

INFORME FINAL

PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE CURSO 2019/20

Proyecto (ID2019/036) “MicroMundo@Salamanca (SWI): Búsqueda de microorganismos productores de nuevos antibióticos mediante una estrategia de aprendizaje-servicio (ApS)”

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

El proyecto se ha desarrollado con éxito (a pesar de la situación creada por el COVID-19) y en este informe se presentan distintas evidencias que ponen de manifiesto su realización, su calidad y la valoración de alumnos y profesores tanto universitarios como de Secundaria.

Hemos elaborado un **video resumen** del proyecto 2019-2020 al que tienen acceso a través de este link:

https://drive.google.com/open?id=1z1hgEV5jXM4lu7TMzjRUxy7GbY_6i1DR

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 han trabajado y han adquirido competencias de ámbito científico-investigador, educativo-docente, organizativo, comunicación tanto oral como escrita...

El grado de satisfacción por parte de los alumnos de Grado y de la mejora en su aprendizaje con el proyecto se ha valorado a través de una encuesta final a la que tienen acceso a través de este link:

https://docs.google.com/forms/d/15poLuAvwwy_2tY7lIGaMffW47y-DG-9Cva8t-Bwbys/edit?usp=sharing

1.-Antecedentes

El proyecto solicitado en el curso 2019-20 (MicroMundo/SWI) se engloba en la estrategia de Aprendizaje-Servicio (ApS). Esta iniciativa comenzó en el curso 2017-18 como un proyecto piloto con la participación de 13 alumnos de Grado y, ya en el curso 2018-19, se incrementó a 32 estudiantes mayoritariamente del Grado en Biología (proyecto ApS - ID2018/143).

El proyecto no está 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.

Se ha realizado durante el segundo cuatrimestre del presente año académico con **19 alumnos del tercer curso del Grado en Biología** (a algunos de los cuales Margarita Díaz y Beatriz Santos impartimos la asignatura “Fisiología y Metabolismo microbianos” en el primer cuatrimestre), y **11 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 **2 alumnos de tercer y cuarto curso del Grado en Biotecnología**, y **una alumna del Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas**, como se detallará más adelante.

Además, en el **equipo de trabajo** han participado dos estudiantes de doctorado, Ricardo Sánchez de la Nieta y Adrián Fragoso Luna y dos investigadores del CSIC del Instituto de Biología Funcional y Genómica (IBFG), el Dr. Ramón Santamaría y el Dr. Carlos R. Vázquez de Aldana, lo cual le ha dado una dimensión adicional con sus aportaciones a nuestros estudiantes. Carlos y Adrián no fueron incorporados en el equipo de trabajo detallado en la solicitud del proyecto puesto que se incorporaron posteriormente.

Como consta en la solicitud del proyecto hemos abordado dos objetivos:

1. **Concienciar del problema de la resistencia a antibióticos** (desde un proyecto de investigación real desarrollado por equipos de nuestros estudiantes de Grado que han dirigido a estudiantes de centros de secundaria).
2. Generar **nuevas vocaciones científicas** entre los jóvenes.

En la página <https://swiusal.wixsite.com/micromundo-usal> creada por los alumnos de Comunicación que participaron en el curso 2018-19 hay descripción clara y amena del proyecto.

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

2.-Objetivos

Los **objetivos generales** fueron 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 y fomentar la **vocación científica**.

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...) y la sociedad en general, fomentando las *habilidades docentes* (divulgación científica y/o docencia) (servicio).
- Realizar un *proyecto científico real* de búsqueda de microorganismos productores de antibióticos (aprendizaje).
- *Generar vocaciones científicas* entre los alumnos tanto universitarios como no universitarios (**servicio**).

Para el desarrollo de estos objetivos se ha optado por una metodología de Aprendizaje-Servicio tal y como se describe en el proyecto.

Consideramos que los objetivos se han cumplido basándonos en las evaluaciones realizadas a todos los grupos implicados. Sin embargo, la situación del COVID19 ha provocado no poder llevar a cabo algunas partes del proyecto.

3.-Descripción de las actividades realizadas y resultados obtenidos

Para el desarrollo del proyecto MicroMundo-SWI quisimos continuar con la **metodología ApS**, ya iniciada en cursos anteriores, 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 muestras de suelo**.

La **primera fase del proyecto** consistió en **reclutar a los alumnos de Grado** para poder formar los equipos de trabajo en cada centro.

