



**UNIVERSIDAD  
COMPLUTENSE  
MADRID**

**Proyecto de Innovación**

**Convocatoria 2017/2018  
Nº 265**

**SWI@UCM 2.0: Consolidación de Small World Initiative: descubrimiento y  
uso racional de antibióticos mediante aprendizaje-servicio en la  
Comunidad de Madrid**

**Responsable del proyecto: Víctor Jiménez Cid**

**Centros: Facultades de Veterinaria, Ciencias Biológicas y Farmacia**

**Departamentos de Sanidad Animal; Genética, Fisiología y Microbiología; y  
Microbiología y Parasitología**

## 1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

El **objetivo global** de este Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente era la **consolidación en la Comunidad de Madrid del proyecto educativo y divulgativo de ciencia ciudadana *Small World Initiative*** (SWI; [www.smallworldinitiative.org](http://www.smallworldinitiative.org); [www.ucm.es/small-world-initiative/proyecto](http://www.ucm.es/small-world-initiative/proyecto)), implantado de forma pionera en España desde la UCM en el marco de un proyecto INNOVA-Docencia UCM anterior (2016/40). El origen de este proyecto internacional parte de una idea de la Dra. Jo Handelsman en la Universidad de Yale, quien lo implementó por primera vez en el año 2012. Durante el desempeño de su cargo como asesora científica en la Casa Blanca en el gabinete del Presidente Barack Obama, el proyecto quedó a cargo de la Dra. Nichole Broderick en la Universidad de Connecticut, donde el coordinador de la rama española de este proyecto en la UCM recibió la formación necesaria y el permiso para implementarlo. Relevada de su cargo por el Presidente Trump, Jo Handelsman retoma el liderazgo del proyecto en 2018 desde Madison (Wisconsin Institute for Discovery), con el nombre de “Tiny Earth”. Los objetivos de esta iniciativa son:

- **Crear cultura científica y acercar la investigación biomédica** a niveles educativos en los que los estudiantes tienen aún capacidad de decisión sobre su futura orientación formativa con el fin de fomentar la vocación en I+D.
- Promover la concienciación social sobre el **uso racional de los antibióticos** y la **amenaza de la resistencia bacteriana** a estos fármacos.

Para lograr estos objetivos, los estudiantes participan de manera activa en un proyecto real de investigación dirigido al descubrimiento de nuevos antibióticos mediante una estrategia de “*crowdsourcing*”. El planteamiento experimental es idéntico al utilizado por los investigadores en la segunda mitad del siglo XX tras el descubrimiento de la penicilina por Alexander Fleming. Conceptualmente, el *crowdsourcing* implica la externalización de tareas del proyecto que, en lugar de ser realizadas por empleados o ser subcontratadas, quedan a cargo de un grupo numeroso de personas voluntarias o una comunidad a través de una convocatoria abierta, fomentando la divulgación científica mediante la implicación de los sujetos voluntarios en el proyecto.

Aunque en Estados Unidos SWI/Tiny Earth se implementa en las Universidades en el primer año de *College*, equivalente a 1º de Grado en nuestro sistema, trabajar en nuestro entorno con estudiantes universitarios no lograría el objetivo de inspirar vocaciones científicas a tiempo de influir en sus futuras decisiones curriculares. Esto es así porque las decisiones académicas que orientarán a un estudiante hacia los Grados STEM (*Science, Technology, Engineering & Mathematics*) se toman en niveles preuniversitarios ESO y Bachillerato. Por tanto, SWI@UCM planteó una importante y original novedad respecto al proyecto norteamericano, consistente en **integrar dos niveles educativos**, preuniversitario y universitario, mediante la implementación de una **estrategia pedagógica de Aprendizaje-Servicio (ApS)**, la de mayor envergadura llevada a cabo hasta la fecha en la UCM. El ApS implica que las actividades docentes y estrategias pedagógicas empleadas en la formación de los estudiantes universitarios han de tener un impacto directo en la comunidad y en la sociedad, integrando conceptos propios del **aprendizaje activo**, la **docencia práctica**, el **trabajo en grupo** y el **voluntariado social**. Implicándose en un proyecto de ámbito internacional con fines educativos y utilidad social, de servicio a la comunidad, con una doble vertiente pedagógica y solidaria, el trabajo de los estudiantes vincula de manera directa a la Universidad con la ciudadanía. El servicio que ofrece a la sociedad el proyecto, vinculado al aprendizaje activo de los alumnos universitarios, es el acercamiento de una cultura científica crítica y vocaciones por la I+D+i en nuestros jóvenes, en igualdad de oportunidades en cuestión de género, para centros públicos y privados, e independientemente del estatus social de la comunidad.

Para lograr los objetivos planteados en el anterior proyecto SWI@UCM (INNOVA-UCM 2016/40) se reclutaron alumnos voluntarios de Grado/Máster **SWITAs (SWI Teaching Assistants)** matriculados en asignaturas del ámbito de la Microbiología en diversos títulos UCM. A estos alumnos, principales beneficiarios del proyecto, se les ofrecía la posibilidad de obtener 2 créditos ECTS optativos al término del programa. Dichos alumnos en grupos de 3-7, coordinados por un PDI UCM implicado en el proyecto (**SWIPI; SWI Partner Instructor**), fueron responsables de planificar y ejecutar las actividades prácticas y divulgativas del programa en un centro anfitrión designado, Institutos o Colegios de la CAM que solicitaron participar en la experiencia. En la primera convocatoria, participaron 121 SWITAs, de los que 119 completaron el proyecto, trabajando en 23 equipos que trabajaron en 22 centros educativos de la Comunidad de Madrid. El proyecto tuvo un enorme éxito y una excelente repercusión. En el presente proyecto, por tanto, nos planteamos consolidar y ampliar la experiencia realizada el año anterior e implementar dos nuevos objetivos diseñados para mejorar y corregir deficiencias observadas en el transcurso de la anterior edición:

- Integrar en los equipos SWI a los estudiantes SWITAs que, habiendo trabajado en la edición anterior del proyecto el pasado curso, desearan colaborar voluntariamente de nuevo este curso en el entrenamiento de los nuevos SWITAs. Estos estudiantes se denominaron **Senior SWITAs** y cada grupo de trabajo integró un máximo de dos.
- Profundizar en la divulgación a la sociedad desde los centros escolares mediante la organización, promovida por los centros, de **Jornadas Divulgativas abiertas sobre Uso Racional de Antibióticos**, organizadas por los estudiantes de los institutos coordinados por el equipo SWI universitario.

Para lograr estos objetivos y guiados por la experiencia de la anterior convocatoria un grupo constituido inicialmente por 21 Profesores e Investigadores de las áreas de Microbiología y Sanidad Animal de tres Facultades distintas (v. sección 4), al que se unieron otros cinco una vez aceptada la solicitud (implicando desde contratados predoctorales a catedráticos), estableció un cronograma a implementar durante el curso 2017-18 que, en líneas generales, implicó las siguientes actividades (v. punto 5 para su desarrollo):

- **Preparación y planificación (julio-octubre 2017)**. 1. Constitución de la **red nacional SWI@Spain**. En este foro, los integrantes del SWI@UCM tuvieron la oportunidad de presentar y debatir las líneas estrategias del proyecto con colegas de toda la península y transmitirles su experiencia, lo que supuso un *think tank* importante de cara a la planificación del proyecto en la UCM durante el curso 2017-18. 2. Contacto con los centros de Educación Secundaria y Bachillerato y reclutamiento de SWITAs y SWITAs Senior.
- **Inauguración y training de SWITAs (noviembre 2017)**. Jornada de Inauguración del Proyecto y prácticas de laboratorio (SWITA training).
- **Desarrollo de las actividades de Aprendizaje-Servicio en centros educativos (diciembre 2017-abril 2018)**. Establecimiento de los grupos de trabajo, planificación, preparación y ejecución de las cuatro sesiones experimentales y la Jornada Divulgativa en cada centro educativo asignado
- **Jornada de Clausura, reflexión y presentación de resultados (abril-junio 2018)**. con participación de todos los niveles y presentación de resultados en certámenes científicos y congresos.

