

# SEM@foro

Revista de la Sociedad Española de Microbiología



## ESPECIAL DOCENCIA Y DIFUSIÓN DE LA MICROBIOLOGÍA



Quince años trabajando por la enseñanza y la divulgación de nuestra Ciencia

# Junta Directiva de la Sociedad Española de Microbiología

## Presidente

**RAFAEL GIRALDO SUÁREZ**  
 Centro Nacional de Biotecnología.  
 CSIC. C/Darwin, 3. 28049 Madrid.  
[rgirald@cnb.csic.es](mailto:rgirald@cnb.csic.es)

## Presidenta Electa

**ASUNCIÓN DE LOS RÍOS**  
 Museo Nacional Ciencias Naturales  
 Serrano 115 dpdo. 28006 Madrid  
[arios@mncn.csic.es](mailto:arios@mncn.csic.es)

## Vicepresidenta

**INMACULADA LLAMAS COMPANY**  
 Departamento de Microbiología.  
 Facultad de Farmacia.  
 Campus de Cartuja. 18071 Granada.  
[illamas@ugr.es](mailto:illamas@ugr.es)

## Secretaria

**ALICIA PRIETO ORZANCO**  
 Centro de Investigaciones Biológicas.  
 CSIC. C/Ramiro de Maeztu, 9. 28040 Madrid.  
[aliprieto@cib.csic.es](mailto:aliprieto@cib.csic.es)

## Tesorero

**MARTA MARTÍN BASANTA**  
 Facultad de Ciencias.  
 Universidad Autónoma de Madrid. 28049 Madrid.  
[m.martin@uam.es](mailto:m.martin@uam.es)

## Editores de publicaciones International Microbiology

**JUAN MIGUEL GONZÁLEZ GRAU**  
 Instituto de Recursos Naturales  
 y Agrobiología de Sevilla.  
 CSIC. Avda. Reina Mercedes, 10. 41012 Sevilla.  
[jmgrau@irnase.csic.es](mailto:jmgrau@irnase.csic.es)

## SEM@foro

**MAGDALENA MARTÍNEZ CAÑAMERO**  
 Departamento de Ciencias de la Salud.  
 Ciencias Experimentales.  
 Paraje de las Lagunillas, s/n.  
 Universidad de Jaén. 23071 Jaén.  
[canamero@ujaen.es](mailto:canamero@ujaen.es)

## NoticiaSEM

**JÉSSICA GIL SERNA**  
 Departamento de Genética, Fisiología y  
 Microbiología.  
 Facultad de Ciencias Biológicas.  
 Universidad Complutense de Madrid.  
 28040 Madrid.  
[jgilsern@ucm.es](mailto:jgilsern@ucm.es)

## Directora de la Colección Española de Cultivos Tipo

**ROSA AZNAR NOVELLA**  
 Dpto. Microbiología y Ecología.  
 Facultat de Ciències Biològiques.  
 Univ. de Valencia.  
 C/ Dr. Moliner 50. 46100 Burjassot (València).  
[rosa.aznar@uv.es](mailto:rosa.aznar@uv.es)

## Responsable Cursos de Formación Continua online

**DIEGO A. MORENO**  
 Departamento de Ingeniería y Ciencia  
 de los Materiales.  
 ETS Ingenieros Industriales.  
 Universidad Politécnica de Madrid.  
 José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid.  
[diego.moreno@upm.es](mailto:diego.moreno@upm.es)

## Webmaster de la SEM

**MANUEL SÁNCHEZ ANGULO**  
 Departamento de Producción Vegetal y  
 Microbiología.  
 Universidad Miguel Hernández.  
 03202 Elche (Alicante).  
[m.sanchez@umh.es](mailto:m.sanchez@umh.es)

## Vocales

**SUSANA CAMPOY SÁNCHEZ**  
 Facultad de Biociencias.  
 Dpto. Genética y de Microbiología.  
 Torre C3 - 4ª planta.  
 Universidad Autónoma de Barcelona.  
 08193 Bellaterra - Barcelona.  
[susana.campoy@uab.cat](mailto:susana.campoy@uab.cat)

**MARGARITA GOMILA RIBAS**  
 Facultad Biología - Área de Microbiología.  
 Universidad de las Islas Baleares.  
 Ctra. Valldemossa, km. 7,5.  
 07122 Palma de Mallorca.  
[marga.gomila@uib.es](mailto:marga.gomila@uib.es)

**CRISTINA SÁNCHEZ-PORRO ÁLVAREZ**  
 Universidad de Sevilla, Facultad de Farmacia,  
 Departamento de Microbiología y Parasitología  
 C/Profesor García González, 2  
 41012 Sevilla  
[sanpor@us.es](mailto:sanpor@us.es)

**MAGDALENA MARTÍNEZ CAÑAMERO**  
 Departamento de Ciencias de la Salud.  
 Facultad de Ciencias Experimentales.  
 Paraje de las Lagunillas, s/n.  
 Universidad de Jaén. 23071 Jaén.  
[canamero@ujaen.es](mailto:canamero@ujaen.es)

## Presidentes de Grupos Biodeterioro, Biodegradación y Biorremediación

**ANA M. GARCÍA RUIZ**  
 Universidad Politécnica de Madrid. Escuela  
 Técnica Superior de Ingenieros Industriales.  
 C/ José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid.  
[ana.garcia.ruiz@upm.es](mailto:ana.garcia.ruiz@upm.es)

## Hongos Filamentosos y Levaduras (Micología)

**Mª ÁNGELES DE LA TORRE RUIZ**  
 Departamento Ciencias Médicas Básicas.  
 Facultad de Medicina.  
 Institut de Recerca Biomèdica (IRBLLeida).  
 Biomedicina 1. Universidad de Lleida.  
 Alcalde Rovira Roure nº 80. 25198 Lleida.  
[mariaangeles.delatorre@udl.cat](mailto:mariaangeles.delatorre@udl.cat)

## Biología de Microorganismos Patógenos

**ÓSCAR ZARAGOZA**  
 Centro Nacional de Microbiología. Servicio  
 Micología. Ctra. Majadahonda-Pozuelo, km. 2.  
 28220 Majadahonda-Madrid.  
[ozaragoza@isci.es](mailto:ozaragoza@isci.es)

## Microbiología Industrial y Biotecnología Microbiana

**ANTONIO GERARDO PISABARRO DE LUCAS**  
 Universidad Pública de Navarra.  
 Campus de Arrosadía - 31006 Pamplona.  
[gpisabarro@unavarra.es](mailto:gpisabarro@unavarra.es)

## Microbiología de los Alimentos

**PABLO SALVADOR FERNÁNDEZ ESCÁMEZ**  
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
 Agronómica.  
 Paseo Alfonso XIII, 48. 30203. Cartagena.  
[pablo.fernandez@upct.es](mailto:pablo.fernandez@upct.es)

## Microbiología Molecular

**ALICIA MURO PASTOR**  
 Instituto Bioquímica Vegetal y Fotosíntesis  
 CSIC-Universidad de Sevilla.  
 Avda. Américo Vespucio, 49.  
 41092 Sevilla.  
[alicia@ibvf.csic.es](mailto:alicia@ibvf.csic.es)

## Microbiología del Medio Acuático

**ALICIA ESTÉVEZ TORANZO**  
 Departamento de Microbiología. Facultad  
 de Biología / CIBUS. Univ. de Santiago de  
 Compostela. Campus Universitario Sur, s/n.  
 15782 Santiago de Compostela (A Coruña).  
[alicia.estevez.toranzo@usc.es](mailto:alicia.estevez.toranzo@usc.es)

## Microbiología de Plantas

**RAFAEL RIVILLA PALMA**  
 Departamento de Biología.  
 Universidad Autónoma de Madrid.  
 Calle Darwin, 2. Campus de Cantoblanco.  
 28049 Madrid  
[rafael.rivilla@uam.es](mailto:rafael.rivilla@uam.es)

## Taxonomía, Filogenia y Diversidad

**DAVID RUIZ ARAHAL**  
 Taxonomía, filogenia y diversidad  
 Departamento de Microbiología y Ecología.  
 Universidad de Valencia.  
 Campus de Burjassot. 46100, Burjassot  
[arahal@uv.es](mailto:arahal@uv.es)

## Docencia y Difusión de la Microbiología

**VÍCTOR JIMÉNEZ CID**  
 Dpto. Microbiología II. Facultad de Farmacia.  
 Universidad Complutense de Madrid.  
 28040 Madrid.  
[vicjcid@ucm.es](mailto:vicjcid@ucm.es)

SEM@foro es una publicación  
 semestral de la Sociedad Española de  
 Microbiología (SEM)

Directora: Magdalena Martínez Cañamero  
 E-mail: [canamero@ujaen.es](mailto:canamero@ujaen.es)

Co-editor de la sección Docencia y  
 Difusión de la Microbiología: Víctor  
 Jiménez Cid

La SEM y la Directora no comparten  
 necesariamente las opiniones que puedan  
 aparecer en artículos, informaciones  
 o cartas enviados por los socios, ni se  
 responsabilizan de su veracidad.

ISSN: 2254-4399  
 Depósito Legal: M-36180-1986

Maquetación e Impresión: Diseño y Control  
 Gráfico, S.L. Tel.: 91 731 05 13

E-mail: [info.dcg@design2aa.com](mailto:info.dcg@design2aa.com)  
[www.design-2aa.com](http://www.design-2aa.com)

<https://www.semicrobiologia.org/revista-semaforo>

# Sumario



Arte, microbiología y comunicación: ejemplos de algunas de las iniciativas de innovación docente en microbiología presentadas por nuestros socios en este número especial del Grupo Especializado en Docencia y Difusión.

Visite la página web de la Sociedad Española de Microbiología:

[www.sem microbiologia.org](http://www.sem microbiologia.org)

Encontrará información actualizada sobre congresos, reuniones, cursos y becas.

Para solicitar más información, inscripciones o publicidad, diríjase a la Secretaría de la Sociedad Española de Microbiología.

