

INFORME FINAL

PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE CURSO 2018/19

Solicitantes: Margarita Díaz Martínez, Beatriz Santos Romero, Ramón I. Santamaría Sánchez, Ricardo Sánchez de la Nieta Moreno

Proyecto: ID2018/143 “MicroMundo@Salamanca (SWI): Búsqueda de microorganismos productores de nuevos antibióticos mediante una estrategia de aprendizaje-servicio (ApS)”

1.-Antecedentes

El proyecto solicitado se ha aplicado como una innovación de Aprendizaje-Servicio (ApS) durante el segundo cuatrimestre del presente año académico a alumnos del tercer curso del Grado en Biología y a los cuales Margarita Díaz y Beatriz Santos impartimos la asignatura “Fisiología y Metabolismo microbianos” en el primer cuatrimestre, y a alumnos de 4º curso del Grado en Biología que, además, ya han cursado la asignatura de “Diversidad Microbiana”. Además, también han participado en el proyecto una alumna de tercer curso del Grado en Ciencias Ambientales y dos alumnos del Grado de Comunicación con la realización de sus trabajos Fin de Grado, como se detallará más adelante.

Como consta en la solicitud del proyecto hemos abordado el problema de la resistencia a antibióticos desde un proyecto de investigación real desarrollado por nuestros estudiantes de Grado que han dirigido en equipo a estudiantes de centros de secundaria, teniendo que adquirir y trabajar, además de competencias de ámbito científico-investigador, competencias de sesgo educativo-docente, organizativo, de comunicación tanto oral como escrita...

Además, en el equipo de trabajo solicitante del proyecto han participado un estudiante de doctorado, Ricardo Sánchez de la Nieta, y un investigador del Instituto de Biología Funcional y Genómica (IBFG), el Dr. Ramón Santamaría, lo cual le ha dado una dimensión adicional con sus aportaciones a nuestros estudiantes.

El proyecto no estaba encaminado a ser aplicado en una asignatura concreta del currículum de los estudiantes, sino a crear un valor añadido al conocimiento adquirido en las distintas asignaturas de los Grados relacionadas con la Microbiología mediante su aplicación práctica tanto a nivel investigador como docente y en el caso de los alumnos de comunicación, el formar profesionales que pudieran divulgar de forma adecuada contenidos científicos. Otro de los objetivos era el generar nuevas vocaciones científicas en los estudiantes de secundaria. Consideramos que los objetivos se han cumplido con creces basándonos en las evaluaciones realizadas a todos los grupos implicados. La experiencia del proyecto nos ha mostrado que los alumnos de Grado se han involucrado mucho en su aprendizaje y que han incrementado notablemente su motivación de seguir formándose en el ámbito de la microbiología y de la ciencia en general. Los alumnos de comunicación han desarrollado una labor encomiable en relación con la difusión de los resultados obtenidos del mismo con un gran rigor científico.

A continuación, se explicará con detalle el proceso llevado a cabo para la consecución del proyecto con todos los agentes que se han implicado finalmente y los resultados conseguidos, así como los mecanismos y estrategias utilizados tanto para su evaluación como para su difusión.

2.-Objetivos

El **objetivo general** fue compaginar el aprendizaje de nuestros alumnos con su contribución activa en resolver un problema actual y acuciante de la salud como es la resistencia a antibióticos, actuando en colaboración con otros agentes de la sociedad como son los alumnos de Secundaria y Bachillerato.

Para ello nos planteamos varios **objetivos específicos**:

- Consolidar los conocimientos relacionados con la problemática de la resistencia a antibióticos (transmisión y prevención), bioseguridad, biodiversidad, trabajo en laboratorio, técnica aséptica... → **aprendizaje**
- Compartir estos conocimientos con alumnos no universitarios (IES, Colegios concertados...) de diferentes niveles de formación, sus familias y la sociedad en general, fomentado las habilidades docentes futuras de los alumnos de Grado → divulgación científica y docencia → **servicio y aprendizaje**
- Realizar un proyecto científico real de búsqueda de microorganismos productores de antibióticos → **aprendizaje y servicio**
- Generar vocaciones científicas entre los alumnos tanto universitarios como no universitarios → **servicio**
- Participación de los alumnos de Grado en foros científicos exponiendo los resultados → **aprendizaje**

Para el desarrollo de estos objetivos se ha optado por una técnica de Aprendizaje-Servicio tal y como se describe en los siguientes apartados.