## 2. Objetivos alcanzados

En líneas generales, el principal objetivo del proyecto, la consolidación de la estrategia de Aprendizaje-Servicio en la Comunidad de Madrid integrando ambos niveles educativos se ha conseguido de forma muy satisfactoria, como se refleja y concreta en los siguientes aspectos:

### 2.1. Nivel universitario: objetivos del aprendizaje

- Hemos reclutado **137 estudiantes (SWITAs)**, pertenecientes a los Grados de Farmacia, Biología, Bioquímica y Veterinaria, así como de los Másteres de Formación del Profesorado y Biotecnología (v. anexo 1) y a **44 Senior SWITAs** voluntarios entre los 121 que participaron en la edición anterior.
- Los estudiantes se han distribuido en **26 grupos de trabajo**, dirigidos por 24 docentes o investigadores (SWIPs).
- Dichos grupos de trabajo han actuado en **26 Institutos y colegios** de la Comunidad de Madrid (v. apartado 4) implicando a más de 500 estudiantes.
- Un total de 6 trabajos con los resultados científicos y pedagógicos de SWI fueron presentados por grupos de estudiantes implicados en el proyecto en el marco de las XIII **Jornadas Complutenses** para Alumnos Pregraduados en CC. de la Salud. Dos de ellas obtuvieron premios.
- Las encuestas realizadas a los SWITAs ponen en valor la estrategia ApS en su formación. Más del 90% de los estudiantes de Grado califica la experiencia como “buena” o “excelente” e, interrogados sobre si este tipo de estrategias de aprendizaje activo y servicio a la comunidad deberían instaurarse en los Grados, aproximadamente un 90% contesta afirmativamente. Finalmente, la mayoría de los alumnos expresan un aumento de su interés en estudios de Postgrado orientados a la investigación en Biomedicina.

### 2.2. Nivel preuniversitario: objetivos del servicio

La opinión entusiasta transmitida por los docentes de los centros escolares anfitriones del proyecto ha puesto de manifiesto su valor en el cumplimiento de sus objetivos principales: (i) crear vocaciones científicas mediante el acercamiento de la metodología experimental de la Investigación en Microbiología a las aulas y laboratorios preuniversitarios, y (ii) diseminar entre los jóvenes y sus familias pensamiento crítico y cultura científica en torno al uso racional de los antibióticos.

Como en la anterior edición, se realizaron encuestas sencillas a los alumnos en todos los centros educativos. Sus resultados revelan un año más el impacto positivo. Más del 80% de los alumnos encuestados valoró con puntuación de 4 o 5 en una escala de 1 a 5 el impacto positivo del proyecto en (i) **su interés por la investigación científica**, (ii) su formación en Ciencias, (iii) su conocimiento sobre el problema de la resistencia a antibióticos y (iv) **su concienciación sobre su uso racional**.

En este curso, los estudiantes de los institutos implicados en SWI@UCM, a raíz de su participación en el proyecto, fueron invitados a participar en los siguientes eventos educativos y divulgativos lo que ha contribuido a su difusión más allá de las previsiones iniciales:

- **X Semana de la Ciencia y la Tecnología** del Instituto Calderón de la Barca.
- III Congreso para estudiantes de 3º y 4º de la ESO “**Científicate**”, Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT).

### 2.3. Indicios globales de calidad e impacto:

Además de los objetivos del proyecto, citamos a continuación algunos hitos que reflejan el notable impacto social y repercusión del proyecto en diversos ámbitos.

- Un año más SWI@UCM ha sido seguido por la matriz norteamericana con gran interés. En colaboración con la SWI estadounidense, Las Dras. Teresa

- Fernández-Acero, Belén Patiño, Carmina Rodríguez y el Coordinador han traducido al castellano la guía completa para los estudiantes.
- La coordinación de la red SWI@Spain desde la UCM ha permitido integrar a los estudiantes SWI de toda España en el concurso #DoSomethingAboutAntibiotics, organizado por las entidades norteamericanas CDC y NIH junto con SWI, acordando un premio SWI-CDC-NIH-SEM gestionado por la SEM que se concedió a dos estudiantes de la Universidad de Valencia por la producción de un video divulgativo en Youtube. El Coordinador del curso ha atendido a las Jornadas de Clausura del proyecto en las Universidades de Salamanca y Santiago de Compostela.
  - El coordinador ha sido invitado a presentar los resultados del proyecto en un Curso sobre Aprendizaje-Servicio organizado por la Dra. P. Aramburuzabala, referencia nacional en esta estrategia pedagógica, en la Universidad Internacional Menéndez Pelayo. Asimismo ha sido invitado a presentar el proyecto en el marco del Congreso de la Sociedad Suiza de Microbiología en Lausanne y a los actos del International Microorganism Day en Lisboa.
  - El éxito del proyecto a nivel nacional, mediante la creación en julio de 2017 de la **red SWI@Spain** con la ayuda de la Sociedad Española de Microbiología y el patrocinio de Merck, Sharp & Dohme España y la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS), ha atraído a 15 nuevos microbiólogos de las Universidades de Oporto, Zaragoza, Autónoma de Madrid, Politécnica de Madrid, Salamanca, Santiago de Compostela, Islas Baleares, León y Burgos, que se sumarán a la red SWI@Spain en la segunda edición del **Workshop** que tendrá lugar los días **16-18 de julio** en la UCM. Junto con los 20 que se unieron a la red el curso anterior, el proyecto se podrá desarrollar en 26 Universidades o Institutos de Investigación de 13 CCAA españolas y Oporto (Portugal).
  - Ocho nuevos colegios e institutos de la Comunidad de Madrid han solicitado participar en SWI@UCM durante el próximo curso.
  - Merck Sharp & Dohme ha recibido el pasado 19 de junio el **Premio Fundamed & wecare-u al mejor proyecto de Responsabilidad Social Corporativa** por su patrocinio de SWI@Spain.
  - El equipo SWI@UCM ha conseguido en la convocatoria 2017 un proyecto **FECYT: FCT-17-12215SWI@Spain: Implantación y Consolidación en España de Small World Initiative, un proyecto de ciencia ciudadana para el uso racional y descubrimiento de nuevos antibióticos.**
  - Los resultados pedagógico-divulgativos del proyecto se presentarán en diversas comunicaciones orales y pósters en el **Simposio “Microbiología y Sociedad: Retos”** (IV Reunión Nacional de Difusión y Docencia de la Microbiología. Madrid, 19-20 de julio de 2018).
  - El equipo SWI@UCM ha organizado el **I Simposio Nacional de la red SWI@Spain** (18 de julio de 2018), en el que se presentarán 18 ponencias orales y 35 pósters, en el que se han inscrito más de 120 participantes, muchos de ellos alumnos pregraduados.
  - Un alumno participante en el proyecto ha obtenido el **Premio de Divulgación Científica UCM**, modalidad vídeo, explicando sus líneas argumentales.
  - Un artículo sobre el valor educativo de la experiencia SWI@UCM ha sido aceptado en la revista internacional **FEMS Microbiology Letters** (Valderrama *et al.*, 2018, en prensa) y otro artículo describiendo el proyecto se ha publicado en la revista de la Asociación de Farmacéuticos de la Industria (Pernaute Lau y Jiménez Cid, 2017, **Pharmatech**, vol. 32. P74-80).
  - Las redes sociales del proyecto SWI@UCM (Facebook y Twitter) han sido seguidas por integrantes del proyecto y la comunidad en general. El grupo de Facebook del proyecto cuenta con 351 miembros y el Twitter @SWISpain con 628 seguidores (datos 24/06/2018).