📍 CIB-CSIC. C/Ramiro de Maetzu, 9.  
28040-Madrid

☎ Tel.: 683 71 65 08

✉ [secretaria.sem@sem microbiologia.org](mailto:secretaria.sem@sem microbiologia.org)

## NOTA DEL PRESIDENTE

Rafael Giraldo ..... 2

## NUESTROS GRUPOS

Informe de los grupos especializados ..... 4

## CONGRESOS Y REUNIONES

XXIII workshop MRAMA memorial DYCFung. "Métodos rápidos y automatización en microbiología alimentaria" ..... 8

## ESPECIAL DOCENCIA Y DIFUSIÓN DE LA MICROBIOLOGÍA

- Introducción: Quince años trabajando por la enseñanza y la divulgación de nuestra Ciencia..... 10
- Sembrando Ciencia en Sevilla: Microbiología para Todos, Dentro y Fuera del Campus ..... 11
- Papel de los mensajeros moleculares en la adaptación bacteriana a la planta hospedadora ..... 13
- Grupo de investigación consolidado CanBIO: hacer visible el mundo invisible de los microbios .... 15
- Microbiología de amplio espectro: innovación y divulgación para llegar a todos ..... 17
- 18 años mostrando lo invisible ..... 19
- Innovar para motivar: una experiencia docente en Microbiología y Parasitología Descriptiva en Farmacia ..... 21
- Cine en compañía para prevenir enfermedades: el compromiso de no dejar a nadie atrás ..... 23
- Rejuveneciendo la Microbiología de Bachillerato ..... 25
- Aprender Microbiología jugando: una experiencia de divulgación científica en educación primaria .... 27
- Si sabes ciencia, compártela: tres sesgos de la sociedad sobre la microbiología ..... 29
- Resolver un brote para aprender microbiología: un Escape Room en el aula universitaria ..... 31
- Microbiología de los Alimentos y del Medio Ambiente en Jaén ..... 33
- Acercando el mundo microbiano a la Sociedad: nuestros primeros tres años de divulgación en la Semana de la Ciencia de la UCM..... 35
- Microbiología para Ciencias de la Salud y Ambientales en niveles no universitarios ..... 37
- Innovación Docente para mejorar la interactividad en la docencia de la Microbiología ..... 39
- Integración del proyecto IMiLI (*International Microbiology Literacy Initiative*) en el grupo D+D SEM ..... 41
- Microbiología creativa: del laboratorio a la fotografía, vídeo y arte ..... 43
- "Elaboración de materiales didácticos interactivos para las prácticas de Microbiología del Grado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CyTA) y del Doble Grado en Nutrición Humana y Dietética (NHyD) y CyTA" ..... 45
- Universidad de Burgos y Espiciencia: ¡Hasta el infinito y más allá! ..... 47
- Embajadores One Health y "CSI Veterinaria": aprendizaje activo y divulgación desde la universidad..... 49
- Diez años de MicroMundo: Ciencia Ciudadana frente a la resistencia a antimicrobianos ..... 51
- BIOALIANZAS: Proyecto de aprendizaje de Microbiología para futuros biotecnólogos ..... 53
- Grupo de Innovación Docente en Microbiología de la UMH..... 55
- Los cursos SEM ONLINE: una oferta formativa consolidada y accesible ..... 57
- Ciencia con nombre de Mujer: El IES Lope de Vega se convierte en un escaparate histórico de las "Pioneras de la Microbiología" ..... 59
- Divulgación científica en el entorno rural desde el enfoque "One Health": Seguridad alimentaria y resistencia a los antimicrobianos ..... 61
- FAGO@VAL: educación, salud global, divulgación y sostenibilidad frente a la resistencia bacteriana..... 63
- SWICEU: ciencia ciudadana, del laboratorio a las aulas y a la sociedad..... 65
- El desarrollo de la Microbiología en España ..... 67

## LIBROS

*Los últimos días de los dinosaurios* de Riley Black ..... 68

## NUESTRA CIENCIA

- Emergencia y expansión del linaje europeo L4 de *Vibrio vulnificus* ..... 69
- *In ovo* phage administration to mitigate *Salmonella Typhimurium* colonization in broiler chickens – A new firewall strategy for the poultry industry ..... 71
- El rol emergente de las vesículas extracelulares microbianas en neuroinflamación y neurodegeneración ..... 72
- Tke5: un arma molecular de *Pseudomonas putida* para combatir fitopatógenos recalcitrantes ..... 73
- Arquitectura molecular del complejo Tap3-Tke5: descifrando la secreción de armas biológicas en *Pseudomonas putida* ..... 74
- *Streptococcus dentisani* 7746 codifica en su genoma 14 bacteriocinas reguladas por dos sistemas de quórum sensing ..... 75

## TESIS

Resúmenes de tesis doctorales..... 77



## Nota del Presidente

**RAFAEL GIRALDO**

Presidente de la Sociedad Española de Microbiología

Querido socio/a de la SEM:

El *SEM@foro* llega a nuestras manos gracias al buen oficio de su directora, **Magdalena Martínez Cañamero**, como un soplo de aire fresco cuya lectura aliviará el estrés térmico por la canícula estival. Para ello se nos ofrecen en este su número 81º, como núcleo principal, las actividades, inclusivas por transversales, del **Grupo Especializado en Docencia y Difusión de la Microbiología (D+DM)**. Su presidente, **Víctor Jiménez Cid**, nos introduce, con pluma tan vigorosa como inspirada, el trabajo de treinta (!) equipos de entusiastas de la docencia y de la divulgación científica (en todas sus facetas) que ejercen su labor en universidades y centros de investigación a lo largo de la geografía española. Parece que fue ayer (empero, fue en 2010) cuando un grupo de microbiólogos de la SEM, capitaneados por **Montserrat Llagostera**, se lanzaron a la aventura de crear D+DM con el firme propósito de que los microorganismos, su biología e interacciones con nosotros y con el medioambiente, fueran cada vez más conocidos por nuestros conciudadanos de toda edad y condición, conjugando con tremendo dinamismo innovación docente y las últimas tendencias de la comunicación. Dieciséis años después se puede afirmar que D+DM es el núcleo más activo de la SEM, con presencia de (y en) todos los demás Grupos Especializados. Nuestros compañeros de D+DM aceptan con generosidad y decisión los retos (no sólo "pandémicos") que con frecuencia se nos plantean, actuando como portavoces autorizados de la SEM.

Resulta difícil glosar en unas líneas todas las contribuciones que sobre D+DM se recogen en este *SEM@foro*. Mencionaré

algunas en representación del universo de actividades que el Grupo desarrolla. Así, nuestros compañeros vertebran el proyecto *MicroMundo*, a buen seguro la iniciativa en red docente y divulgadora de la Ciencia con mayor extensión en nuestro país, donde ha arraigado con especial fuerza, sobre todo si tenemos en cuenta la desigualdad en los medios de los que dispone D+DM con los mayores de sus matrices norteamericanas (*Tiny Earth* y *Small World*). Nacido en el ámbito Complutense a la par que el propio Grupo D+DM, *MicroMundo* constituye el núcleo de la mitad de las comunicaciones de este *SEM@foro*. Siguiendo el hilo de un trabajo de campo orientado al descubrimiento de nuevas substancias con propiedad anti-bióticas en entornos naturales y urbanos, esta iniciativa de aprendizaje y Ciencia Ciudadana moviliza un número creciente de centros de enseñanza primaria y secundaria españoles, con una respuesta formidable por parte de alumnos y docentes. La implicación de estos últimos, reflejo de su vocación, entrega y actualización constantes, ha motivado que recientemente la Junta Directiva de la SEM haya relanzado a través de sus Estatutos la figura del *Socio Adherido*, focalizando su perfil precisamente en los docentes de enseñanzas preuniversitarias, a quienes desde aquí doy la bienvenida a la SEM: necesitamos vuestro empuje en la generación de vocaciones investigadoras. Rompiendo barreras, D+DM acerca la Microbiología, también en el entorno rural, a nuestros conciudadanos *senior* siempre ávidos del saber y a quienes están en riesgo de exclusión social, que así descubren un universo nuevo que no conoce ni muros ni fronteras.

La otra mitad de las comunicaciones relativas a las actividades de D+DM tiene

su centro en la innovación de la docencia de la Microbiología, con propuestas que cabalgan sobre los últimos desarrollos en las tecnologías de la comunicación y la información (sí, también la IA) y en la didáctica. Una visión global transformadora es la característica propia del **proyecto internacional IMiLI**, que D+DM ha asumido como propio en la SEM. Su objetivo es generar un conjunto de materiales didácticos, en acceso abierto y adaptados a niños y adolescentes, a sus familias y profesores, que den a conocer, sin distinción cultural y de sociedad de origen, el multiforme universo de los microorganismos. El propósito último de IMiLI es que a través de ese conocimiento estemos mejor preparados para afrontar los grandes retos medioambientales y para la Salud Global del presente y del futuro. *IMiLI-SEM* mantiene y actualiza dichos recursos en su versión en lengua española. También en nuestro idioma, y con gran acogida en España y en Hispanoamérica, los siete Cursos *SEM online*, integrados en las actividades de D+DM, ofrecen formación especializada y acreditada sobre temas específicos de Microbiología aplicada. Por último, como muestra de la actividad de D+DM en el ámbito editorial, en este número del *SEM@foro* se incluye una memoria sobre los tres volúmenes hasta ahora publicados (y el cuarto en ciernes) de "El desarrollo de la Microbiología en España", serie editada por **Alfonso V. Carrascosa**.

Una de las realidades espléndidas surgidas del dinamismo del Grupo D+DM es *JISEM*, que agrupa a los **Jóvenes Investigadores de la SEM**, y que desde su creación ha ido adquiriendo protagonismo en las actividades de nuestra Sociedad: desde la organización de mentorías de las presentaciones de los microbiólogos *junior*

## Socios protectores de la SEM:



Fundación Medina



MICROOMICS®

Canal  
de Isabel II

en nuestros congresos, pasando por la gestión completa del Programa de Ayudas de Movilidad “César Nombela” o del **Curso de Iniciación a la Investigación en Microbiología (CINIM)** “Profesor J. R. Villanueva”. Cuando recibáis este número del SEM@foro, el **CINIM** estará celebrando (o a punto de hacerlo) su XXIX Edición, en esta ocasión en Salamanca, con un excelente programa elaborado por **Raúl Rivas González**. Esperamos que el CINIM sea, como en ediciones anteriores, cantera vocacional de jóvenes microbiólogos. En esta misma línea, JISEM ha participado, por invitación de la **Conexión Microbioma** del CSIC, en la organización de la reciente reunión **MICROPATHS**, que ha constituido un punto de encuentro sobre las perspectivas abiertas para el desarrollo de una carrera profesional en el campo emergente del Microbioma.