En el curso 2019/20, hubo **10 alumnos**, que participaron en el proyecto en el curso 2018/19, que decidieron participar de nuevo en esta experiencia educativa (“**senior**”) y organizaron una **reunión informativa** el martes día 29 de octubre en aula B2 de la Facultad de Biología para la captación de los nuevos estudiantes. A partir de dicha reunión se abrió un plazo de solicitudes y se **seleccionaron 22 nuevos estudiantes “junior”** entre los solicitantes. 30 estudiantes son del Grado en Biología y 2 son del grado en Biotecnología.

Durante este tiempo, contactamos con la profesora Maribel R. Fidalgo de la Facultad de Ciencias Sociales para que algún **alumno del Grado en Comunicación** se uniera para colaborar en la divulgación a la sociedad como en el curso 2018/19 (donde dos alumnos se unieron al proyecto haciendo una página web) pero no hubo ningún alumno interesado.

Además, contactó con nosotros una **alumna del Máster de Profesor en secundaria** que estaba interesada en ver si nuestro proyecto era efectivo en el aprendizaje de los alumnos de los centros educativos. Esta alumna fue incorporada en el proyecto para elaborar y evaluar las encuestas a los alumnos de secundaria implicados. Por lo que en el curso 2019/20 han participado **33 alumnos universitarios** (Fig. 1).



Fig. 1. Foto de todos los alumnos y profesores/investigadores universitarios participantes

La **segunda fase** consistió en **seleccionar los centros de secundaria** interesados en esta iniciativa que son los que realmente realizan el proyecto de investigación. Durante el curso 2017-18 y 2018-19 participaron 3 y 5 Centros educativos, respectivamente.

Como se detalló en la memoria, ya había **5 centros educativos** que habían oído hablar del proyecto y mostraron su interés en participar en el curso 2019/20. En el mes de octubre de 2019 nos entrevistamos con los profesores responsables y evaluamos su participación teniendo en cuenta los criterios detallados en la memoria (interés del profesorado, localización..).

Todos los centros cumplían con los requisitos y, por tanto, los 5 centros educativos seleccionados para 2019/20 fueron:

1. Colegio Santa Teresa de Jesús (Salamanca)
2. Colegio San Juan Bosco (Salamanca)
3. IES Fray Luis de León (Salamanca)
4. IES Calixto y Melibea (Santa Marta de Tormes)
5. IES Peñaranda de Bracamonte (Peñaranda de Bracamonte).

Estos centros nos mostraron sus instalaciones y nos facilitaron el número y el nivel de los estudiantes que iban a participar. Asimismo, nos propusieron el calendario más adecuado para la realización del proyecto en sus centros sin interferir con sus actividades docentes.

En una reunión general realizada el 17 diciembre 2019, se conformaron los **5 equipos de trabajo**, así como el **calendario de actuación previsto** para cada centro. 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).

Los **equipos de trabajo** para cada centro educativo estaban formados por:

- 1 Profesor Titular de la universidad/investigador.
- 2 Estudiantes “Senior” de Grado (ya participantes en el curso anterior).
- 4-5 Estudiantes de Grado “Junior” (voluntarios y sin experiencia previa en el proyecto) (Fig. 2).

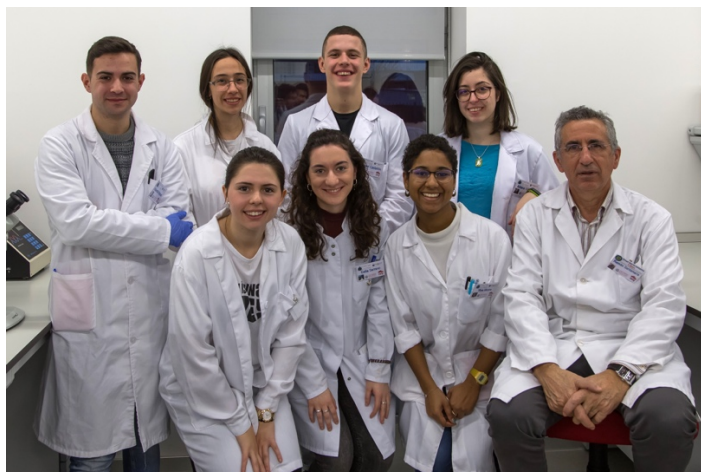


Fig. 2 Ejemplo del equipo MicroMundo encargado del IES Peñaranda de Bracamonte

La **tercera fase del proyecto** correspondió a la **formación inicial (training)** de los nuevos alumnos de Grado que participaban en el proyecto por primera vez en este curso (*junior*). Esta fue una de las tareas en las que los *senior* tuvieron que co-responsabilizarse junto con los profesores/investigadores. El *training* tuvo lugar, al finalizar los exámenes del primer cuatrimestre, durante tres días en la **primera semana de febrero de 2020 (días 3, 5 y 7)** en horario de tarde en las instalaciones de postgrado del IBFG (Fig. 3).