### 3. Metodología empleada en el proyecto

#### 3.1. Metodologías docentes

Las metodologías pedagógicas basadas en **aprendizaje activo** (*active learning*) adaptado al contexto de las Ciencias Experimentales y Aprendizaje-Servicio en las actuaciones “off-campus” han sido empleadas como base para el desarrollo de habilidades y competencias (trabajo en el laboratorio de microbiología y su gestión), junto a un componente de proyección social (divulgación del problema de la resistencia a antibióticos con rigor científico y sensibilización social sobre el tema). La evaluación en adquisición de competencias y objetivos se ha realizado mediante encuestas “post” en ambos niveles educativos. Se refieren a continuación las principales estrategias pedagógicas empleadas por el equipo docente:

- Exposición oral en el aula en formato de **discusión dirigida**.
- **Prácticas de laboratorio** (tres días consecutivos) para la adquisición de las competencias necesarias para implementar el proyecto de manera autónoma a posteriori en los institutos.
- Varias sesiones de tutorías estructuradas como mesas redondas en **aula de tutoría colectiva** entre el SWIPI y los SWITAs (grupos de 4-7 personas) para la planificación de la ejecución del proyecto.
- Tutorías en grupo en los laboratorios, cocina (preparación de medios de cultivo) y cuartos de esterilización, siempre estructuradas para fomentar el trabajo en equipo y la implicación de los alumnos en la definición de objetivos y decisiones creativas sobre el proyecto.
- **Tutorización individual** de los alumnos responsables de presentar la materia en los colegios e institutos (validación de la estructuración y contenidos del discurso y materiales de apoyo: presentaciones de powerpoint).
- Tutorización directa y asesoramiento *in situ* de la actividad desarrollada por los estudiantes en los centros educativos.
- Estimulación de la creatividad en los estudiantes mediante la planificación de estrategias que explotan **TICs** o gamificación. En algunos grupos, los SWITAs utilizaron herramientas como Kahoot o Socrative para reforzar conceptos en los alumnos de instituto y dinamizar las clases.

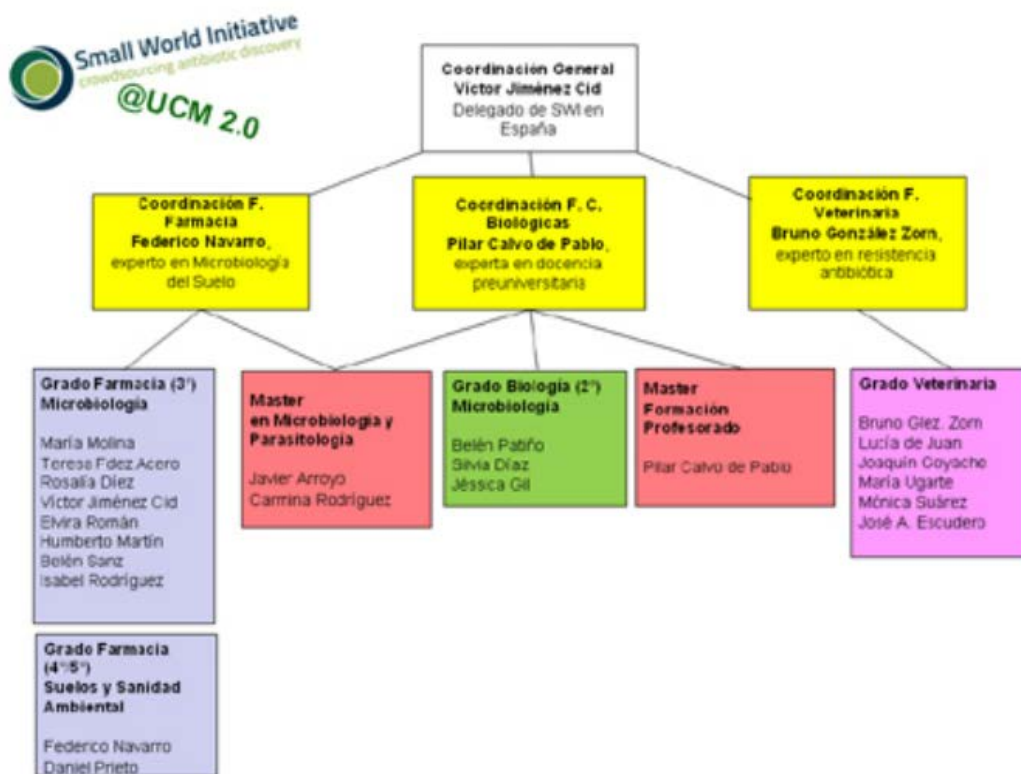
#### 3.2. Reflexión y Evaluación

Dado que se trata de una actividad voluntaria, los estudiantes no se sometieron a una prueba de evaluación escrita. La evaluación continua durante las horas de trabajo permitió apreciar el grado de implicación de los alumnos y su evolución en la adquisición de habilidades y conocimientos. No obstante, se realizaron dos actividades que en el ámbito del reconocimiento del trabajo personal y la evaluación, respectivamente:

- Organización de una Jornada de Clausura a modo de “celebración” con la participación de un conferenciante invitado del más alto nivel, entrega de premios y diplomas. El objetivo era invitar a la reflexión de sobre los resultados científicos, pedagógicos y divulgativos del proyecto y su relevancia e impacto social, reconociendo el mérito individual y colectivo de todos los actores, con énfasis en los estudiantes (v. anuncio en anexo 6).
- Realización por parte de los alumnos universitarios de la **encuesta** con 49 apartados que había sido diseñada el curso anterior, la cual cumplieron en este ejercicio **85** de los estudiantes. La cumplimentación de dicha encuesta era estrictamente necesaria para optar a los dos créditos ECTS optativos. La encuesta, además de proporcionar *feedback* a los responsables del proyecto sobre el impacto en su formación humana y científica, insta a los estudiantes a reflexionar sobre el valor de las competencias adquiridas y su valor social.

#### 4. Recursos humanos

En el siguiente organigrama se especifican las personas involucradas en el proyecto y sus roles. Esta información se ofrece de manera más extensa en la Tabla del Anexo 2. Además de los docentes e investigadores referidos en dicho organigrama, que figuraban en la solicitud del proyecto SWI@UCM 2.0 participaron voluntariamente como SWIPs las Dras. Covadonga Vázquez, María Jose Valderrama y María Isabel de Silóniz (Facultad de Ciencias Biológicas), que no aparecían en la convocatoria por incompatibilidad, al haber solicitado otro proyecto INNOVA-Docencia en la misma convocatoria, así como Elena Jiménez y Estíbaliz Alegría, Investigadoras Postgraduadas (Facultad de Farmacia), que se incorporaron al proyecto una vez concedido. Las Dras. Belén Sanz Santamaría y María Ugarte, que sí figuraban en la solicitud, no participaron en todas las fases del proyecto al hallarse de baja por maternidad.



## 5. Desarrollo de las actividades

### 5.1. Coordinación de SWI@UCM 2.0:

Con el objeto de planificar y monitorizar el desarrollo del proyecto en cada una de sus fases se llevaron a cabo tres reuniones generales de coordinación en las Facultades de Farmacia o de Ciencias Biológicas. Las reuniones tuvieron lugar respectivamente al inicio del proyecto, antes de las prácticas de laboratorio de los SWITAs para cerrar los equipos y al final, para evaluar la experiencia. Además de estas reuniones físicas en momentos estratégicos para la toma de decisiones en conjunto, el Coordinador mantuvo contacto permanente mediante correo electrónico para informar y remitir las instrucciones necesarias para la implementación del proyecto tanto en las Facultades como en los institutos implicados. Estas reuniones y contactos permanentes fueron cruciales para repartir tareas logísticas, definir objetivos concretos en cada punto, decidir el uso y reparto de material, estructuraron los grupos de trabajo.