Encontraréis también en este **SEM@foro** las habituales secciones sobre libros relacionados con la Microbiología (en esta ocasión, una narración colateralmente “paleo-microbiológica”), así como glosas de seis espléndidos artículos publicados recientemente por nuestros compañeros y cuatro resúmenes de Tesis Doctorales defendidas por jóvenes investigadores. En este 2026 siete de los **Grupos Especializados de la SEM** celebran sus **reuniones científicas** bienales, que podéis ver ya anunciadas en nuestro boletín mensual NoticiaSEM. Las reuniones científicas de nuestros Grupos toman el pulso de la excelente Ciencia que se hace en la SEM, con especial atención a la participación de los jóvenes microbiólogos. Os animo además a leer los resúmenes del conjunto de las actividades recientes de cinco de los Grupos, presentados por sus respectivos presidentes/as.

Siguiendo esa estela de reuniones científicas de gran relevancia, os comento que se celebrará en Lisboa durante el próximo mes de noviembre el **Congreso de la Unión Internacional de Sociedades de Microbiología (IUMS-2026)**, en cuya organización la SEM se ha implicado estrechamente en apoyo de la Sociedad Portuguesa de Microbiología (SPM), con el horizonte de establecer una colaboración sólida y perdurable entre microbiólogos a escala ibérica dentro del marco de la Federación Europea de Sociedades de Microbiología (FEMS). De las más de 1600 comunicaciones recibidas para IUMS-2026, 74 corresponden a microbiólogos españoles. Además, la SEM aportará ponentes en algunas de las sesiones que vertebran el congreso. Así, la SPM y la SEM organizamos conjuntamente dos de ellas, focalizadas la primera en la Ciencia de Datos en la Microbiología ejercida en los países del Sur Global, con especial énfasis en los de habla hispana y lusa, mientras que la segunda, co-gestionada por JISEM y sus análogos portugueses, lo estará en los jóvenes microbiólogos, llamados a contribuir a un futuro mejor en nuestro planeta. Nuestra cita en Lisboa servirá como preámbulo a la preparación del **XXXI Congreso de la SEM** en Mallorca (2027), organizado por **Margarita Gomila** y su equipo de la Universidad de las Islas Baleares, nuestro más importante encuentro científico periódico, sobre el que pronto tendréis más noticias.

Damos la bienvenida desde esta tribuna a los 136 nuevos socios de la SEM cuyos nombres aparecen listados hacia el final de estas páginas. La SEM es de y para sus socios así que, de algún modo, estáis en vuestro nuevo “laboratorio colaborativo en red” y, como no, en vuestra casa. Durante el primer semestre de este año, desde la

Junta Directiva de la SEM hemos trabajado en una campaña para ampliar la red de entidades privadas y públicas que apoyan los fines y actividades de nuestra Sociedad, mediante la actualización estatutaria de los perfiles-tipo de nuestros socios, a través de la nueva definición de la figura del **Socio Protector**. Damos pues también la bienvenida a **Deep Blue Sea**, **Microomics** y al **Canal de Isabel II (CYII)** que han formalizado su ingreso en la SEM bajo esa nueva figura de Socio Protector, uniéndose así a nuestros patrocinadores tradicionales, las Fundaciones **Ramón Areces** y **Medina**.

Por último, os recomiendo rematar el menú veraniego que nos propone el SEM@foro con las chispeantes páginas del arte gráfico de los protagonistas del Colloquio de las bacterias “charrúas”.

Como siempre, os deseo salud y buenos experimentos. Recibid un afectuoso saludo,

**Rafael Giraldo**

Departamento de Biotecnología Microbiana  
Centro Nacional de Biotecnología (CNB-CSIC)  
Campus de Cantoblanco, Madrid

*rgiraldo@cnb.csic.es*

# Nuestros Grupos

## Microbiología del Medio Acuático



**ALICIA ESTÉVEZ TORANZO**

Presidenta del Grupo

El 5 de mayo de 2026 se ha fallado el Premio a la mejor Tesis Doctoral correspondiente al bienio 2024-2025 cuyo ganador fue Xavier Rey Velasco de la Universidad Autónoma de Barcelona por su tesis titulada "Culturability, taxonomic novelty and functional genomics of marine bacteria with different trophic strategies". Asimismo el jurado otorgó un Accésit a la Tesis presentada por Héctor Carmona Salido de la Universidad de Valencia titulada "*Vibrio vulnificus* and related species: a study of the evolution and emergence of new pathogenic variants".

Se ha resuelto también la convocatoria anual del premio a la mejor publicación del 2025 en Microbiología del Medio acuático de estudiantes de doctorado que sean miembros del grupo. La ganadora ha sido Carmen Molina-Pardines de la Universidad Miguel Hernández, por su trabajo

publicado en la revista "*Microbiome*", otorgándose un accésit a la doctoranda Soraya Fraga-Pampín de la Universidad de Santiago de Compostela por su publicación en "*The ISME Journal*".

Todos los premios se entregarán durante la XV Reunión del Grupo que se celebrará en Madrid entre el 10 y 12 de junio de este año. Además, el ganador del Premio a la mejor Tesis Doctoral deberá realizar una presentación de su trabajo de Tesis en el Acto de Clausura de dicha Reunión Científica.

Aprovecho para recordar que la XV reunión del grupo de MMA tendrá lugar en el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN) de Madrid organizado por el grupo de Rafael Laso Pérez del Dpto. de Biogeoquímica y Ecología Microbiana del MNCN. Las sesiones se estructurarán en tres grandes temas: Diversidad, función y biogeografía; Interacciones microbianas y microbioma-huésped y Microbiología aplicada en el medio acuático. Toda la información se puede encontrar en <https://www.xvmmamadrid.es/>. El número de inscripciones (más de 100) y el número de comunicaciones presentadas (más de 70) anticipan el éxito del evento.

## Coloquio

—Victor J. Cid—



## Biodeterioro, Biodegradación y Biorremediación



**ANA M. GARCÍA**

Presidenta del Grupo

En febrero de 2026 hemos arrancado con el **segundo ciclo de Webinars del Grupo BBB** tras el éxito de la primera edición celebrada durante 2025.

Como sabéis, estos *webinars* pretenden fomentar la conexión entre los miembros del Grupo, dar a conocer nuestras actividades y posibilitar futuras colaboraciones. En ellos se pueden presentar resultados de proyectos europeos, del plan nacional o de cualquier otra índole que tengáis en marcha y queráis compartir, tesis doctorales en desarrollo o recién leídas, etc., relacionados con la temática del Grupo BBB. Los *webinars* tienen una periodicidad mensual y se celebran el último miércoles de cada mes a las 12:00 de la mañana, con una duración aproximada de 45 minutos seguida de un turno de preguntas. La plataforma empleada para estos seminarios es Google meet con acceso abierto en el siguiente enlace: <https://meet.google.com/ecb-wmzu-ssd>

El calendario de *webinars* de 2026 está disponible en <https://www.semicrobiologia.org/eventos/ii-ciclo-de-webinars-del-grupo-biodeterioro-biodegradacion-y-biorremediacion> y las comunicaciones presentadas hasta la fecha están grabadas y con acceso libre en la pestaña REPOSITORIO DE WEBINARS de la web del Grupo BBB: <https://www.semicrobiologia.org/grupos-especializados/biodeterioro-biodegradacion-y-biorremediacion>

Las ganadoras de la ayuda “**Esponsorización de Congresos del Grupo BBB de la SEM**” han sido Concepción Calvo para el *4th International Meeting on New Strategies in Bioremediation/Restoration Processes*

(BioRemid2026), que se celebrará del 23 al 26 de junio en Florencia (Italia), y Tatiana Robledo para las IX Jornadas de la Red Española de Compostaje, que se celebrarán del 29 de septiembre al 1 de octubre de 2026 en Granada.

Este año corresponde la **renovación completa de la Junta Directiva del Grupo** y estamos preparando el proceso electoral, por lo que en breve se enviarán las instrucciones para la presentación de candidaturas y el calendario electoral.

Por último, quisiera agradecer a todos los miembros del Grupo el apoyo y participación en las actividades llevadas a cabo y animaros a seguir nuestro **canal en Instagram (@bbb\_sem\_2025)**.

Un cordial abrazo,

## Microbiología Molecular



**ALICIA MARÍA MUO PASTOR**

*Presidenta del Grupo*

Queridos compañeros.

Escribo estas líneas antes de celebrar nuestra XV Reunión de Microbiología Molecular entre los días 17-19 de junio de 2026 en Valencia, organizada por varios de nuestros socios que desarrollan allí su actividad, Nuria Quiles Puchalt, Juan José Quereda Torres, María Ángeles Tormo Más, Ainhoa Revilla Guarinos y Laura Miguel Romero. En el momento de escribir estas líneas tenemos 210 personas inscritas, lo que supone un record de asistencia y un indudable éxito para la organización. Me gustaría una vez más agradecer a todos los organizadores su disponibilidad para prestar este servicio al Grupo, que cuenta actualmente con más de quinientos socios.