3.-Descripción de las actividades realizadas y resultados obtenidos

Para el desarrollo del proyecto MicroMundo-SWI quisimos explorar la utilización de una técnica de aprendizaje-servicio-ApS, con la cual además de fomentar la participación de los estudiantes de Grado y su aprendizaje, lleváramos la ciencia a la ciudadanía, concretamente, a estudiantes de secundaria, sus familias y la sociedad en general. Siempre, con el objetivo general de concienciar a todas las partes implicadas del problema real existente en la sociedad de la resistencia a antibióticos y haciéndoles partícipes como agentes activos de la solución al mismo. El proyecto concreto llevado a cabo era la búsqueda sistemática de microorganismos productores de nuevos antibióticos a partir de diferentes hábitats del suelo.

La **primera y segunda fase del proyecto** consistió, por un lado, en reclutar a los alumnos de Grado (SWI-TAs: *SWI Teaching Asistants*) para poder formar los equipos de trabajo finales en cada centro y, por otro lado, seleccionar los centros de secundaria interesados en la realización del proyecto (SWIs). que son los que realmente realizan el proyecto de investigación.

El proyecto partía de una experiencia piloto realizada en el curso 2017-18 en la cual participaron 13 estudiantes de tercer curso del Grado en Biología y tres centros educativos de secundaria. Todos estos estudiantes de Grado, tras una reunión mantenida con ellos el 5 de octubre de 2018 mantuvieron su interés en participar de nuevo en el curso 2018-19 en esta experiencia educativa. Incorporamos, por tanto, un nuevo escalafón en los equipos, la

figura de los **SWI-TAs senior**, para diferenciarlos de las nuevas incorporaciones de alumnos de tercer curso de Grado denominados SWI-TAs junior.

A finales del mes de octubre, el martes día 23, se organizó una reunión informativa en el Salón de Actos del Edificio Dioscórides de la Facultad de Biología para la captación de los nuevos SWI-TAs junior. En esta reunión la coordinadora de Salamanca, Beatriz Santos junto con uno de los SWI-TAs senior expusieron el proyecto y a partir de dicha exposición de la experiencia se seleccionaron 22 nuevos estudiantes **SWI-TAs junior** entre los 30 candidatos que lo solicitaron.

A su vez, los **centros educativos** se seleccionaron en base a varios parámetros:

- interés de los profesores del área de ciencias en participar en el proyecto
- variabilidad de centros: públicos, concertados; localización en la ciudad o en el alfoz; diferentes niveles educativos (ESO, primero y segundo de bachillerato)
- disponibilidad horaria y facilidad de aparcamiento para poder acceder con el material
- compromiso de difusión de los resultados y del problema de la resistencia a antibióticos

Tras entrevistarnos con los profesores responsables en los distintos centros que mostraron interés entre los meses de octubre y noviembre de 2019 seleccionamos cinco centros educativos: Colegio San Estanislao de Kostka, Colegio Concertado Pizarrales, Colegio Calasanz, IES Vaguada de la Palma e IES Senara (Babilafuente). Estos centros nos mostraron sus instalaciones y nos facilitaron el número y el nivel de los estudiantes que iban a participar (**SWIs**). Asimismo, nos propusieron el calendario más adecuado para la realización del proyecto en sus centros sin interferir con sus actividades docentes.

De este modo los **equipos de trabajo** para cada centro educativo se conformaron con la siguiente estructura (el proyecto se denomina MicroMundo-SWI, de ahí las denominaciones de las figuras) (Figura 1):

- 1 **SWI-PI** (*SWI Partner Instructor*): Profesor titular de la universidad, o investigador.
- 2-3 **SWI-TAs seniors** (*SWI Teaching Asistants*): Estudiantes de Grado en Biología de cuarto curso ya participantes en el curso 2017-18.
- 3-5 **SWI-TAs juniors** Estudiantes de Grado de tercer curso voluntarios y sin experiencia previa en el proyecto.
- 17-24 **SWIs**: Estudiantes de secundaria (3º o 4º de la ESO) o Bachillerato (1º y 2º) que realizarán los experimentos del proyecto.