### 5.2. Jornada de Inauguración

Se organizó una Jornada de Inauguración del Proyecto coincidiendo con el Día Mundial de la Concienciación sobre el Uso Racional de los Antibióticos propuesto por la OMS. En esta Jornada, celebrada en la Facultad de CC de la Información UCM y a la que atendieron más de 200 personas, se presentó el proyecto SWI@UCM2.0, se estrenó el documental "[Las Pequeñas Indestructibles](#)" sobre el problema de la resistencia a los antibióticos, realizado por un equipo de estudiantes de Comunicación Audiovisual para su TFG y se organizó un debate con expertos en comunicación y en resistencia a antibióticos y el público (cartel en anexo 5).

### 5.2. Gestión de la web y redes sociales

A lo largo del curso los integrantes del proyecto y los estudiantes universitarios implicados participaron en la divulgación del proyecto en las redes sociales, conectadas a su vez a las de proyecto norteamericano, tanto Twitter (@SWISpain; @team\_SWI) como en el grupo público en Facebook (<https://www.facebook.com/groups/SWISpain/>). Esta última red, como en la edición anterior, ha tenido una gran actividad y repercusión, alimentada en esta ocasión no solo por los equipos SWI@UCM, sino con otros nodos SWI de la red SWI@Spain, destacando los grupos de La Coruña, Santiago, Salamanca, Sevilla y Valencia. De nuevo, las galerías de fotos de esta página son un valiosísimo testimonio cronológico de las actividades realizadas en el proyecto a lo largo del curso.

La página web en el entorno Complutense, menos dinámica que las redes sociales fue actualizada periódicamente por el Coordinador con la información necesaria tanto para los estudiantes como para los docentes de los centros educativos ([www.ucm.es/small-world-initiative](http://www.ucm.es/small-world-initiative)).

### 5.3. Prácticas extraordinarias de laboratorio (SWITA training course)

Los 137 estudiantes de Grado reclutados se organizaron en cuatro grupos de prácticas extraordinarias en las que los SWITAs realizaban los experimentos que luego deberían coordinar e impartirían en los centros educativos. Tres de los grupos se impartieron en los laboratorios de la Facultad de Farmacia y un tercero en la Facultad de Biología. Por parejas, a lo largo de tres días consecutivos, los estudiantes recogieron muestras de suelo del Campus en condiciones asépticas, realizaron cultivos, selección y aislamiento de colonias microbianas y ensayos de antibiosis, además de recibir conocimientos accesorios a su formación de base sobre la logística del proyecto, ApS, el problema de salud global de la resistencia a los antimicrobianos, nociones de bioseguridad y buenas prácticas de laboratorio. En estas prácticas fueron asistidos por los Senior SWITAs, un total de 44 alumnos que habían participado en la primera edición de SWI@UCM el año anterior y actuaron como monitores en el laboratorio.

#### **5.4. Coordinación de los equipos individuales y sesiones en colegios e institutos**

Se establecieron 26 grupos de trabajo, integrados cada uno de ellos por 1 docente (SWIPI), 1-2 Senior SWITAs y 3-7 SWITAs. Con ayuda de los Senior SWITAs, cada SWIPI se responsabilizó de (1) cerrar con los centros educativos anfitriones el calendario de visitas y la Jornada de Divulgación en cada centro; (2) establecer las tutorías adicionales necesarias con su(s) grupo(s) de SWITAs para planificar el trabajo y preparar las exposiciones, (3) concertar con los SWITAs las sesiones necesarias en los laboratorios de sus facultades para la preparación y esterilización de medios de cultivo, kits de toma de muestra y material de laboratorio, (4) repartir tareas respecto a las presentaciones y coordinación de prácticas de laboratorio a realizar en los centros, y (5) organizar la logística para el transporte del material. Muchos equipos SWI se coordinaron mediante grupos de Whatsapp para dinamizar en la medida de lo posible el trabajo en grupo. Los SWITAs prepararon y realizaron las actividades de aprendizaje-servicio en los Institutos. El reto al que habrían de enfrentarse trabajando en equipo, siempre bajo las supervisión del SWIPI involucrado en el proyecto, implica adquirir las competencias de organizar y gestionar un laboratorio microbiológico, a la vez que se enfrentan a un reto pedagógico y de divulgación científica.

De las cinco visitas a los centros, de una hora y media o dos cada una, la primera es expositiva, las tres siguientes son de trabajo en el laboratorio del centro escolar y la última es una sesión abierta de divulgación para explicar el proyecto a otros estudiantes o a las familias. Se realizaron según los horarios propuestos por los centros, a lo largo de un periodo entre dos semanas y dos meses.

- Sesión 1. Los SWITAs explicaron el problema de la resistencia a antibióticos y su dimensión, así como las líneas generales del proyecto a los estudiantes preuniversitarios, implicándoles en éste. Se repartieron los *kits* de toma de muestra de suelo y se dieron las instrucciones pertinentes para su uso.
- Sesión 2. Los SWITAs prepararon y esterilizaron el material necesario en los laboratorios de la UCM para posteriormente, en el laboratorio escolar, explicar y dirigir la preparación y siembra en medios de cultivo de diluciones seriadas de las muestras.
- Sesión 3. Los SWITAs enseñaron a los alumnos a reconocer distintas colonias microbianas y aislarlas en cultivo puro con técnica aséptica, realizando un ensayo de antibiosis sobre bacterias inocuas con propiedades similares a las bacterias multirresistentes.
- Sesión 4. Se observaron y discutieron los resultados. Se seleccionaron aquellas bacterias aisladas que mostraron fenómenos de antibiosis en los ensayos realizados.
- Sesión 5. Se organizó en cada centro educativo, en la medida de su disponibilidad y posibilidades una jornada divulgativa abierta sobre antibióticos, resistencia bacteriana y concienciación sobre el uso racional de estos fármacos.

#### **5.5. Evaluación de los resultados del proyecto.**

Para estudiar el impacto de la actividad en los estudiantes de los centros escolares, en la última visita se les entregó una breve encuesta en la que debían reflejar su opinión sobre la utilidad de SWI@UCM en los dos objetivos globales del proyecto: la motivación por cursar en el futuro estudios universitarios en ciencias experimentales y la captación del mensaje sobre el uso racional de antibióticos y el problema de la resistencia bacteriana (ver encuesta y resultados representativos en anexo 4).

Finalizadas las intervenciones en los centros escolares, se distribuyó a todos los SWITAs por correo electrónico una encuesta en pdf interactivo rogándoles su cumplimentación, siendo esta obligatoria para aquellos alumnos que desearan solicitar créditos ECTS optativos, concedidos por el Vicerrectorado *ex profeso* para este proyecto. Dicha encuesta, basada en un documento similar de la iniciativa norteamericana traducido al castellano y adaptado a la estrategia ApS, consta de 18

páginas con 49 apartados (se muestran páginas representativas en el anexo 3). El análisis de los resultados de estas encuestas resulta extremadamente valioso para evaluar el impacto de esta estrategia de aprendizaje activo en los estudiantes universitarios. Algunos resultados seleccionados se muestran en las gráficas del anexo 3.