Comparto con vosotros en este punto el fallo de los tradicionales premios a los mejores trabajos publicados por socios del grupo. En esta edición se han presentado veintiséis trabajos, todos ellos de gran calidad, lo que ha dificultado enormemente la decisión del jurado que, como sabéis, está compuesto por los miembros de la Junta Directiva que no participan en ninguno de los trabajos presentados. Los trabajos premiados con los Premios de Investigación Josep Casadesús 2026, que serán presentados en la sesión de clausura de nuestra Reunión en Valencia, son los siguientes:

- López-Pagán N, Rufián JS, Luneau J, Sánchez-Romero M-A, Aussel L, van Vliet S, Ruiz-Albert J, Beuzón CR (2025). *Pseudomonas syringae* subpopulations cooperate by coordinating flagellar and

type III secretion spatiotemporal dynamics to facilitate plant infection. *Nature Microbiology* 10:958-972. <https://www.nature.com/articles/s41564-025-01966-0>

- Kieffer N, Hipólito A, Ortiz-Miravalles L, Blanco P, Delobelle T, Vizuet P, Ojeda FM, Jové T, Jurenas D, García-Quintanilla M, Carvalho A, Domingo-Calap P, Escudero JA (2025). Mobile integrons encode phage defense systems. *Science* 388: eads0915. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.ads0915>

¡Enhorabuena a los premiados!

Quisiera agradecer de nuevo la participación de todos aquellos que habéis contribuido a la sección monográfica sobre nuestro grupo en el SEM@foro de diciembre 2025. En total se recoge información sobre treinta y dos equipos de investigación, aunque necesariamente en un formato muy reducido debido a las restricciones de espacio. Os animo a incluir o actualizar la información sobre vuestros grupos en nuestra sección de la web de la SEM (<https://www.semicrobiologia.org/grupos-especializados/microbiologia-molecular>)

contactando con nuestro secretario y webmaster Paco Ramos ([framos@us.es](mailto:framos@us.es)).

En noviembre se cumplirán cuatro años desde que se constituyó la actual Junta Directiva del Grupo que tengo la suerte de presidir. En otoño corresponde por tanto abrir un proceso electoral para renovar todos los cargos, de cuyos plazos recibiréis cumplida información a través del Tablón MicroMol. Os animo a participar en este proceso, no sólo con vuestros votos, sino también como potenciales miembros de la próxima Junta Directiva.

Desde estas líneas me gustaría, en nombre de todo el Grupo, enviar nuestros mejores deseos y un abrazo muy cariñoso a María Molina Martín con motivo de su jubilación. María presidió la Junta Directiva de nuestro Grupo entre 2009 y 2013 y es un referente indiscutible para muchos de nosotros. ¡Esperamos que disfrute de esta nueva etapa!

Termino como siempre recordando que para difundir noticias u ofertas de interés a todos los socios a través de nuestra lista de distribución (Tablón MicroMol), podéis enviarlas preferentemente a la dirección [tablonmicromol@semicrobiologia.org](mailto:tablonmicromol@semicrobiologia.org) o directamente a nuestro secretario ([framos@us.es](mailto:framos@us.es)).

¡Buen verano!



## Taxonomía, Filogenia y Diversidad



**DAVID RUIZ ARAHAL**

*Presidente del Grupo*

Como no podía ser de otra forma, la Junta Directiva del grupo está muy volcada en los preparativos de la reunión de este año. Todos sus integrantes forman parte del comité científico y prestan su ayuda al comité organizador en todo lo que se requiere de ellos. A modo de recordatorio, puesto que ya ha sido anunciado en una primera circular y reseñado en el *NoticiaSEM* de abril, TAXON VLC 2026 se celebrará del 24 al 26 de septiembre en el Jardín Botánico de la Universitat de València. En el momento en que escribo estas líneas ya ha arrancado el periodo de envío de comunicaciones e inscripciones y confiamos que éstas no sean pocas para que el programa esté a la altura de las ediciones anteriores. Entre los estímulos para los investigadores jóvenes, que son el futuro de la disciplina, está el programa social para que haya mucho tiempo de charlar y conocernos mejor. Pero además está la posibilidad de hacerse con alguno de los premios. Por un lado, está el premio a la mejor tesis doctoral del periodo 2024-2025, que se dará a conocer antes de que salga esta publicación. Su ganador impartirá la última charla en el programa de TAXON VLC 2026. Por otro, están los premios a las mejores comunicaciones presentadas por investigadores jóvenes, dos de ellos cuentan con el patrocinio de la *American Society for Microbiology* y de la revista *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. Doy las gracias a Margarita Gomila y a Martha Trujillo, respectivamente, por su mediación.

Dentro del programa, y como viene siendo habitual, celebraremos una asamblea (concretamente la número XLI) y uno de los puntos del orden del día es el aviso de renovación parcial de los siguientes cargos de la Junta Directiva: vicepresidencia, secretaría y las vocalías segunda y tercera. De todo ello se volverá a informar a nuestros socios más adelante pero el propósito de comentarlo ahora es animar a la presentación de candidaturas cuando llegue el momento.

Y con la vista más adelante, concretamente en el XXXI congreso de la SEM (Palma de Mallorca, 2027) desde nuestra Junta Directiva, al igual que se hace en los otros grupos, estamos trabajando para aportar propuestas interesantes al programa. Es muy pronto para saber cómo quedará configurado, pero de lo que no me cabe duda es que las aportaciones que se han hecho son excelentes.

## Microbiología de Plantas



**RAFAEL RIVILLA PALMA**

*Presidente del Grupo*

Durante el mes de mayo se celebraron elecciones para la renovación parcial de la Junta Directiva del Grupo. Los nuevos miembros de la Junta son: Rafael Rivilla Palma (presidente), Patricia Bernal Guzmán (vicepresidenta), Paula García Fraile (secretaria) y Francisco Pérez Montañó (vocal). Permanecen en sus cargos Dolores Fernández Ortuño (tesorera) y Víctor Carrión Bravo (vocal). La Junta agradece la excelente labor de la presidenta saliente, Emilia López Solanilla y del vocal saliente, Francisco Javier López Baena.

El Grupo está organizando su próxima reunión, la XII Reunión del Grupo Especializado de Microbiología de Plantas (MIP27), que se celebrará en Palencia entre los días 27 y 29 de enero de 2027, en el Salón de Actos del Centro Cultural Provincial de la Diputación de Palencia. La organización de este evento corresponde a la Universidad de Valladolid, siendo el Dr. Jorge Poveda Arias el presidente del Comité Organizador y Científico.

Toda la información está disponible en la web de la reunión: [www.webcongreso.com/mip2027](http://www.webcongreso.com/mip2027). Ya se ha abierto el plazo de inscripción y el envío de comunicaciones. La fecha límite para la recepción de resúmenes es el 23 de octubre de 2026, mientras que la fecha límite de inscripción es el 30 de noviembre de 2026.



## XXIII workshop MRAMA-memorial *DYCFung*

# “Métodos rápidos y automatización en microbiología alimentaria”

**MARTA CAPELLAS PUIG Y JOSEP YUSTE PUIGVERT**

Universitat Autònoma de Barcelona, España

✉ [marta.capellas@uab.cat](mailto:marta.capellas@uab.cat) | [josep.yuste@uab.cat](mailto:josep.yuste@uab.cat)

<https://webs.uab.cat/workshopmrama>



Foto de grupo.

Del 25 al 28 de noviembre de 2025, tuvo lugar el XXIII *workshop* sobre Métodos rápidos y automatización en microbiología alimentaria (MRAMA) – memorial *DYCFung*, en la Facultad de Veterinaria de la *Universitat Autònoma de Barcelona* (UAB; Bellaterra, Cerdanyola del Vallès), organizado por la Dra. Carol Ripollés Àvila, la Dra. Marta Capellas Puig y el Dr. Josep Yuste Puigvert, profesores del Departamento de Ciencia animal y de los alimentos de la UAB. Cele-

brado anualmente, el *workshop* MRAMA, de un contenido aplicado y de futuro, amplía y difunde los conocimientos teóricos y prácticos sobre métodos innovadores para detectar, contar, aislar y caracterizar rápidamente los microorganismos, y sus metabolitos, habituales en los alimentos y el agua.

En el *workshop*, participaron conferenciantes de renombre. Se encargó de la ponencia inaugural el **Dr. José Juan Rodríguez Jerez**,

catedrático de nuestro Departamento, que ofreció una visión general de los métodos rápidos y miniaturizados y la automatización en microbiología. El **Dr. Armand Sánchez Bonastre**, director del Servicio Veterinario de Genética Molecular de la UAB y catedrático emérito de nuestro Departamento, informó exhaustivamente sobre la aplicación a la seguridad alimentaria de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y la secuenciación genómica masiva,

métodos genéticos en constante evolución para detectar e identificar microorganismos. La **Dra. Beatriz Quintanilla Casas**, de la *University of Copenhagen*, en Frederiksberg (Dinamarca), participó con una interesante ponencia acerca de la inteligencia artificial y las técnicas de aprendizaje automático (*machine learning*) en la industria alimentaria. La **Sra. Laura Verdú Ortiz**, de AINIA, en Paterna, explicó su experiencia en los estudios de estabilidad microbiológica y vida útil. El **Dr. Javier Pérez de Juan**, del Centro Nacional de Tecnología y Seguridad Alimentaria (CNTA), en San Adrián, informó sobre alertas alimentarias, microorganismos patógenos y evaluación de riesgos. En la **mesa redonda** posterior, sobre el análisis, la evaluación y la comunicación de riesgos, se destacó la importancia de identificar los peligros propios y de ir por delante de los emergentes, evaluando las alertas tempranas; por ejemplo, las que supongan nuevas combinaciones peligro-alimento o las que inusualmente ocurran por encima de un número determinado, para evaluar la probabilidad de su ocurrencia y el impacto sobre la salud, el medio ambiente y la economía. Se abordó también la importancia de la comunicación en todos los sentidos y las etapas de la cadena alimentaria; por ejemplo, la comunicación de existencia de incertidumbre pese a tratarse de una correcta evaluación del riesgo, o el peligro de que la desinformación vía redes sociales desplace a los profesionales autorizados en cuanto a comunicación con los consumidores. El **Dr. Daniel Ramón Vidal**, de la Universidad CEU Cardenal Herrera, en Valencia, transmitió magistralmente a los asistentes sus amplios conocimientos sobre el microbioma de la cadena agroalimentaria. Y el **Sr. David Tomás Fornés**, coordinador del Grupo de Trabajo para la Normalización en microbiología de la cadena alimentaria, de la Asociación Española de Normalización (UNE), abordó un tema de gran importancia como es las nuevas especies, los nuevos métodos y la nueva legislación en torno a *Listeria* en la industria alimentaria.

