3.2 Creación de una empresa de base tecnológica (Spin-Off)

Una *Spin-Off* es aquella empresa cuya actividad requiere la generación o un uso intensivo de tecnologías, para la generación de nuevos productos, procesos o servicios, derivados de la investigación, el desarrollo y la innovación y para la canalización de dichas iniciativas y transferencia de sus resultados. Este tipo de empresas son importantes porque potencian el tejido tecnológico y el desarrollo económico y

benefician a la sociedad por la creación de empleos y la mejora del uso de recursos si su finalidad es, como en nuestro caso, la optimización de recursos. Se valorarán aquellos proyectos con clara vocación emprendedora, que puedan acabar en la creación de este tipo de pequeñas empresas.

### 3.3 Diversificar las opciones laborales de los estudiantes

Más allá del mundo académico, una vez obtenido el Grado en Farmacia y realizado un Máster (de manera opcional) perteneciente a los distintos programas de doctorado que oferta la Universidad de Sevilla, los estudiantes pueden intentar optar a las diversas becas pre-doctorales y trabajar en diversos grupos de investigación dedicados a distintos campos de la industria farmacológica (Microbiología, Química Orgánica, Bioquímica y Biología Molecular, etc.). El presente proyecto de innovación docente intentará ofrecerles a los alumnos la posibilidad de entrar en contacto con empresas del sector tecnológico, donde poder implementar posteriormente sus ideas acerca de la optimización de recursos y mejorar el re-uso de aquellos residuos contaminantes provenientes fundamentalmente de las fábricas que usan material celular (vectores biológicos) (Figura 2).

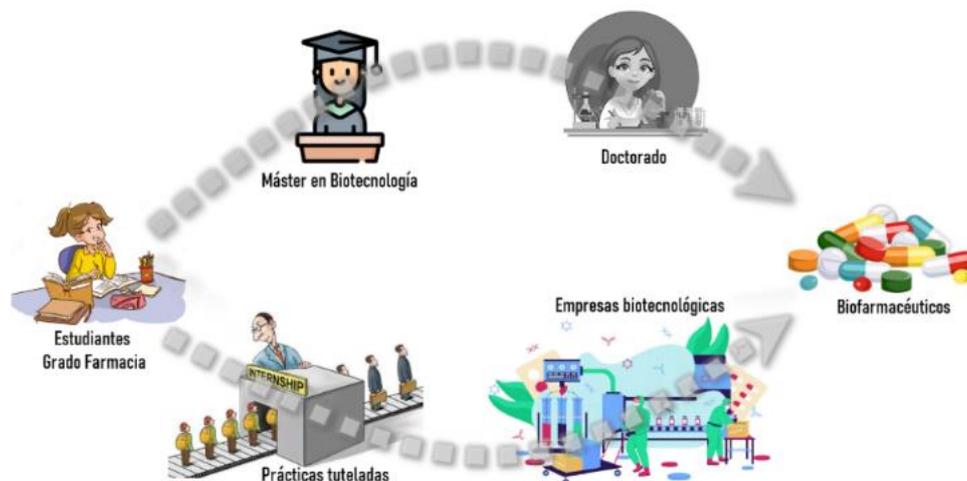


Figura 2. Esquema de las alternativas laborales que este tipo de proyectos puede ofrecer a los estudiantes del Grado de Farmacia. Creación propia.

#### 4. Cronograma

|                               | MARZO |   |   |   | ABRIL |   |   |   | MAYO |   |   |   | JUNIO |   |   |   | JULIO |   |
|-------------------------------|-------|---|---|---|-------|---|---|---|------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|
| SEMANA                        | 1     | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 |
| Elección tema                 | ■     | ■ |   |   |       |   |   |   |      |   |   |   |       |   |   |   |       |   |
| Antecedentes y objetivos      |       |   | ■ | ■ |       |   |   |   |      |   |   |   |       |   |   |   |       |   |
| Hipótesis y justificación     |       |   | ■ | ■ |       |   |   |   |      |   |   |   |       |   |   |   |       |   |
| Metodología                   |       |   |   |   | ■     | ■ | ■ | ■ |      |   |   |   |       |   |   |   |       |   |
| Desarrollo de la propuesta    |       |   |   |   |       |   |   |   | ■    | ■ | ■ | ■ |       |   |   |   |       |   |
| Resultados y conclusiones     |       |   |   |   |       |   |   |   |      |   |   |   | ■     | ■ |   |   |       |   |
| Presentación del proyecto     |       |   |   |   |       |   |   |   |      |   |   |   |       |   | ■ | ■ |       |   |
| Contacto y visitas a empresas |       |   |   |   |       |   |   |   |      |   |   |   |       |   | ■ | ■ | ■     | ■ |
| Comienzo de las prácticas     |       |   |   |   |       |   |   |   |      |   |   |   |       |   |   |   | ■     | ■ |