### **5.6. Jornada de Clausura**

En abril de 2017 se organizó en un Aula Magna de la Facultad de Farmacia con capacidad de más de 250 personas una Jornada de Clausura SWI@UCM 2.0 inaugurada por la Sra. Decana de la Facultad de Farmacia y en cuya mesa inaugural participó la Directora del PRAN (Plan Nacional de Resistencia a Antibióticos), la Dra. Cristina Muñoz, a la que se invitó a los 181 alumnos UCM que participaron en el proyecto, a quienes se les hizo entrega de un diploma, así como a los profesores de los centros educativos anfitriones acompañados de un grupo de cinco de sus alumnos. La Jornada contó con conferencias a cargo de los Profs. Bruno González Zorn y Fernando Baquero, investigadores de máximo prestigio a nivel internacional en el campo de la resistencia a antibióticos (cartel en anexo 6). En dicha Jornada se presentaron los resultados del proyecto y se procedió a la entrega de diversos Premios a estudiantes y docentes que habían realizado una labor extraordinariamente destacable o innovadora. El enorme éxito de esta jornada es atribuible a su valor como reflexión sobre el trabajo realizado y su relevancia para la formación profesional y humana de nuestros estudiantes y el impacto social de la misma.

### **5.7. Participación en actividades divulgativas**

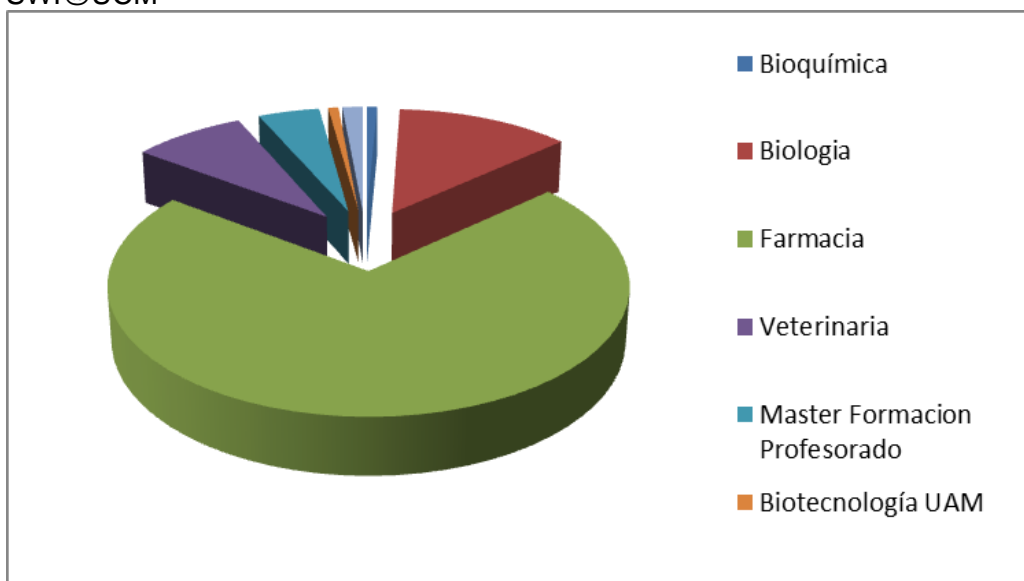
Además de las sesiones divulgativas que muchos de los centros anfitriones han organizado con ayuda del equipo SWI responsable, han surgido oportunidades para que los estudiantes participen en actividades divulgativas organizadas por agentes externos al proyecto, que se refieren arriba en la sección 2.2. La participación de estudiantes del proyecto que presentaron su trabajo en las XII Jornadas Complutenses de Investigación para Pregraduados, donde obtuvieron varios premios, también fue muy significativa. Dichas actividades han contribuido de manera notable en la difusión del proyecto.

### **5.8. Consolidación, expansión nacional y consolidación del proyecto**

Gracias al patrocinio del Plan Nacional de Resistencia a Antibióticos (PRAN/AEMPS), Biomerieux y MSD España se celebró en julio de 2017 en la Facultad de Ciencias Biológicas UCM el primer curso-taller para SWIPs, en paralelo al *SWIP Training Course* que se celebra anualmente en la Universidad de Connecticut. En él participaron 20 profesores de diversas universidades españolas. En este evento se constituyó la **red SWI@Spain** con la colaboración de la Sociedad Española de Microbiología (SEM), que se lidera desde la UCM y en la que participan más de 20 universidades españolas y portuguesas. La firma de un convenio de Responsabilidad Social Corporativa con MSD y su co-financiación con la concesión de un proyecto FECYT al equipo SWI@UCM permitirán la celebración este mes de julio del II *SWIP Training Course*, al que atenderán 15 nuevos participantes de nuevas universidades españolas y una portuguesa. Se celebrará asimismo en la UCM el I Simposio Nacional de la red SWI@Spain, en el que se han inscrito más de 120 participantes y al que se han enviado 45 comunicaciones, de las cuales 18 se presentarán como ponencias orales. Además, en contacto permanente con el equipo de Jo Handelsman y su nueva plataforma norteamericana para potenciar el proyecto, denominada Tiny Earth, estudiamos las vías para continuar potenciando el proyecto, establecer sinergias y oportunidades para nuestros estudiantes.

## 6. Anexos

### Anexo 1. Distribución de las titulaciones de alumnos implicados en el proyecto SWI@UCM



### Anexo 2. Tabla de Recursos Humanos. Asignación de Centros Escolares a los responsables del proyecto.

Centros Receptores de SWI@UCM 2.0	Docente investigador responsable (SWIPI)	Facultad
<b>MADRID</b>		
<b>Públicos</b>		
IES JUAN DE LA CIERVA (Acacias)	Pilar Calvo	Biología
IES RAMIRO DE MAEZTU	M <sup>a</sup> Isabel de Silóniz*	Biología
IES CALDERÓN DE LA BARCA (Plaza Elíptica)	Belén Patiño	Biología
IES PRADOLONGO (Usera)	Estíbaliz Alegría*	Farmacia
IES CARDENAL CISNEROS (Centro)	Pilar Calvo	Biología
IES Iturralde (Carabanchel-Aluche)	Teresa Fernández-Acero	Farmacia
IES Renacimiento (Vista Alegre)	Carmina Rodríguez	Farmacia
IES Joaquín Turina (Argüelles)	Isabel Rodríguez Escudero	Farmacia
<b>Concertados/Privados</b>		
COLEGIO BUEN CONSEJO (Moncloa)	Mónica Suárez	Veterinaria
COLEGIO ALEMÁN DE MADRID (Montecarmelo)	Bruno González Zorn y José Antonio Escudero	Veterinaria
COLEGIO ARTURO SORIA (Arturo Soria)	Federico Navarro	Farmacia
<b>Otros Municipios (Centros públicos)</b>		
IES MANUEL DE FALLA (Coslada)	Elena Jiménez Velázquez*	Farmacia
IES ALPAJÉS (Aranjuez)	Víctor Jiménez Cid	Farmacia
IES José García Nieto (Las Rozas)	Fco. Javier Arroyo y Belén Sanz Santamaría	Farmacia
CEIPS VILLA DE COBEÑA (Cobeña)	Silvia Díaz del Toro	Biología
IES EL ESCORIAL (El Escorial)	Jessica Gil Serna	Biología
IES PARQUE DE LISBOA (Alcorcón)	María Molina	Farmacia
IES TORRENTE BALLESTER (San Sebastián de los Reyes)	Silvia Díaz del Toro	Biología
IES Diego Velázquez (Torrelodones)	M <sup>a</sup> José Valederrama*	Biología
IES Lázaro Cárdenas (Collado Villalba)	Víctor Jiménez Cid	Farmacia
IES HUMANITAS (Tres Cantos)	Joaquín Goyache y María Ugarte	Veterinaria
IES MARGARITA SALAS (Majadahonda)	Covadonga Vázquez*	Biología
IES MAESTRO MATÍAS BRAVO (Valdemoro)	Daniel Prieto	Farmacia
<b>Otros Municipios (Concertados/Privados)</b>		
ESCUELAS PIÁS SAN FERNANDO (Pozuelo)	Rosalía Díez Orejas	Farmacia
COLEGIO MIRABAL (Boadilla del Monte)	Humberto Martín	Farmacia
COLEGIO VIRGEN DE EUROPA (Boadilla del Monte)	Elvira Román	Farmacia

\*Estas profesoras/investigadoras participaron en el proyecto aunque no figuran en la solicitud

**ANEXO 3. Páginas representativas de una de las encuestas realizadas a los estudiantes universitarios para evaluar el proyecto y su impacto formativo.**

**ENCUESTA SWI (post)**

**19. A título personal, explica qué te inspiró a participar en SWI y por qué crees que este tipo de experiencia puede aportar algo a tu formación.**

Porque hacemos cosas diferentes y más interesantes que en las prácticas de cualquier asignatura de la facultad.