Además, asistieron importantes **empresas de microbiología**, que explicaron y mostraron sus productos y sus servicios (funcionamiento, ventajas y limitaciones, y

técnicas en que se basan). Estas empresas, que patrocinaron el XXIII *workshop* MRAMA, fueron: Bioser, BWT Pharma & Biotech Ibérica, Check-Points (Países Bajos), Christy's España, Condalab, Deltalab member of SCGP, Ecogen, EPICA, Higienda, IDEXX Laboratorios, Illumina Productos España, Interscience (Francia), IUL, Kersia Ibérica, LGC Standards, Merck Life Science, Laboratorios Microkit, Microlitix, MicroPlanet Laboratorios, Neogen, Quimivita, RPD Engineering, Scharlab, Thermo Fisher Scientific y Werfen.

También colaboran con el *workshop* MRAMA: AINIA, el Centro Nacional de Tecnología y Seguridad Alimentaria (CNTA), Avantor (VWR International Eurolab), BioSystems, Dismed, Eppendorf Ibérica, Macrogen Spain, PanReac AppliChem, Productos Florida, Estrategias Alimentarias – *eurocarne*, Publica – *Técnicas de Laboratorio*, Sweet Press – *Tecnifood*, la *Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació* (ACCA), la Sociedad Española de Microbiología (SEM), la Asociación de Consultores y Formadores de España en Calidad y Seguridad Alimentaria (ACOFESAL), la Sociedad Española de Seguridad Alimentaria (SESAL), la *Associació Catalana de Científics i Tecnòlegs dels Aliments* (ACCTA), la *Associació de Veterinaris i Higienistes de Catalunya* (AVHIC), la *Agència de Salut Pública de Catalunya*, y la Sociedad Española de Químicos Cosméticos (SEQC).

El *workshop* reunió a 197 personas, de diversos colectivos nacionales e internacionales: (i) Laboratorios, asesorías y consultorías, e industrias de los ámbitos agroalimentario (entre otros, los sectores cárnico y avícola, productos de la pesca, lácteo, congelados, alimentos de IV gama, comidas preparadas y restauración colectiva, aperitivos, panificación y bollería, pastelería y otros postres, cacao y chocolate, bebidas analcohólicas –aguas, zumos, bebidas refrescantes– y alcohólicas –cervecero, vitivinícola, cava–, alimentación ecológica, ingredientes, aditivos y aromas), biotecnológico, químico, material para laboratorio, etc.; (ii) Personal técnico, profesores y estudiantes de la UAB (grado en Ciencia y Tecnología de los alimentos; tercer ciclo), otras universidades (*Universitat de Barcelona*, Universidad Politécnica de Cartagena,

Universidad de Castilla-La Mancha, Universidad de Salamanca, *Universidade Federal de Goiás*) y centros docentes; (iii) Otros centros de investigación; (iv) Administración.

Durante tres días, se llevaron a cabo **sesiones prácticas en el laboratorio**, en las que se trabajó con algunos equipos y los productos más innovadores del campo de los métodos rápidos y la automatización. Y se organizaron cuatro **talleres**: (i) *Aplicaciones de la microbiología predictiva: uso práctico de recursos disponibles*, a cargo de la **Dra. Montse Vila Brugalla** (*Agència de Salut Pública de Barcelona*); (ii) *Seguridad alimentaria: herramientas para un enfoque preventivo*, a cargo de bioMérieux Iberia; (iii) *Zonificación en la industria alimentaria. Clasificación de las zonas de riesgo, flujos y medidas de control*, a cargo de AENOR; (iv) *¿Peligros microbiológicos en los sistemas APPCC? ¡Por fin, identifícalos correctamente en tu empresa!*, a cargo del **Sr. Jon Basagoiti Azpitarte** (*El Enemigo en tu Cocina*, Ermua).

La **mesa redonda** previa a la clausura oficial, con varios ponentes y profesionales de empresas de microbiología, fue sobre la instrumentación en microbiología de los alimentos, las tendencias del mercado mundial y otros temas de actualidad del sector. Se comentó que implantar la secuenciación genómica permitirá obtener información muy precisa, aunque no sea necesaria desde un punto de vista legislativo; con la secuenciación, será posible responder a distintos retos, y en caso de requerir mayor sensibilidad, se podrá proporcionar mayor sensibilidad, y en caso de requerir más información, se podrá proporcionar más información, siendo responsabilidad de la industria cómo usar dicha técnica para obtener el máximo provecho de sus ventas, más allá de lo que exija la legislación. Se planteó igualmente el interés de optimizar medios de cultivo para poner de manifiesto los microorganismos viables no cultivables; la academia está trabajando en ello y la cuestión se ha valorado también por parte de la Organización Internacional de Normalización (ISO).

➤ El XXIV *workshop* MRAMA-memorial DYCFung se celebrará del 24 al 27 de noviembre de 2026



## INTRODUCCIÓN

# Quince años trabajando por la enseñanza y la divulgación de nuestra Ciencia

VÍCTOR JIMÉNEZ CID

Presidente del Grupo

✉ [vicjid@ucm.es](mailto:vicjid@ucm.es)

Han transcurrido 15 años desde que se creó el grupo de Docencia y Difusión de la SEM. Parece que fue ayer. El motor para su creación, así como el eje de su actividad en los primeros años, fue el *síndrome post-Bolonia*. Entonces, bajo la diligente y proactiva dirección de Montse Llagostera, que asumió el desafío de arrancar una idea gestada de manera transversal y unánime por un motivado grupo de trabajo que Antonio Ventosa reunió en Sevilla con ese fin, los microbiólogos nos enfrentábamos al reto urgente de introducir en la enseñanza superior las estrategias de innovación docente que el “espíritu de Bolonia” demandaba. Acercar a la sociedad nuestra ciencia era otra prioridad, pero en ese momento lo esencial era crear una comunidad simbiótica en la que se compartieran alternativas a la lección magistral. El intercambio de ideas y experiencias fue muy productivo. Por primera vez nos reuníamos a debatir sobre estrategias pedagógicas y divulgativas, más allá de los temas de investigación que nos venían interconectando tradicionalmente en la SEM en congresos y reuniones de grupos especializados. Esa fue también la tónica durante la presidencia de la sucesora de Montse, Inés Arana. Y en cierta medida sigue siéndolo, aunque el “espíritu de Bolonia” se volviera cada vez más volátil en ausencia de una financiación y las circunstancias nos condujesen por razones de fuerza mayor a impulsarnos por un nuevo motor: el *síndrome post-pandemia*.

Desde 2020, la divulgación y la lucha contra la desinformación se convierten en un eje que vertebraba una buena parte de la actividad del grupo. La presidencia de Ignacio López Goñi, nuestro divulgador

más visible y reconocido, quien supo navegar como nadie al timón de la cordura a través de las tormentas de las *fake news* y otras majaderías sin perder nunca el rumbo en el frenesí pandémico, reforzó esta visión e inspiró a muchos investigadores SEM a potenciar el uso de blogs, redes sociales y otras plataformas creativas para comunicar su ciencia. La reciente creación del Premio Miguel Vicente de difusión del Microbiología, que se otorgará en el próximo Congreso SEM 2027, es fruto de este espíritu, como lo es de nuestra línea argumental docente la consolidación en paralelo del Premio Miguel Sánchez Pérez a la Innovación Docente en Microbiología, que se entrega este año en nuestra reunión salmantina.

Sin embargo, muchas de las iniciativas de difusión surgen en las Universidades. Una asignatura pendiente de nuestro grupo es implicar a más investigadores del CSIC u otros centros de investigación no universitarios en la divulgación científica. Nuestra esperanza en ese sentido es IMiLI (ver el artículo en este número), un entorno abierto para crear cultura científica sobre la Microbiología en todas sus facetas.

Es obligado, pero huelga elogiar el trabajo del Grupo. Basta atenernos a los excelentes resultados. Sería ambicioso nombrar a sus incondicionales pilares al frente de nuestras publicaciones y de nuestra renovada web... Todos sabemos que Manuel hace un trabajo “de cine” y que Malema ha seguido su estela en SEM@foro con un cariño y paciencia infinitas, o que Jéssica ha imprimido (en pdf, claro) un dinamismo inusitado a NoticiaSEM en su última etapa. La dedicación de JISEM, primero en

manos de Ignacio Belda y colaboradoras, ahora capitaneado por Samuel G. Huete, motivando a nuestra cantera, gestionando cada año el programa de Ayudas de Movilidad César Nombela, el Curso de Iniciación a la Investigación Julio Rodríguez Villanueva... Un trabajo ímprobo íntegramente en manos de nuestros jóvenes que debemos reconocer y elogiar. Debo mencionar también estrategias de éxito apadrinadas informalmente por D+D SEM, como MicroMundo en sus múltiples nodos locales, versiones y avatares, que aúna la innovación docente con la divulgación a la sociedad de temas microbiológicos en el contexto One Health; o como los ya veteranos Cursos SEM on-line, apadrinados por Ana M. García y Diego A. Moreno; o la serie de libros sobre Historia de la Microbiología coordinada por Alfonso V. Carrascosa. Desde la Junta Directiva del Grupo, no puedo expresar más que gratitud a todos los socios por vuestra implicación y vuestra ilusión en mi nombre o en el de mis predecesores al frente del Grupo a lo largo de todos estos años.

Atentos a lo que está por llegar. Queremos implicarnos con más fuerza en el Día Internacional del Microorganismo, por ejemplo. Y estamos abiertos a vuestras ideas e iniciativas. En cualquier caso, sigue vigente nuestro lema, que surgió en broma parafraseando el de la benemérita, pero que (no podemos negarlo) para nosotros los vocacionales bisnietos de Pasteur es un subidón: “¡Todo por la Micro!”

# Sembrando Ciencia en Sevilla: Microbiología para Todos, Dentro y Fuera del Campus

ALICIA GARCÍA-ROLDÁN, M<sup>º</sup> JOSÉ LEÓN, RAFAEL R. DE LA HABA, ANTONIO VENTOSA Y CRISTINA SÁNCHEZ-PORRO

Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla, España.