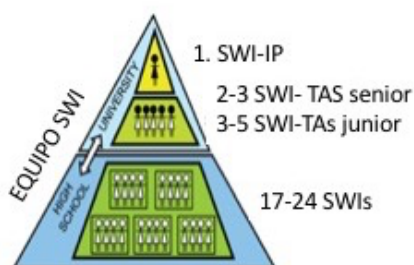


Figura 1: Composición de los equipos SWI

Como se ha mencionado se seleccionaron 5 centros educativos de secundaria para la realización del proyecto, por lo que se conformaron **5 equipos de trabajo** ya listos en su composición a finales del primer cuatrimestre del curso 2018-19 y con el calendario de actuación previsto para cada centro.

El proyecto se realizó posteriormente a lo largo del segundo cuatrimestre en las instalaciones correspondientes de cada centro de secundaria, con la excepción de Centro IES Senara de Babilafuente que se desplazó a las instalaciones del IBFG, como se indica a continuación.

Además, durante este periodo nos pusimos en contacto con la profesora Maribel R. Fidalgo de la Facultad de Ciencias Sociales para que algún alumno del Grado en comunicación se hiciera cargo de colaborar con otro de los objetivos del proyecto que es la divulgación a la sociedad de este. De este modo **dos alumnos del Grado de Comunicación** se incorporaron al proyecto y se comprometieron a hacer el seguimiento del mismo para la realización de sus correspondientes Trabajos Fin de Grado. Estos alumnos no estaban en un equipo de trabajo concreto, sino que asistieron a todas las etapas del desarrollo del proyecto asistiendo a una sesión en cada uno de los centros cubriendo todas las sesiones del proyecto.

La **tercera fase del proyecto** correspondió a la formación inicial (training) de los nuevos alumnos de Grado que se incorporaron (SWI-TAs junior) y comenzamos con ella al finalizar los exámenes del primer cuatrimestre. Esta fue una de las tareas en las que los SWI-TAs senior tuvieron que co-responsabilizarse junto con los SWI-IPs. Para ello, tuvimos una reunión con estos el día 29 de enero de 2019 en la cual repartimos tareas para el buen desarrollo del *training*. Ese mismo día asistieron a una reunión posterior ya todos los integrantes universitarios del proceso y asignamos a cada SWI-TA senior los correspondientes SWI-TAs junior que iban a formar parte de su equipo y el centro de secundaria con las fechas concretas de desarrollo del proyecto. Esta asignación de equipos se hizo en base a la coordinación de horarios de los diferentes agentes y teniendo en cuenta las obligaciones docentes de cada uno de los alumnos (asistencia a las clases prácticas de asignaturas del segundo cuatrimestre). También en este momento se incorporaron los alumnos de Comunicación.

El *training* tuvo lugar durante tres días en la primera semana de febrero de 2019 (días 4, 6 y 8) en horario de tarde en las instalaciones de posgrado del IBFG. Previamente, los SWI-TAs seniors participaron en el inventario del material disponible y en la elaboración del listado material nuevo que había que comprar; la planificación y preparación del material necesario para cada sesión; la elaboración de una prueba para comprobar los conocimientos iniciales los SWI-TAs junior; adaptación del guión; entre otras funciones. Todas las sesiones fueron documentadas por grabaciones realizadas por los alumnos de comunicación.

Una vez realizado el *training*, ya teníamos todo dispuesto para comenzar con la **cuarta fase** de realización de las cinco sesiones del proyecto real con los centros de secundaria. El calendario para cada centro abarcaba dos periodos, en tres de los centros se realizó en la segunda quincena de febrero y en los otros dos centros a lo largo del mes de marzo. El contenido de cada una de las sesiones está detallado en la solicitud del proyecto, los alumnos de comunicación asistieron a una de las sesiones en cada centro para grabarlas hasta completar las cinco y tener el proyecto completo.