**20. Por favor describe el momento más especial o el mejor recuerdo que guardes de esta experiencia.**

Cuando los chicos del instituto nos dieron las gracias por haber hecho este proyecto con ellos.

**21. ¿Qué partes de la experiencia SWI fueron las más interesantes?**

Las horas en el instituto.

**22. ¿Cómo podría haberse mejorado tu experiencia participando en el programa SWI?**

Teniendo muchas más horas en el instituto con los chicos.

**23. ¿Qué mejorarías? ¿Qué elemento del programa resultó menos útil para tí?**

Falta de tiempo.

**24. Con tus propias palabras, describe los conceptos que fueron difíciles de entender.**

Creo que fue un poco complicado describirles como se habían las diluciones y el proceso de realización de un antibiograma.

**25. Describe el impacto que esperas de tu participación en la experiencia SWI tanto a nivel formativo como científico**

Espero que este proyecto se siga haciendo durante posteriores curso porque TODOS aprendemos algo.

**26. ¿Cuáles fueron las tareas que te supusieron una mayor dificultad?**

Ninguna.

**27. Por favor describe libremente qué crees haber ganado personalmente trabajando SWI**

Paciencia y capacidad de comunicación con personas que no tienen los mismos niveles de conocimiento sobre un tema, en este caso, con los

## Encuesta SWI (post)

### 31. ¿Qué beneficio has obtenido de tu participación en SWI respecto a las siguientes competencias?

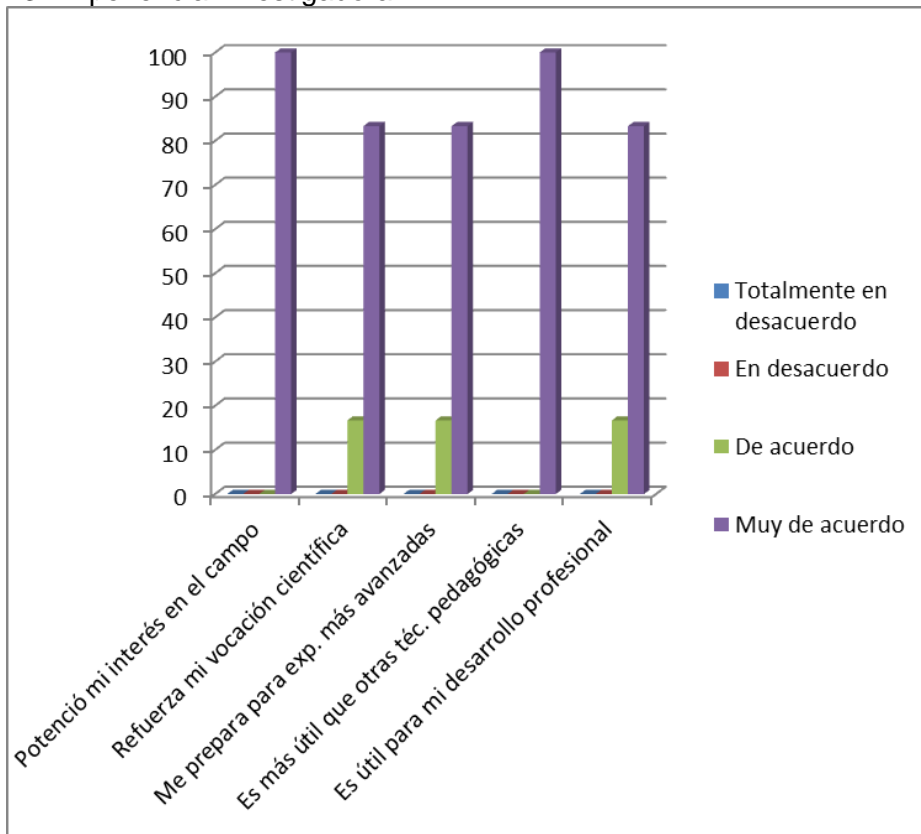
	Ninguno	Poco	Algo	Bastante	Mucho	No procede
Aclaraciones sobre tu posible futuro profesional	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tolerancia a los obstáculos que plantea la experimentación científica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Interpretación de resultados.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Preparación para retos más difíciles en investigación.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comprensión sobre cómo se desarrolla la ciencia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Capacidad para comunicar y divulgar a la sociedad un problema científico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Capacidad para integrar teoría y práctica.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habilidades para trabajar en grupo para solucionar problemas en tiempo real	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comprensión de la seguridad y ética en el laboratorio.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habilidades en las técnicas de rutina en el laboratorio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Capacidad de leer y entender literatura científica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 32. Manifiesta tu nivel de acuerdo con las siguientes afirmaciones:

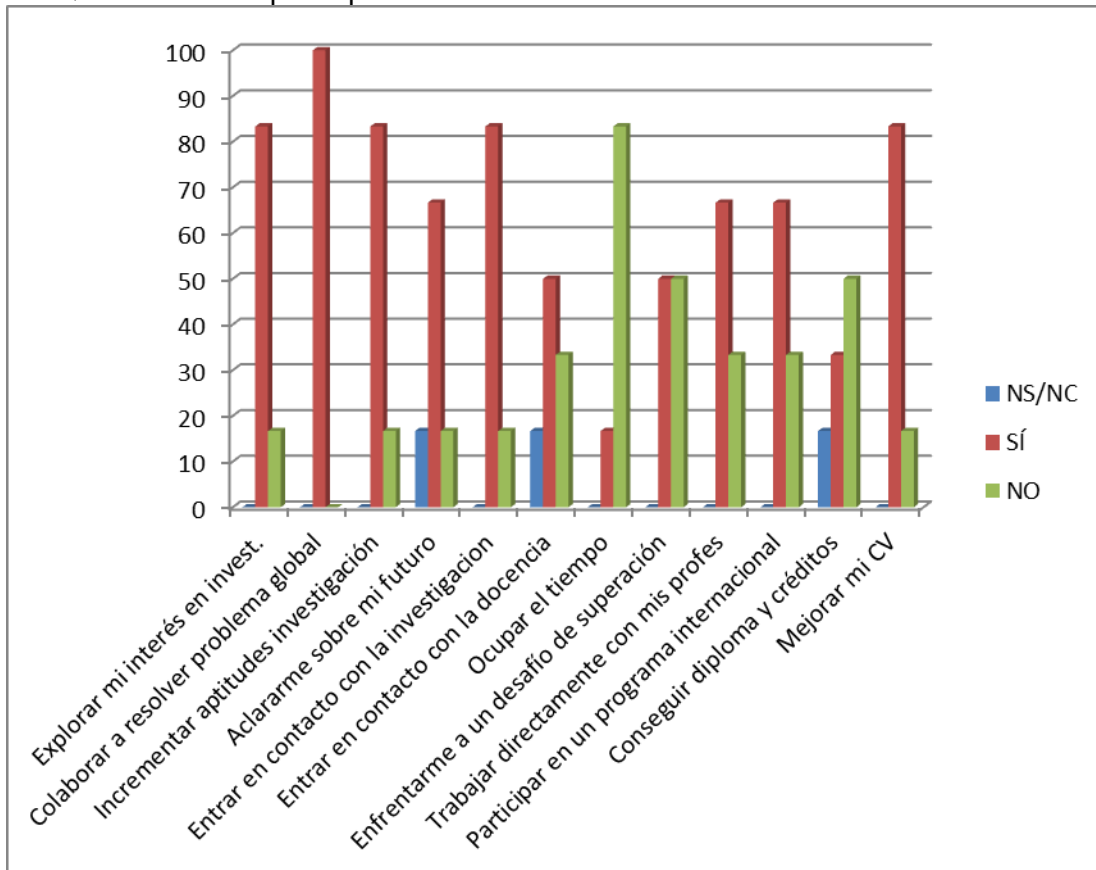
	Muy de acuerdo	De acuerdo	neutral	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
Ha sido una buena experiencia para aprender Microbiología	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ha sido una buena experiencia para aprender cómo funciona un proyecto de investigación	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ha sido una buena experiencia como contacto con la actividad académica	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me he dado cuenta de que no me gusta Investigar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Demografía