✉ sanpor@us.es



**Foto de grupo.** (De izquierda a derecha): Arriba: Cristina Sánchez-Porro realizando MicroMundo@Sevilla en la Asociación de Mayores ASTERVIÓN; M<sup>º</sup> José León en el video JoinUS; Abajo: Alicia García en La Noche de los Investigadores; Antonio Ventosa en una visita a las Bodegas Barbadillo y Rafael R. de la Haba en Café con Ciencia. En el centro el QR para seguimos en nuestra cuenta de Instagram

Desde el Departamento de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla, nuestro grupo de investigación BIO-213 *Estudio de Microorganismos Halófilos* mantiene un firme compromiso con la docencia y difusión de la microbiología. A continuación, resumimos algunas de las actividades más destacadas de los últimos años. Tenemos la suerte de contar con el apoyo de muchos investigadores tanto de nuestro departa-

mento como de otros departamentos de la universidad, quienes participan siempre de manera activa en todas las iniciativas que organizamos.

## ➤ Día Internacional de los Microorganismos

Una de las actividades más divertidas del año ha sido la celebración del **Día Interna-**

**cional de los Microorganismos**, el 17 de septiembre, una jornada organizada para acercar el mundo microbiano a toda la comunidad universitaria y enmarcada en la iniciativa *International Microorganism Day* (IMD) impulsada por la Federación Europea de Sociedades de Microbiología (FEMS).

El hall de nuestra facultad se transformó para la ocasión en un espacio festivo y divulgativo con dos mesas temáticas (una

dedicada a bacterias Gram-negativas y otra a Gram-positivas) decoradas con matraces, placas de Petri, globos y material de laboratorio. Distribuimos también carteles explicativos sobre la importancia de los microorganismos en la sociedad. Organizamos un concurso de siembra en placas de Petri donde los participantes recogieron muestras de su entorno para incubarlas y observar el crecimiento microbiano al día siguiente. El evento también contó con un *photocall* científico, decorado con siluetas de microorganismos que animó a todos a compartir la experiencia en redes sociales. Regalamos pines diseñados específicamente para la jornada que se agotaron al momento (Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Sevilla, 2025d)

### ➤ **MicroMundo@Sevilla**

Otro de nuestros grandes pilares en divulgación es **MicroMundo@Sevilla**. Desde su lanzamiento en el curso 2017–2018, hemos colaborado con más de 2.500 estudiantes de 18 centros educativos, acercándoles el problema global de la resistencia a los antibióticos y guiándolos en la búsqueda de microorganismos productores de compuestos antimicrobianos.

Este año hemos dado un paso más llevando la actividad a un nuevo colectivo: las personas mayores. La experiencia, financiada por la Convocatoria de *Ayudas para Actividades de Divulgación Científica (IV.2) – 2026* del Plan Propio de Investigación y Transferencia de la Universidad de Sevilla, se desarrolló en la **Asociación de Mayores ASTERVIÓN** y en el **Aula de la Experiencia de Utrera** (Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Sevilla, 2026). Participaron más de 50 personas, que realizaron prácticas experimentales de aislamiento de microorganismos del suelo y reflexionaron sobre la resistencia antimicrobiana, uno de los mayores desafíos sanitarios actuales.

La acogida fue extraordinariamente positiva. La curiosidad, motivación y entusiasmo de los mayores confirmaron que la ciencia tiene un enorme poder para unir generaciones y que el aprendizaje puede darse a cualquier edad.

### ➤ **Lola, una Científica en tu Cole Andaluz**

Dentro de nuestra labor divulgadora también hemos participado activamente

en el proyecto **“Lola, Una Científica en tu Cole Andaluz”**, impulsado por la Asociación de Mujeres Investigadoras y Científicas (AMIT). Esta iniciativa, patrocinada por Bristol Myers Squibb, busca acercar la ciencia a los más jóvenes y despertar vocaciones científicas en edades tempranas.

Nuestro equipo llevó al Colegio Mercedes, en el barrio hispalense de Heliópolis, la actividad **“Microaventuras: Un viaje divertido al mundo microbiano”**, consistente en un taller diseñado para mostrar a los alumnos de 4º de Primaria la presencia y el papel de los microorganismos en la vida cotidiana. Trasladamos un pequeño laboratorio al colegio, donde los niños pudieron observar cómo las levaduras inflan un globo mediante la fermentación, realizar tinciones simples y examinar al microscopio bacterias beneficiosas presentes en el yogur. Además, tomaron muestras de distintos objetos (manos, libros, suelas de zapatos, etc) y las sembraron en placas de Petri. Al día siguiente regresamos para mostrarles el crecimiento de las colonias microbianas, lo que despertó aún más su curiosidad (Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Sevilla, 2025a)

Las preguntas que realizaron y los comentarios de las familias tras la actividad nos confirmaron el impacto positivo de la experiencia.

### ➤ **Otras actividades de divulgación y docencia**

Además de estas iniciativas, participamos de forma constante en numerosos proyectos de docencia y divulgación. Presentamos periódicamente nuestros resultados en congresos docentes y realizamos publicaciones orientadas a la difusión científica. Destacamos nuestra presencia en actividades de divulgación en **entornos vulnerables** de la ciudad de Sevilla (Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Sevilla, 2025c), en **escuelas infantiles** (Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Sevilla, 2025b) o en actividades como el **Salón del Estudiante**, la **Noche Europea de los Investigadores**, **Radius**, **Ciencia en el Bulebar**, **Café con Ciencia**, **Ciencia en el Bar** (Ciencia en el Bar, 2025), **Café con Ciencia**, **JoinUS** o **visitas a industrias relacionadas con la biotecnología**, entre otras iniciativas.

Nuestra presencia en redes sociales, especialmente en **Instagram (@micro\_biUS)**, sigue creciendo y constituye una herramienta clave para acercar la Microbiología a públicos muy diversos, ¡Síguenos!

Continuamos trabajando para que la ciencia sea accesible, atractiva y participativa, convencidos de que la divulgación es esencial para construir una sociedad informada y crítica.

## Referencias

**Ciencia en el Bar.** (2025). <https://ciencia-bar.wordpress.com/>

**Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Sevilla.** (2025a) (21/02/2025). <https://www.investigacion.us.es/eventos/una-cientifica-en-tu-cole-andaluz-visita-el-colegio-mercedes-de-heliopolis>

**Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Sevilla.** (2025b) (24/04/2025). <https://www.investigacion.us.es/eventos/taller-mision-invisible-echemos-un-microvistazo>

**Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Sevilla.** (2025c) (15/05/2025). <https://www.investigacion.us.es/index.php/noticias/la-microbiologia-se-abre-paso-en-el-poligono-sur-ciencia-que-conecta>

**Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Sevilla.** (2025d) (18/09/2025). <https://www.investigacion.us.es/noticias/la-us-celebra-el-dia-internacional-de-los-microorganismos>

**Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Sevilla.** (2026) (25/02/2026) <https://www.investigacion.us.es/noticias/micromundosevilla-en-el-aula-de-la-experiencia-y-la-asociacion-de-mayores-astervion>

# Grupo de Innovación Docente en Microbiología de la Universitat de València: Iniciativas dinámicas de enseñanza y aprendizaje

## EQUIPO MICROMÓN@UV

Departamento de Microbiología y Ecología. Av. Vicent Andrés Estellés, 19. 46100 Burjassot, València, España.

✉ [micromon@uv.es](mailto:micromon@uv.es)



Grupo Consolidado de Innovación Docente en Microbiología de la Universitat de València.

El Grupo De Innovación Docente en Microbiología de la Universitat de València (UV) (GCID23\_2580699), coordinado por S. Maicas y B. Fouz, se creó con el objetivo de dinamizar la enseñanza en esta materia mediante la incorporación de metodologías docentes innovadoras basadas en proyectos cooperativos con vocación divulgativa. Aunque sus actividades abarcan distintos ámbitos de la divulgación en microbiología, se focaliza en el gran reto sanitario del siglo XXI, las resistencias antimicrobianas, desarrollando dinámicas docentes para transmitir de manera eficaz la relevancia del problema.

Profesorado y alumnado universitario, en colaboración con estudiantes y docen-

tes de educación secundaria y bachillerato, participan activamente en iniciativas orientadas a transformar la enseñanza de la microbiología y acercarla tanto al estudiantado como a la sociedad. Para ello, se promueve el uso de metodologías de aprendizaje activo y colaborativo en asignaturas de grado y máster, favoreciendo una participación dinámica del alumnado y el desarrollo de competencias transversales. En paralelo, se fomenta la integración temprana del estudiantado en proyectos reales de investigación (TFG/TFM). De manera complementaria se potencia la dimensión internacional de la docencia mediante la participación en redes universitarias y proyectos de cooperación internacionales.

## ➤ Micromón – Tiny Earth: descubrimiento de antibióticos desde el aula

Nuestro proyecto más consolidado es Micromón, integrado en las iniciativas internacionales Small World Initiative y Tiny Earth. Su objetivo es implicar al estudiantado universitario en la búsqueda de nuevos microorganismos productores de antibióticos a partir de muestras ambientales, principalmente de suelo. Desde el curso 2017-18, y a través de sucesivas ediciones (SWI 1 y 2, y posteriormente Micromón 1 a 5), el proyecto se ha desarrollado (y financiado) de forma continuada en la Universitat de València y otras entidades públicas, recibiendo donaciones/ayudas puntuales.

Micromón ha permitido la participación de miles de estudiantes de la Comunidad Valenciana procedentes de casi un centenar de centros educativos. El alumnado ha intervenido en todas las fases del proceso científico: aislamiento microbiano, ensayos de antagonismo, caracterización fenotípica y análisis de resultados. Además de adquirir competencias técnicas, el proyecto fomenta habilidades transversales como el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y la comunicación científica, al tiempo que conecta la docencia con la crisis de las resistencias antimicrobianas.