Resumiendo los resultados obtenidos por los distintos equipos, los alumnos de los centros de secundaria recogieron en total 56 muestras de suelo de diferentes localizaciones en la península y a partir de dichas muestras seleccionaron y analizaron la capacidad de producción de antibióticos de 896 microorganismos. De ellos el 8,7 %, 78 microorganismos, dieron positivo en la capacidad bioactiva frente a uno de los dos microorganismos testigo utilizados. Sin embargo, lo importante no son tanto los números, sino es que aprendieron a manejarse en un laboratorio de microbiología, conceptos de bioseguridad, esterilidad, estructura y genética microbiana... Por supuesto, todo esto bajo la atenta dirección de los SWI-TAs y los SWI-IPs, así como de sus profesores de ciencias de sus propios centros.

En cuanto a la **quinta fase** de actividades de divulgación la hemos ido desarrollando desde el inicio desde diferentes frentes: alumnos de Grado, centros de secundaria, IBFG, Facultad de Biología, medios de comunicación. Por ejemplo, en La Gaceta de 15 de febrero de 2019 apareció la noticia: “Cinco institutos salmantinos formarán parte de un proyecto internacional de resistencia de antibióticos”. El 4 de marzo de 2019 en la sección de Babilafuente: “Vocación de futuros investigadores”. En Salamanca 24 horas del día 19 de marzo: “El colegio Calasanz participa en el Proyecto MicroMundo de Ciencia Ciudadana” ...

Seis de los estudiantes SWI-TAs seniors llevaron los resultados del proyecto al **XIV Congreso Nacional de Investigación para Estudiantes pregraduados de Ciencias de la Salud** que tuvo lugar en Madrid durante los días 25 al 27 de abril de 2019 (<https://eventos.ucm.es/28598/programme/xiv-congreso-nacional-de-investigacion-para-estudiantes-pregraduados-de-ciencias-de-la-salud.-xviii.html>). En dicho Congreso presentaron dos pósteres (“Potencial inhibitorio de *Streptomyces* frente a las bacterias ESKAPE-like” y “Educando e investigando las resistencias bacterianas: el proyecto *Small World Initiative* 2018 en Salamanca”) y una comunicación oral el viernes 26 (“Análisis de producción de antibióticos de cepas de *Streptomyces* aisladas del proyecto SWI 2018 Salamanca”). La financiación obtenida en este proyecto de innovación se ha destinado al pago de los pósteres, los viajes de los estudiantes y dietas como se especifica más adelante.

Los resultados finales de todo el proyecto se presentaron en el **Acto de Clausura** que tuvo lugar el 16 de mayo en el Salón de Actos del Dioscórides de la Facultad de Biología y se incluyó dentro de las actividades de Primavera Científica 2019 organizadas por Cultura Científica para la cual obtuvimos financiación con un **Proyecto de Divulgación científica, tecnológica e innovadora UCCi 2019 denominado “Jornada de concienciación a la sociedad del problema de la resistencia a antibióticos”**. En dicho acto se procedió a la entrega de diplomas a todos los participantes, se elaboró un calendario divulgativo del proyecto a cada uno de ellos y se entregaron premios a los estudiantes de secundaria en diferentes categorías. Además, el profesor Dr. Bruno González-Zorn de la Universidad Complutense de Madrid impartió una conferencia sobre el tema que fue muy motivadora; Ricardo Sánchez de la Nieta expuso los resultados concretos del proyecto de este curso; y los estudiantes de comunicación presentaron el video que elaboraron con todas las grabaciones que habían realizado para mostrar el contenido y resultado de las diferentes sesiones.

También dentro de la Primavera Científica 2019, se realizó un **Taller sobre resistencia a antibióticos** el día 15 de mayo. Este Taller se organizó juntamente con el personal de la empresa ThermoFisher con la cual se firmó durante el presente curso un convenio para su colaboración en la realización del proyecto con una importante aportación económica por su parte. En dicho taller, Elisa Parrilla de ThermoFisher dio una charla sobre el problema de resistencia a antibióticos, Beatriz Santos explicó el proyecto Micromundo y posteriormente las personas que participaron pudieron realizar un taller práctico en el que se hacía de forma

condensada el proyecto real de MicroMundo. Al taller acudieron 24 personas y se realizó en las instalaciones del IBFG.