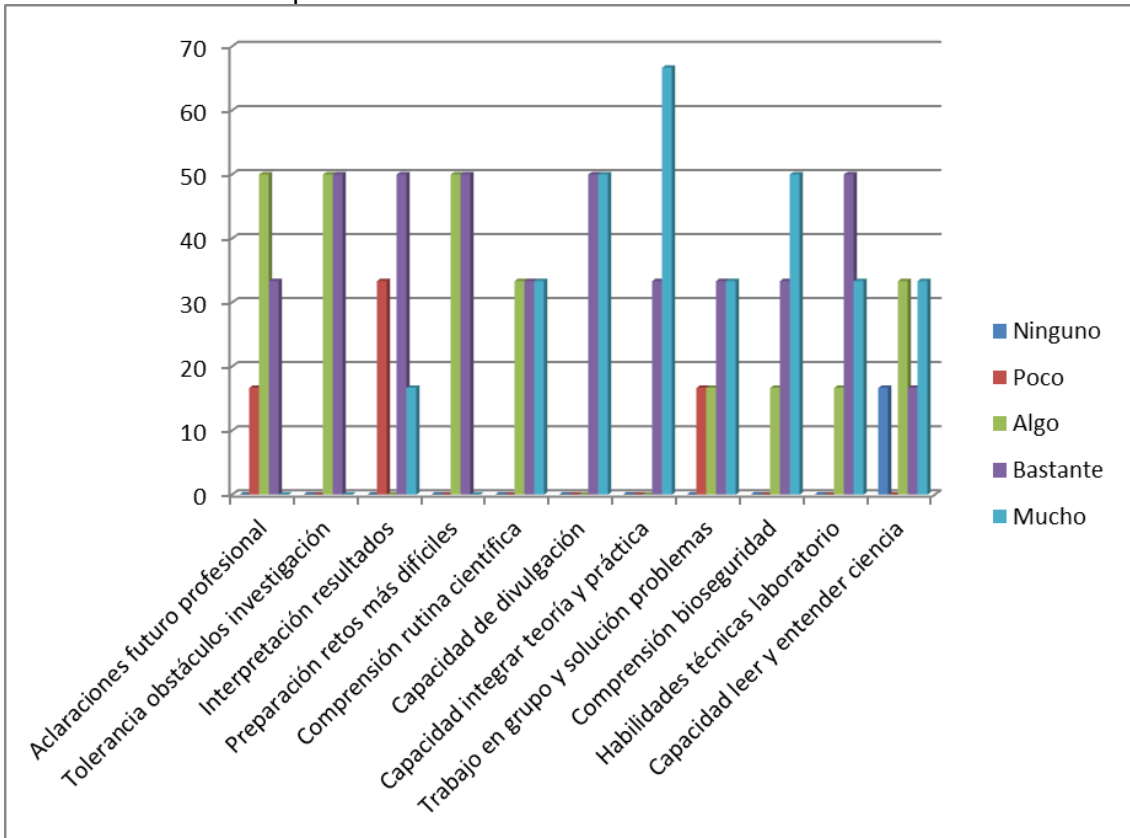
Resultados parciales seleccionados del procesamiento de las encuestas (29/06/2018)  
 13. Experiencia Investigadora



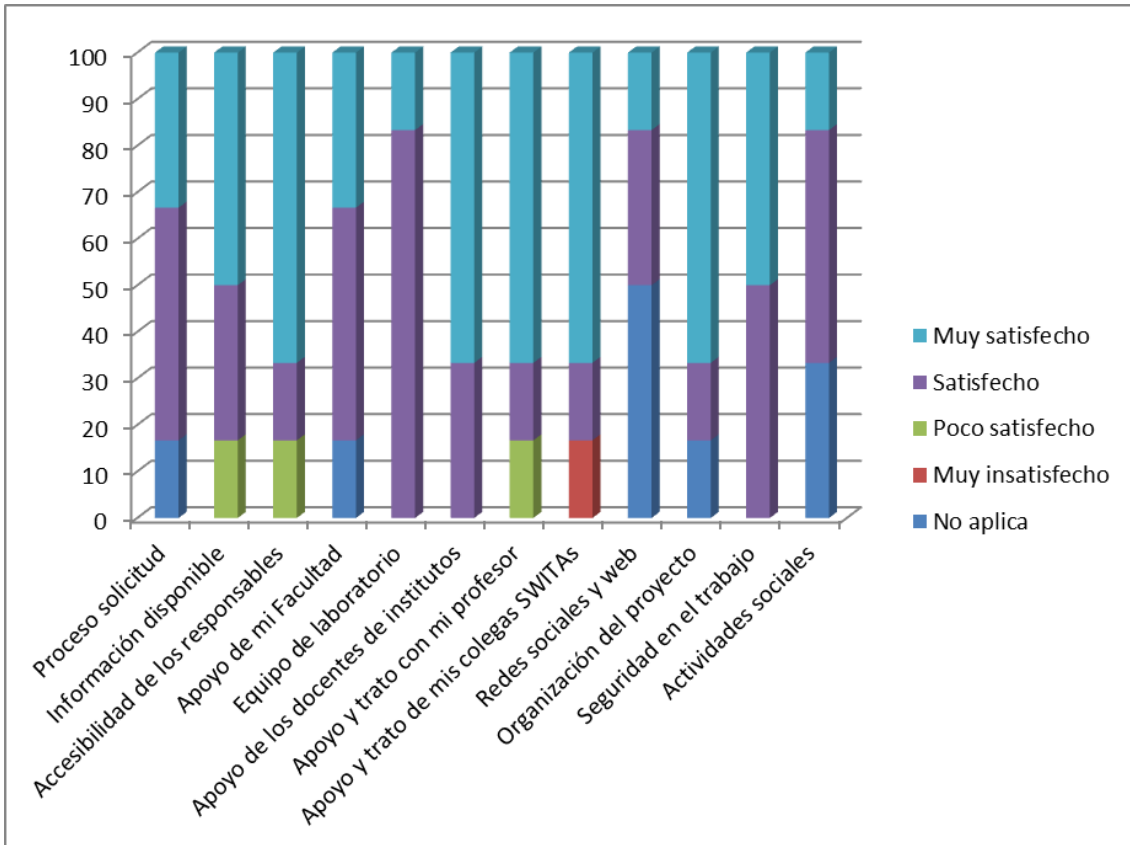
15. Qué te motivó a participar



### 31. Beneficios en competencias



### 48. Grado de satisfacción



## Anexo 4: Encuesta realizada por los estudiantes de los centros educativos

### CUESTIONARIO de SATISFACCIÓN DE LOS ALUMNOS Proyecto SWI@UCM 2.0

Los profesores implicados en el proyecto *Small World Initiative*, implantado en el curso 2017-18 a través de la Universidad Complutense de Madrid a la comunidad educativa española, quieren recoger la opinión de los alumnos acerca del desarrollo de esta iniciativa con el fin de evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos que se habían propuesto. Vuestra colaboración al responder al cuestionario proporcionará información muy valiosa para mejorar la propuesta.