### ➤ Divulsuperbac: divulgación científica sobre las superbacterias

Es la iniciativa más divulgativa del grupo, iniciada en 2019-20 y que tiene como finalidad acercar a la sociedad el problema de las "superbacterias" y la resistencia a los antibióticos mediante un lenguaje sencillo pero riguroso. Comenzó en la UV trasladando las actividades a centros de secundaria cercanos y, posteriormente, se ha extendido a otras instituciones, como la Universidad de La Rioja y el Campus de Ourense de la Universidade de Vigo.

El núcleo del proyecto es una exposición itinerante formada por catorce infografías divulgativas que abordan el origen y las causas de la resistencia a los antibióticos, sus consecuencias clínicas y epidemiológicas, el impacto sanitario y social de las bacterias multirresistentes y las principales estrategias de prevención y uso responsable de los antimicrobianos. Las infografías son presentadas por el propio alumnado universitario, que actúa como divulgador científico ante estudiantes de secundaria. La actividad se complementa con dinámicas participativas, encuestas y evaluaciones formativas, al igual que Micromón.

### ➤ FORTHEM-Superbugs: dimensión europea e interdisciplinar

La participación del grupo en la alianza universitaria europea FORTHEM ha favorecido su internacionalización. Desde 2022 se han desarrollado diferentes actividades educativas con una perspectiva interdisciplinar y multinacional. Destaca la iniciativa *Fostering the superbug threat within different educational levels*, liderada por I. Salas, junto con otras acciones de sensibilización

pública que han situado al estudiantado en un contexto europeo y han reforzado nuestra cooperación con Europa (Polonia, Alemania e Italia).

### ➤ BIP-EUROMIWO

El proyecto European Microbial World-Blended Intensive Program, desarrollado en el marco del programa Erasmus+, combinó formación virtual en Microbiología y una estancia presencial intensiva celebrada en septiembre de 2024. Contó con la participación de estudiantado y profesorado de universidades asociadas a la alianza FORTHEM (Palermo, Maguncia y Opole) e invitadas de Ucrania. El programa incluyó sesiones teóricas y prácticas orientadas al descubrimiento de nuevos antimicrobianos, así como actividades culturales.

### ➤ Cooperación Universitaria para el Desarrollo (Proyecto USAM-CUD)

El proyecto *Utilisation Sûre des Antibiotiques au Maroc* (USAM-CUD) es una iniciativa de cooperación entre la UV y la Universidad Euromediterránea de Fez (Marruecos), centrada en la región de Fès-Meknès. Incluye actividades de educación científica dirigidas principalmente a alumnado de secundaria, apoyadas por la formación previa de monitores universitarios.

### ➤ Acciones en igualdad

La visibilización de la mujer en ciencia es un pilar fundamental del grupo. Las acciones se centran, no de forma exclusiva, en la jornada del 11F (día de la mujer y la niña en ciencia).

### ➤ Formación de profesorado y otras actividades

Entre 2021 y 2023 se desarrolló la actividad *Aprentatge servei a través de l'estudi dels antibiòtics*, en colaboración con el Centro de Formación del Profesorado de Educación Secundaria (CEFIRE-CTEM). En 2024, estas acciones se ampliaron con la celebración de las I Jornadas de Docencia y Difusión de la Microbiología, que reunieron a profesorado de secundaria. Ese mismo año se celebró la I Matinal de Microbiología de la Universitat de València, dirigida a un público más amplio. Asimismo, miem-

bros del grupo participaron en 2024 en la organización de la XIX Olimpiada Española de Biología, el XXVII Curso de Iniciación a la Investigación en Microbiología y la VI Reunión del Grupo De Docencia y Difusión de la Microbiología (SEM).

## Referencias

**Maicas, S., Fouz, B., Figàs-Segura, À., Zueco, J., Rico, H., Navarro, A., Carbó, E., Segura-García, J. y Biosca, E.G.** (2020). Implementation of Antibiotic Discovery by Student Crowdsourcing in the Valencian Community Through a Service-Learning Strategy. *Front Microbiol* 11: 564030.

**Maicas, S., Biosca, E.G., Fouz, B., Rico, H., Navarro, A., Zueco, J., Carbó, E., Figàs, À., Segura-García, J., Alcaide, E., Mateo, J.J., Esteve, M.C., Ruiz, P., Pérez, A., Pons, E., Tortajada, C., Romo, S., Amaro, C., Sanjuán, E. y Llorens, A.** (2020) Micromón València (Universitat de València) SEMáforo 69: 26-27.

**Maicas, S. y Fouz, B.** (2024). DIVULSUPERBAC: an outreach project to raise awareness of antimicrobial resistance. *FEMS Microbiol Lett* 371: fnae099.

**Kupis, K., Fouz, B., Maicas, S. y Sobieraj, I.** (2025). The effectiveness of the service-learning method: A case study of the international 'Superbugs' project. *Health Educ J* 84: 843-854.

**Gil-Serna, J. et al.** (2025). Citizen Science to Raise Antimicrobial Resistance Awareness in the Community: The MicroMundo Project in Spain and Portugal. *Microb Biotechnol* 18: e70123.

# Grupo de investigación consolidado CanBIO: hacer visible el mundo invisible de los microbios

**ELENA ERASO, ESTIBALIZ MATEO, LETICIA ABECIA, IKER DE LA PINTA, SANDRA GIL-ALONSO, ANDREA GURIDI, NEREA JAUREGIZAR, LUCILA MADARIAGA, CRISTINA MARCOS-ARIAS, KATHERINE MIRANDA-CADENA, AINIZE PEÑA, AITZOL PEREZ-RODRIGUEZ, ELENA SEVILLANO, ESTHER TAMAYO Y GUILLERMO QUINDÓS**

Departamento de Microbiología, Inmunología y Parasitología, Facultad de Medicina y Enfermería, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, Bilbao, España.

✉ [elena.eraso@ehu.eus](mailto:elena.eraso@ehu.eus) | [estibaliz.mateo@ehu.eus](mailto:estibaliz.mateo@ehu.eus)

Nuestro grupo de investigación CanBIO, de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (EHU), desarrolla desde hace años una intensa y sostenida labor de divulgación científica orientada a acercar la microbiología a la sociedad, construyendo un puente sólido de comunicación con la ciudadanía. La actividad divulgadora es una seña de identidad de nuestro grupo, apoyada en una concepción abierta, inclusiva y comprometida de la ciencia, y que se caracteriza por el uso habitual de tres lenguas: euskera, castellano e inglés, en contextos tan diversos como los medios de comunicación, las reuniones, congresos y ferias científicas, las aulas universitarias, de educación secundaria y formación profesional, las redes sociales o los programas de cooperación internacional.

Una de las líneas más visibles de nuestra labor de divulgación es la comunicación científica en medios generalistas y especializados. Las personas que formamos CanBIO colaboramos de forma regular con plataformas como EITB (La Mecánica del Caracol, Orain\_noticias, Teknopolis, otros programas de ETB, Radio Euskadi y Euskadi Irratia), RTVE, Cadena SER, Onda Cero, Radio Popular-Herri Irratia, Deia, El Correo, El País o *The Conversation*. A través de entrevistas, artículos divulgativos y análisis de actualidad, nuestro grupo contribuye a trasladar al debate público cuestiones complejas relacionadas con la microbiología y la biomedicina, reforzando la presencia de estas disciplinas en la conversación social y facilitando una comprensión rigurosa pero accesible de fenómenos de gran impacto social y sanitario.

Esta vocación divulgadora se extiende igualmente a la participación continuada en eventos científicos dirigidos al público general, siendo una de las participantes del grupo, Nerea Jauregizar, Directora de Difusión social de la Investigación de nues-



**Imagen 1.** *Miembros del grupo. Detrás (de izquierda a derecha): Leticia Abecia, Katherine Miranda-Cadena, Guillermo Quindós, Lucila Madariaga, Sandra Gil-Alonso, Esther Tamayo, Andrea Guridi y Aitzol Perez-Rodriguez. Delante (de izquierda a derecha): Iker de la Pinta, Estibaliz Mateo, Cristina Marcos-Arias, Ainize Peña, Elena Eraso, Elena Sevillano y Nerea Jauregizar.*

tra universidad. CanBIO participa de manera destacada en iniciativas consolidadas como *Zientzia Astea* (Semana de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación), *Zientzia Azoka*, *Bizilabe*, Día de Darwin, *Pint of Science*, Pintxo Pote Zientifikoa o *La Noche Europea de las Investigadoras e Investigadores*. En estos espacios, nuestro grupo fomenta el pensamiento crítico, la curiosidad científica y la equidad en el acceso al conocimiento, contribuyendo a visibilizar la investigación biomédica y a despertar vocaciones científicas entre jóvenes, familias y ciudadanía en general.

La divulgación científica de nuestro grupo se extiende asimismo a las redes sociales

especializadas, donde varios de nosotros y nosotras mantenemos una presencia regular compartiendo resultados, reflexiones y contenidos divulgativos. Este formato más inmediato y bidireccional amplía el alcance de nuestra actividad y nos permite mantener un diálogo directo con la ciudadanía, contribuyendo a la construcción de una cultura científica abierta, dinámica y participativa.

Nuestro compromiso con la salud pública constituye otro pilar fundamental de nuestra actividad divulgadora. Elena Sevillano, componente de CanBIO, es la Directora del Servicio Integral para el Bienestar y el Cuidado de las Personas de la EHU. La

colaboración con la Academia de Ciencias Médicas de Bilbao nos ha permitido organizar y ofrecer charlas y actividades formativas abiertas tanto al público especializado como al general. En estas se han abordado, con rigor científico y un lenguaje comprensible, temas de especial relevancia social como la resistencia a los antimicrobianos, los coronavirus emergentes, la vacunación o el papel de la gripe como posible causa de futuras pandemias. Este trabajo ha consolidado a CanBIO, sobre todo en el País Vasco, como un referente en comunicación científica orientada a la mejora de la alfabetización sanitaria de la población.