Además, los alumnos *seniors* participaron en el inventario del material disponible y en la elaboración del listado de material nuevo que había que comprar, en la planificación y preparación del material necesario para cada sesión, en la elaboración de una prueba para comprobar los conocimientos iniciales de los *junior*, la adaptación del guión, entre otras funciones.



Fig. 3. Imágenes de la jornada de training

Una vez realizado el *training*, ya estaba todo dispuesto para comenzar con la **cuarta fase**, la realización de las **cinco sesiones del proyecto real con los centros de educación secundaria**. El contenido de cada una de las sesiones está detallado en la solicitud del proyecto.

El proyecto se realizó a lo largo del segundo cuatrimestre en las instalaciones correspondientes de cada centro de secundaria, con la excepción de IES Peñaranda de Bracamonte que se desplazó a las instalaciones del IBFG. El calendario previsto para cada centro se detalla en la figura 4.

Instituto	Teresianas					Fray Luis					Sta Marta					San Juan Bosco					Peñaranda (IBFG)				
	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V
febrero	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
	10	11	12	13	14	10	11	12	13	14	10	11	12	13	14	10	11	12	13	14	10	11	12	13	14
	17	18	19	20	21	17	18	19	20	21	17	18	19	20	21	17	18	19	20	21	17	18	19	20	21
	24	25	26	27	28	24	25	26	27	28	24	25	26	27	28	24	25	26	27	28	24	25	26	27	28
Marzo	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
	9	10	11	12	13	9	10	11	12	13	9	10	11	12	13	9	10	11	12	13	9	10	11	12	13
	16	17	18	19	20	16	17	18	19	20	16	17	18	19	20	16	17	18	19	20	16	17	18	19	20
	23	24	25	26	27	23	24	25	26	27	23	24	25	26	27	23	24	25	26	27	23	24	25	26	27

Fig. 4. Calendario de las sesiones en los centros educativos

El proyecto se llevó a cabo con normalidad hasta el 12 de marzo en el que fue **suspendido debido a la emergencia sanitaria provocada por la aparición del COVID-19**.

Por lo tanto, en el IES Fray Luis de León y en el IES Peñaranda de Bracamonte se pudieron realizar 4

sesiones y en el Colegio San Juan Bosco 3 sesiones, de las cinco previstas. Las sesiones no realizadas de forma presencial se sustituyeron por sesiones on-line de análisis de sus resultados y/o material adicional para favorecer la comprensión del proyecto, de tal modo que el proyecto pudo completarse en estos tres centros educativos. En los otros dos

centros no se pudo realizar ninguna sesión ya que empezaban el 13 de marzo. Entre los tres centros **han participado 70 alumnos no universitarios**, casi todos de 1º Bachillerato (Fig. 5). Estaban apuntados otros 48 alumnos que no pudieron llevarlo a cabo debido a la cancelación aún teniendo todo listo para el comienzo en sus centros.



Fig. 5. Ejemplo de una de las sesiones en el Instituto

Resumiendo los **resultados obtenidos** por los distintos equipos hasta la parada forzosa, los alumnos de los centros de secundaria recogieron un total **35 muestras de suelo** de diferentes localizaciones en la región. A partir de dichas muestras se seleccionaron **368 microorganismos** y se analizó su capacidad de producción de antibióticos. De ellos, **19 bacterias** dieron positivo en la capacidad bioactiva frente a uno de los dos microorganismos testigo utilizados (Fig. 6).

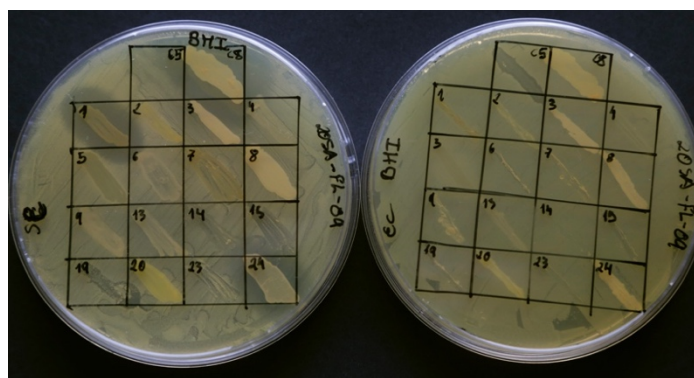


Fig. 6. Ejemplo de placa de resultados

Sin embargo, lo importante no son tanto los números, sino que los alumnos de los institutos y colegios aprendieron a manejarse en un laboratorio de microbiología, conceptos de bioseguridad, esterilidad, estructura y genética microbiana... Seguro que todo lo aprendido sobre ciencia les ha sido de utilidad en esta pandemia, (microorganismos, medidas de higiene...).