La divulgación sobre la resistencia a los antibióticos es una fase dinámica y se sigue desarrollando hasta el comienzo del proyecto del próximo curso.

Como se ha mostrado en los apartados anteriores el calendario de las distintas actividades se ha ajustado al previsto en la solicitud del proyecto sin grandes cambios.

En cuanto al coste económico del proyecto, ha sido cubierto gracias a la generosa participación de diferentes fuentes. Mención especial al gran interés mostrado por la Vicerrectora de Docencia que, no solo nos ha apoyado con una aportación económica que ha cubierto las necesidades de material para la realización del proyecto, sino que ha mostrado siempre un gran interés en que se desarrollara adecuadamente lo que puso de manifiesto durante su asistencia al acto de clausura. Para dicho acto hemos contado además con la aportación del proyecto UCCi 2019 de Cultura Científica. Otra aportación importante es la realizada por ThermoFisher que nos proporcionó material (pipetas automáticas y balanzas) y participó en la realización del Taller como ya se ha mencionado. La Facultad de Biología y el IBFG, nos han facilitado siempre el uso y utilización de sus instalaciones y material.

Y por supuesto, hemos contado con el dinero del presente proyecto de Innovación Docente que ha permitido a nuestros alumnos la asistencia al XIV Congreso Nacional de Investigación para Estudiantes pregraduados de Ciencias de la Salud en Madrid.

4.-Repercusión en el aprovechamiento y rendimiento de los estudiantes:

A lo largo del curso hemos comprobado que este proyecto es muy motivador para nuestros estudiantes de Grado y ha permitido consolidar sus conocimientos relacionados con la problemática de la resistencia a antibióticos (objetivo específico 1). El hecho de tener que compartir estos conocimientos con los alumnos no universitarios ha hecho que tuvieran que esforzarse en explicar conceptos complejos de una forma sencilla y, de este modo, asentar mucho más sólidamente dichos conceptos (objetivo específico 2). Se han involucrado mucho en la actividad preparando presentaciones, explicando conceptos en la pizarra, elaborando test para los alumnos de secundaria de conocimientos previos y adquiridos, han realizado concursos para premiar al que mejor realizara las actividades del proyecto real... (objetivo específico 3). Además, los estudiantes de Grado les contaron sus experiencias en los Grados y los animaron a seguir una carrera científica (objetivo específico 4). En cuanto al último de los objetivos (objetivo específico 5) relativo a la difusión y divulgación de los resultados, también se ha cumplido con creces como se especifica en el apartado anterior.

Para tener un indicador que avale lo mencionado, se realizó un cuestionario anónimo y voluntario de satisfacción de los SWI-TAs al final de todo el proyecto, valorando: 1) el interés científico del proyecto con 4 preguntas al respecto; 2) los conocimientos sobre resistencia a antibióticos con 2 preguntas; 3) sobre habilidades adquiridas en el laboratorio, 3 preguntas; 4) el papel desarrollado en los centros de secundaria como docente, 4 preguntas; 5) la opinión personal sobre el proyecto con cinco preguntas. Asimismo, se les solicitaba que dijeran que había sido lo mejor y lo peor de la actividad. Contestaron 22 personas a la encuesta siendo la mayoría de las respuestas por encima de 3 sobre 5, siendo mayoritaria en todos los casos la mayor valoración

de 5. Se pueden consultar los resultados de la encuesta en el siguiente enlace <https://drive.google.com/file/d/1mghX8DiYWioIy44B9TAJtHdbQ8v-h2Fm/view?usp=sharing>

En cuanto a los alumnos de secundaria, la mayoría de ellos han disfrutado con la actividad y han aprendido mucho. Se les pidió al final de actividad que valorasen en un post-it amarillo lo positivo del proyecto y en uno azul lo negativo según sus criterios. La mayoría puso muchos más aspectos positivos que negativos. Resalta dentro de sus comentarios que se les ha hecho corto. En la Figura 2 se muestran algunos de los comentarios.