## 5. Perspectivas futuras

Participación en el Programa Becas PRAEM de la Universidad de Sevilla (5). Aquellos/as estudiantes que obtengan una mayor calificación en el proyecto, serán orientados en la candidatura para su participación en programa de las Becas PRAEM que ofrece prácticas a estudiantes universitarios/as en empresas e instituciones de Andalucía con el objetivo de fomentar la inserción laboral.

Participación en el Programa Áurea subvencionado por el Instituto Andaluz de la Mujer (IAM) y organizado por el Secretariado de Transferencia del Conocimiento y Emprendimiento (STCE) de la Universidad de Sevilla (6). Aquellas alumnas que hayan obtenido mayor calificación en el proyecto serán tutorizadas presentar su candidatura al

Programa Áurea. Dicho programa se incluye dentro del Programa UNIVERGEM (7), y tiene como iniciativa fomentar la empleabilidad y el emprendimiento de las universitarias y graduadas.

Orientación para la creación de una Spin-Off universitaria basada en el proyecto y que potencie los principios de la economía circular.

### Agradecimientos

Los autores querrían agradecer al Dr Juan Parrado por aportar sus conocimientos en el campo de la Biotecnología Farmacéutica, y a la Dra Rocío Ruiz por su ayuda en la elaboración final del artículo.

### Conflicto de intereses

Los autores no tienen conflicto de interés alguno que declarar.

## Referencias bibliográficas

1. Magna Charta Universitatum. Universidad de Bolonia, 1988. [Internet]. Consultado el 22 de mayo de 2023. Disponible en: <https://www.educacionyfp.gob.es/dctm/boloniaeees/documentos/09grupotrabajo/bolonia-v-la-magna-charta-universitatum.pdf?documentId=0901e72b8004aaa9>
2. Carrasco JA. et al. "Farmaling", adaptación de una plataforma virtual de simulación para la docencia de Biología Molecular [Proyecto de Innovación Docente]. Sevilla: Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla; 2022-2023.
3. "Pacto Verde Europeo". Consejo Europeo [Internet]. Consultado el 12 de mayo de 2023. Disponible en: <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/green-deal/>
4. "Informe SOER". Agencia Europea de Medio Ambiente e Información Ambiental. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. [Internet]. Consultado el 20 de mayo de 2023. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/agencia-europea-medio-ambiente-informacion-ambiental/soer/default.aspx>
5. Secretariado de Prácticas en Empresa y Empleo del Vicerrectorado de Transferencia del Conocimiento de la Universidad de Sevilla (SPEE). [Internet]. Consultado el 20 de mayo de 2023. Disponible en: <https://servicio.us.es/spee/becas-praem>

6. Programa Áurea. Programa de impulso profesional para universitarias y tituladas. Secretariado de Transferencia del Conocimiento y Emprendimiento (STCE) de la Universidad de Sevilla. [Internet]. Consultado el 21 de mayo de 2023. Disponible en: <https://stce.us.es/noticias/jornada-inaugural-de-la-tercera-edicion-del-programa-aurea-2022>
7. UNIVERGEM: Universidades por la empleabilidad y el emprendimiento de las mujeres universitarias desde la perspectiva de género. Instituto Andaluz de la Mujer. Consejería de Inclusión Social, Juventud, Familias e Igualdad. [Internet]. Consultado el 21 de mayo de 2023. Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/institutodelamujer/index.php/2013-08-08-11-30-38/univergem-universidades-por-la-empleabilidad-y-el-emprendimiento-de-las-mujeres-universitarias-desde-la-perspectiva-de-genero>

Este trabajo debe ser citado como:

Manfredi-Lozano M, Sarmiento Soto M. Diseño y perspectiva longitudinal de un proyecto de biotecnología farmacéutica basado en la economía circular. *Rev Esp Cien Farm.* 2023;4(1):37-45.