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.

Redes sociales: El proyecto se ha divulgado a través de **twitter IBFG, Facultad de Biología** y de las distintas **redes sociales/páginas web de los centros educativos** participantes. Los alumnos senior han desarrollado **redes sociales particulares del proyecto de Salamanca** y hemos hecho aportaciones a las **redes nacionales de MicroMundo**.

Prensa: se mandó nota de prensa a mediados de febrero a Comunicación USAL y a periódicos salmantinos y algunos se hicieron eco de ella. En **Salamanca24hr** de 23 de febrero de 2020 apareció la noticia: “MicroMundo Salamanca: un proyecto universitario para fomentar las vocaciones investigadores de jóvenes estudiantes”. (<https://www.salamanca24horas.com/texto-diario/mostrar/1825510/micromundo-salamanca-proyecto-universitario-fomentar-vocaciones-investigadores-jovenes-estudiantes>).

Radio: el 29 de Octubre de 2019 Ramón Santamaría fue invitado a hablar sobre la resistencia a antibióticos en el programa EUREKA de radio USAL.

Jornada de buenas prácticas USAL: el 18 de Noviembre de 2019 las profesoras Margarita Díaz y Beatriz Santos presentaron dos buenas prácticas relacionadas con el proyecto MicroMundo. Esto favorece la divulgación del problema y el proyecto a otros sectores de la USAL.

Todos los **padres de los alumnos** de instituto implicados reciben breve información sobre el proyecto en el permiso que deben firmar para la participación de sus hijos.

En la memoria estaba planteado un **Acto de Clausura**, abierto al público, que hubiera tenido lugar el 15 de mayo donde se expondría el proyecto y sus resultados a todos los participantes y familiares, amigos... Este acto estaba dentro de las actividades de Primavera Científica 2020 organizadas por Cultura Científica y obtuvimos financiación con un *Proyecto de Divulgación científica UCCi 2020 denominado “Jornada de concienciación a la sociedad del problema de la resistencia a antibióticos”*. Esta actividad, de gran importancia en el proyecto, fue **cancelada** debido a la pandemia.

La divulgación sobre la resistencia a los antibióticos es una fase dinámica y se sigue desarrollando por todos los agentes que participamos en el proyecto MicroMundo.

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 mayoritariamente gracias este proyecto de innovación docente. El IBFG y la Facultad de Biología nos han facilitado siempre el uso y utilización de sus instalaciones y material de forma desinteresada. Otra aportación importante fue la realizada por ThermoFisher y Cultura Científica USAL en años anteriores que nos proporcionó material inventariable (pipetas automáticas y balanzas). Gracias a este proyecto hemos podido adquirir una nevera, esencial para el mantenimiento de todo el material.

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 aprendan a 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, han

organizado 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) (Fig. 7).



Fig 7. Fotos de alumnos MicroMundo explicando en los Centros educativos

Alumnos de Grado

Para tener un indicador que avale lo mencionado, se realizó un cuestionario anónimo y voluntario de satisfacción de los estudiantes de Grado al final del proyecto, valorando: 1) organización del proyecto; 2) cumplimiento de los objetivos 3) qué le ha aportado como estudiante y como ciudadano, 4) propuestas de mejora, entre otras. Contestaron 22 estudiantes a la encuesta poniendo de manifiesto su aprendizaje y que le ha gustado el proyecto (la encuesta sigue abierta). De hecho, todos lo recomendarían a otros compañeros. Se pueden consultar los resultados de la encuesta en el siguiente enlace https://docs.google.com/forms/d/15poLuAvwwy_2tY7llGaMfffW47y-DG-9Cva8t-Bwbys/edit?usp=sharing

Alumnos de Secundaria

En cuanto a los alumnos de secundaria, la alumna Paula Rubio, como parte de su Trabajo Fin de Máster, elaboró una encuesta que realizó antes de iniciar el proyecto (70 alumnos) y en Mayo (dos meses después de acabar, debido a la situación del COVID-19) (54 alumnos). En ella se analiza el aprendizaje de los alumnos y el interés en el proyecto. Según las respuestas se puede ver que:

- Los alumnos han disfrutado con la actividad y la consideran bastante interesante (las respuestas nada interesante o poco interesante no fueron elegidas por ningún alumno).