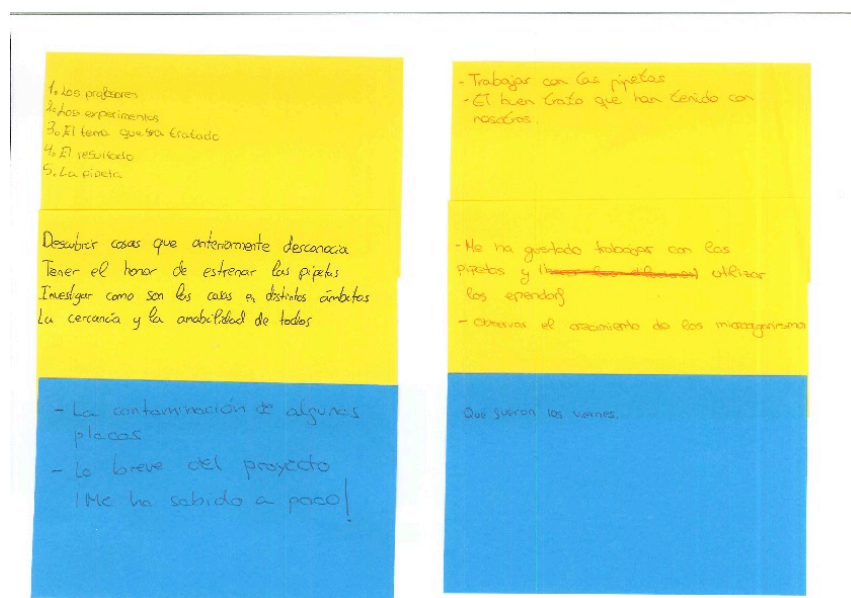


Figura 2: Algunos comentarios positivos (amarillo) o negativos (azul) de alumnos de Secundaria

Toda la actividad desarrollada a lo largo del proyecto ha facilitado que los alumnos tanto universitarios como no universitarios hayan mostrado un interés real en dedicarse a la ciencia.

Para nosotras, las profesoras, este proyecto es muy gratificante en muchos aspectos. Nos ha permitido tener una **relación más cercana** a nuestros estudiantes de Grado, poder evaluar de manera diferentes a los tradicionales exámenes de las asignaturas la evolución en cuanto a la adquisición de conocimientos relativos a nuestra materia y poder seguir ahondando y profundizando en los mismos sin tener el límite de tiempo de los horarios rígidos del Grado. Pero no solo en lo relacionado con la materia de Microbiología, se han **trabajado muchos otros aspectos de carácter más social** contribuyendo a uno de los objetivos principales del proyecto que es contribuir a formar ciudadanos comprometidos. Además, debido a la dinámica de trabajo utilizada se ha fomentado la adquisición de distintas **competencias transversales**: el trabajo el equipo, toma de decisiones, capacidad de resumir información, adecuarla a niveles inferiores de conocimiento, etc...

4.-Justificación económica del proyecto

A continuación, se detallan los gastos ejecutados con el dinero concedido en el proyecto.

Estos gastos cubren la asistencia de seis de los estudiantes SWI-TAs seniors al **XIV Congreso Nacional de Investigación para Estudiantes pregraduados de Ciencias de la Salud** que tuvo lugar en Madrid durante los días 25 al 27 de abril de 2019 y al que llevaron los resultados del proyecto. En dicho Congreso presentaron dos pósters y una comunicación oral. Se han imputado los gastos de los viajes de ida y vuelta a las seis personas,

el coste de la impresión de los dos pósters y 3 medias dietas para las tres personas que figuraban en primera posición en las presentaciones.

	Viaje de ida	Viaje de vuelta	Total
María Marugán	23,95	24,95	48,90
Sergio Oterino	23,95	24,95	48,90
Elena Baz	23,95	24,95	48,90
Helena Morante	35,9	23,95	59,85
David Gutiérrez	19,95	19,95	39,90
David Martínez	23,95	24,95	48,90
Pósters			50
Media-Dieta (3 personas)			168,3
Total			513,65