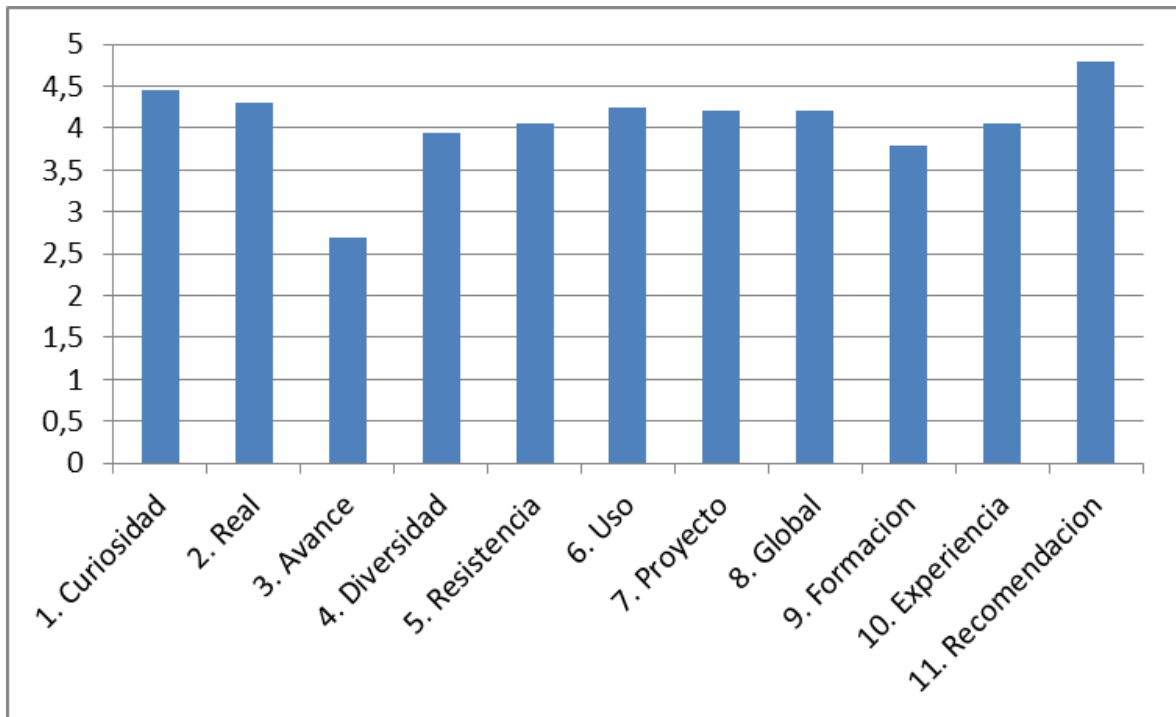
Los datos que nos proporcionen son anónimos y se tratarán confidencialmente. Te rogamos, por tanto, que respondas con la mayor sinceridad posible.

Valora entre 1-5 los diferentes apartados, entendiendo el valor de 1 como el aspecto más negativo y el 5 el valor más positivo.

		1	2	3	4	5
Interés Científico	La participación en este proyecto ha despertado tu interés o curiosidad por la Ciencia					
	Consideras que esta experiencia te ha acercado a un problema real					
	Crees que tus resultados pueden contribuir al avance científico					
	Valora la repercusión del experimento en el conocimiento de la diversidad microbiana en el medio ambiente					
Resistencia antibióticos	Tu participación en el proyecto ha contribuido a conocer mejor el problema de la resistencia a los antibióticos					
	Esta experiencia ha modificado tu percepción sobre el uso de los antibióticos					
	Ha contribuido este proyecto al conocimiento de la resistencia a los antibióticos					
Otros	Refleja tu opinión global sobre la participación en este proyecto					
	Este proyecto ha mejorado tu formación científica					
	Cómo valoras globalmente tu experiencia trabajando en un problema real					
	Recomendarías a otros compañeros o centros la participación en este proyecto					
<b>LO MEJOR DE LA ACTIVIDAD</b>						
<b>LO PEOR DE LA ACTIVIDAD</b>						
<b>ASPECTOS MEJORABLES</b>						

**¡GRACIAS POR TU COLABORACIÓN!**

## Resultados parciales del análisis de la encuesta a los alumnos de instituto



ANEXO 5. Cartel de la Jornada de Concienciación del Sobre el Uso de Antibióticos e inauguración oficial de SWI@UCM 2.0

# JORNADA COMPLUTENSE

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

## SEMANA MUNDIAL DE CONCIENCIACIÓN SOBRE EL USO DE LOS ANTIBIÓTICOS

**VIERNES 17 DE NOVIEMBRE 18:30-21:00**  
SALÓN DE ACTOS FACULTAD CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN





# LAS PEQUEÑAS INDESTRUCTIBLES

**18:30** **PRESENTACIÓN DE SWI@UCM 2.0**  
Un proyecto de ciencia ciudadana para el descubrimiento y uso racional de antibióticos.

**19:00** **ESTRENO DE LAS PEQUEÑAS INDESTRUCTIBLES**  
El documental sobre la resistencia de las bacterias a los antibióticos.

**20:00** **MESA REDONDA CIENTÍFICA Y AUDIOVISUAL:**  
**VÍCTOR J. CID, BRUNO GONZÁLEZ ZORN, RAFAEL CANTÓN, FERNANDO PELÁEZ, JULIA ENCINAS, VÍCTOR CRESPO, JOSE BORJA CAMPOS**  
Investigadores y el equipo del documental hablan sobre el difícil momento en el que se encuentra el panorama antibiótico. También, resaltarán la importancia de comunicar lo que se conoce como amenaza sanitaria del siglo.



## ANEXO 6. Anuncio de la Jornada de Clausura del Proyecto



**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID**

**NNOVA-Docencia**  
Vicerrectorado de Calidad  
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD

FECYT  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE SANIDAD, SERVICIOS SOCIALES Y POLÍTICAS CONSUMIDORES

Plan Nacional Resistencia Antibióticos

SEM  
Sociedad Española de Microbiología

MSD

Small World Initiative @Spain  
crowdsourcing antibiotic discovery

**Jornada de Clausura del Proyecto de Innovación Docente  
SWI@UCM 2.0  
TODOS JUNTOS CONTRA LA RESISTENCIA BACTERIANA A LOS ANTIBIÓTICOS**

**Miércoles 25 de abril de 2018**  
**Aula Obdulio Fernández, Facultad de Farmacia,  
Universidad Complutense de Madrid**

---

**17:00** Presentación del Acto y Resultados del Proyecto  
**17:30** *Presente y Futuro de la Resistencia a los Antibióticos*  
**Bruno González Zorn.** Grupo de Resistencia a Antibióticos, Universidad Complutense  
**17:45** *Microbiología: Pasión por la Vida*  
**Fernando Baquero.** Instituto Ramón y Cajal de Investigación Sanitaria.  
**18:15** Debate.  
**18:30** Entrega de Diplomas y Clausura.