- Al analizar el porcentaje de respuestas correctas antes o después de realizar el proyecto, se comprueba que los alumnos han aumentado su nivel de conocimientos sobre el problema de la resistencia a antibióticos, como pone de manifiesto esta tabla.

Análisis general del grado de adquisición de conocimientos

		% de respuesta correcta seleccionada	
		Antes del Proyecto	Después del proyecto
Conocimiento general en microbiología	Pregunta 5	94%	100%
	Pregunta 6	61,2%	87%
	Pregunta 7	6%	37%
	Pregunta 8	53,7%	72,2%
	Pregunta 9	95,5%	98,1%
Conocimiento sobre resistencias	Pregunta 10	58,2%	87%
	Pregunta 11	13,4%	25,9%
	Pregunta 12	97%	98,1%
	Pregunta 13	41,8%	53,7%
	Pregunta 14	61,2%	61,1%
	Pregunta 15	14,9%	14,8%
	Pregunta 16	35,8%	40,7%
Normas básicas en laboratorio	Pregunta 17	45,5%	100%
	Pregunta 18	50,7%	61,1%
		52,06%	75,1%

Hay que tener en cuenta que son buenos resultados teniendo en cuenta que no realizaron las últimas sesiones en las que se refuerzan estos conocimientos y que la encuesta final se realizó dos meses después de acabar por lo que son conocimientos realmente asimilados por los alumnos.

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

Profesores de Secundaria

Para saber la percepción de los **profesores de cada centro educativo** que participan y ver si es útil a sus alumnos, hemos realizado una encuesta voluntaria para los profesores de los 3 centros educativos donde se han realizado las sesiones. En ella destacan la excelente labor realizada por los estudiantes de Grado.

Se pueden consultar los resultados de la encuesta en el siguiente enlace:

https://docs.google.com/forms/d/1f6B7FZnaSYkKMJNH6PA7sah3m_GUxEpBeAHhd4INJrw/edit?usp=sharing

En la encuesta se pone de manifiesto su percepción del aprendizaje de sus alumnos sobre resistencia a antibióticos o la vocación científica (Fig. 8).



Fig. 8. Resumen de las preguntas a los profesores respecto a la concienciación y la vocación científica

Profesores universitarios/ investigadores

Para nosotros, este proyecto es muy gratificante en muchos aspectos. Nos permite tener una **relación más cercana y transmitir conocimientos y pasión** por la ciencia a nuestros alumnos de Grado. Pero, además de Microbiología se trabajan muchos otros aspectos de carácter más social contribuyendo a uno de los objetivos principales del proyecto que es contribuir a **formar ciudadanos comprometidos**. También, debido a la dinámica de trabajo utilizada se ha fomentado la adquisición de distintas **competencias transversales**: el trabajo en equipo, toma de decisiones, capacidad de resumir información, adecuarla a niveles inferiores de conocimiento, compromiso, altruismo, etc...

Propuestas de Mejora:

El 11 de junio se realizó una reunión on-line entre todos los alumnos de Grado participantes y los profesores/investigadores para evaluar el proyecto y proponer mejoras. Algunas propuestas son mejorar la difusión en redes sociales y uniformizar la forma de hacer las encuestas y que sean las mismas todos los años.

5.-Justificación económica del proyecto

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

Material	Casa comercial	importe	Sin IVA
Material de laboratorio (placas, guantes..)	El Secretario	137,77	113,86
Medios de Cultivo	Asensio	135,47	111,96
Material de laboratorio (batas, guantes..)	Fisher	86,85	71,75
Material de laboratorio (batas, guantes..)	Fisher	187,61	155,05
Material de laboratorio (tubos, placas..)	Prosisa	151,76	125,42
Nevera (Frigorífico Beko RSSA)	Nicolás Benito	395	326,45
	total	1094,46	904,49

No se ha usado todo el presupuesto asignado (1170 €) debido a la cancelación del proyecto y a que parte del material fue aportado por el IBFG debido a que el proyecto fue resuelto muy tarde y se necesitaba este material para empezar a funcionar.

Parte de los guantes comprados fueron cedidos a la USAL con motivo de su escasez al principio de la pandemia. El material adquirido y no utilizado se guardará para el próximo curso.