La dimensión internacional y la apuesta por una ciencia diversa y socialmente comprometida se reflejan también en la participación de CanBIO en el programa *Science by Women* de la Fundación Mujeres por África. A través de esta iniciativa, nuestro grupo acoge a investigadoras de países africanos, como Nigeria o Marruecos, e impulsa el intercambio científico, visibiliza el talento femenino en investigación y teje redes globales. Estas experiencias enriquecen tanto al equipo anfitrión como a las investigadoras participantes y refuerzan la idea de una ciencia abierta al mundo y sensible a los retos globales.

En el ámbito formativo, nuestro grupo mantiene un firme compromiso con los modelos de aprendizaje conectados con la realidad profesional. Desde el curso 2021-2022, CanBIO participa en la estrategia vasca de formación dual, colaborando con centros de Formación Profesional para ofrecer al alumnado la posibilidad de integrarse en entornos reales de investigación en microbiología. Esta experiencia permite adquirir competencias técnicas y profesionales que complementan la formación académica y refuerza la apuesta de la EHU por una formación integral y orientada a la empleabilidad en el ámbito sanitario y científico.

Finalmente, la innovación docente ocupa un lugar central en la actividad de CanBIO. El profesorado de nuestro grupo está firmemente comprometido con mejorar la enseñanza de la microbiología, principalmente en los grados en Medicina y Odontología. Parte del equipo está integrado además en un grupo acreditado como "Equipo docente estructurado IKD", dentro del modelo de enseñanza-aprendizaje cooperativo y dinámico impulsado por nuestra Universidad. Este grupo IKD destaca por su coordinación y su dedicación al aprendizaje del estudiantado. Su trayectoria incluye cinco proyectos de innovación docente, tres publicaciones, siete comunicaciones



Imagen 2. Stand en la Zientzia Astea: Un MICROMundo, una excelente SALUD.

orales en congresos y jornadas, seis comunicaciones virtuales o en formato póster y un premio a la mejor idea de innovación por "Dinámicas multidisciplinares de aprendizaje y comunicación dentro del ámbito sanitario-científico para la transferencia de conocimiento como misión social de la Universidad" (XII Jornadas de investigación e innovación BioAraba, 2021).

En conjunto, la actividad divulgadora, docente e internacional de CanBIO pone de manifiesto una concepción de la ciencia que no se limita a la producción de conocimiento, sino que aspira a informar, inspirar y transformar la sociedad. Nuestra labor divulgativa, docente e internacional enfocada a hacer visible el mundo invisible de los microbios implica, para nuestro grupo, contribuir a una ciudadanía mejor informada, más crítica y más preparada para afrontar los retos científicos y sanitarios del presente y del futuro.

## Referencias

- Peña-Cearra, A., Mateo, E., Eraso, E., Abecia, L.** (2025). Hesteetako organoideak, homeostasian eta gaixotasunean mikrobiota-immuno-epitelio interakzioak aztertzekeo tresna. *Ekaia*, 48, 161-177. <https://doi.org/10.1387/ekaia.27092>
- Mateo, E.** (2023). Búsqueda de alternativas terapéuticas contra patógenos difíciles de eliminar con los tratamientos convencionales: modelos in vitro e in vivo. Ponente en la Mesa Redonda "Enfermedades infecciosas poco frecuentes: investigación y futuro". Academia Ciencias Médicas de Bilbao. 19 de abril de 2023.
- Quindós, G.** (2025). *Candidozyma auris*, el peligroso patógeno que surgió del cambio climático. *The Conversation*. 30 de septiembre de 2025. <https://doi.org/10.64628/AAO.9acw5qg7k>
- Quindós, G.** (2020). COVID-19: inmunidad y postpandemia. *The Conversation*, 8 mayo 2020. <https://doi.org/10.64628/AAO.j6upgtjyx>
- Quindós, G.** (2021). Origen y evolución de los coronavirus humanos. Día de Darwin. Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Círculo Escéptico y Biblioteca de Bidebarrieta. Bilbao. 12 de febrero de 2021.
- de-la-Fuente, I., Guridi, A., Carton, J.D., Tamayo, E., de-la-Pinta, I., Quindós, G., Eraso, E., Sevillano, E.** (2024). Zitrak, kannabidiol eta laktoferrinaren konbinazioa flukonazolarekin *Candida* spp.ak sortutako infekzioak tratatzeko estrategia berri gisa. *Ekaia*, 46, 279-296. <https://doi.org/10.1387/ekaia.25057>
- Ciriza, J.,..., Mateo, E., Eraso, E., Sevillano, E.,..., Saenz-del-Burgo, L.** (2021). Trabajando la relación Universidad-Sociedad Abordaje multidisciplinar y difusión social. *Fundación Educación Médica*, 24, pp 36-41. ISSN: 2014-9840
- Abecia, L.** (2023). Tu microbiota controla tu bienestar. *Pint of Science*, Vitoria-Gasteiz. 24 de mayo de 2023.
- Madariaga, L.** (2020). Ponente en Mesa Redonda. Nuevo Coronavirus COVID-19: aspectos microbiológicos. Academia Ciencias Médicas de Bilbao. 18 de febrero 2020.
- Gil-Alonso, S. y Jauregizar, N.** (2020). No todos respondemos igual a las medicinas. *The Conversation*. 6 de abril de 2020. <https://doi.org/10.64628/AAO.66c7xswt7>

# Microbiología de amplio espectro: innovación y divulgación para llegar a todos

JÉSSICA GIL-SERNA, LUCÍA ARREGUI, SERGIO ALÍAS, FRANCISCO AMARO, LAURA BENÍTEZ, DANIEL BRAVO, PILAR CALVO, CRISTINA CASERO, PABLO CEA, SILVIA DÍAZ, CARMEN ERENA, PATRICIA DE FRANCISCO, MARÍA TERESA GARCÍA, NURIA GARCÍA DE LA CAMACHA, VÍCTOR LORENTE, RICARDO MADRID, DOMINGO MARQUINA, MERCEDES MARTÍN, CLARA MELGUIZO, BELÉN PATIÑO, BLANCA PÉREZ-UZ, ANTONIO SANTOS, CLAUDIA TRENADO, JAVIER VICENTE, RICHARD WILLIAMS, MARÍA JOSÉ VALDERRAMA

Unidad Docente de Microbiología, Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid, España.

✉ [jgilsern@ucm.es](mailto:jgilsern@ucm.es)



Esquema de las actividades desarrolladas dirigidas a los distintos colectivos.

El compromiso con la sociedad, dentro y fuera del ámbito universitario, es un potente motor para la Unidad Docente de Microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), que se ha implicado activamente en la innovación docente y la divulgación de la microbiología desde hace más de dos décadas. Este equipo de docentes, reforzado por investigadores en formación y colaboradores externos,

transfiere el conocimiento científico a diversos estratos sociales, adaptando la metodología al perfil del receptor.

## ➤ Escolares

El objetivo principal en este segmento es fomentar las vocaciones STEM y promover una concienciación temprana sobre salud global. En educación primaria realizamos experimentos sencillos durante la Sema-

na de la Ciencia para mostrar la diversidad microbiana. Complementamos esta acción con charlas-coloquio en centros escolares con motivo del Día de la Mujer y la Niña en la Ciencia para incentivar las vocaciones científicas en las niñas.

En centros de secundaria y bachillerato participamos en el proyecto "MicroMundo" para concienciar sobre la resistencia a antimicrobianos a estudiantes, sus familias

y entorno cercano. Asimismo, participamos en el programa 4º ESO-Empresa, promovido por la Comunidad de Madrid, integrando a estudiantes de 4º de ESO en la dinámica diaria de un laboratorio de investigación profesional.

## ➤ Universitarios

Transformamos el aula en un entorno de aprendizaje activo mediante actividades como debates, aprendizaje basado en problemas y en proyectos, divulgación en redes sociales y la organización de congresos con exposición y defensa de pósters.

Implicamos a los estudiantes en proyectos voluntarios de Innovación y Aprendizaje-Servicio (ApS), en los que asumen la responsabilidad de su propia formación. Cada año involucramos de media a 150 estudiantes en el pódcast “Esto va de Micro” y los ApS “MicroMundo” y “ApS-Cine”, en los que aplican sus conocimientos en contextos sociales reales.

Además, hemos promovido experiencias de internacionalización abriendo la discusión y exposición de ideas de *One Health* para estudiantes UCM y de otras diez universidades europeas en la primera *Una Europa One Health Summer School*.

## ➤ Profesorado de Educación preuniversitaria

Actuamos como agentes de formación continua del profesorado de Secundaria y Bachillerato, impartiendo talleres teórico-prácticos orientados a la actualización de sus conocimientos microbiológicos y a la provisión de herramientas didácticas y actividades prácticas replicables en sus centros.

## ➤ Personas mayores y colectivos en riesgo de exclusión social

Promovemos la transferencia de conocimiento como herramienta de inclusión social y promoción de la salud.

Con población de la tercera edad, desarrollamos talleres para la Asociación de Profesores Jubilados. Asimismo, impartimos el curso de la Universidad para mayores “Biología y arte: una aproximación microscópica”, que conecta ciencia y humanidades a través de la microbiología.

Con los colectivos en riesgo de exclusión social llevamos a cabo el proyecto “Cine en compañía para prevenir enfermedades”, en colaboración con varias facultades UCM y hospitales. Está dirigido a personas sin hogar, con adicciones, presidiarios, personas con discapacidad o mujeres en situación de exclusión, facilitando la comprensión y prevención de las patologías que afectan con mayor frecuencia a estos colectivos.

## ➤ Público general

Buscamos la divulgación del conocimiento científico mediante canales digitales y entornos informales de encuentro social. En el ámbito digital, producimos el pódcast “Esto va de Micro” en el que los estudiantes entrevistan a personas expertas en microbiología. También somos activos en redes sociales donde difundimos el contenido de los proyectos y comentamos artículos y noticias relacionadas con la microbiología.

Participamos en eventos de divulgación como la Noche de los Investigadores y la Semana de la Ciencia abriendo nuestros laboratorios a la ciudadanía. Asimismo, fomentamos la internacionalización organizando eventos de participación comunitaria en otros países, como el “1-day Microbe’s Festival and Workshop -Fancy exploring the Invisible Nature around you?” y “Hidden World of Microbes, Family Science Day – Dorchester Science Festival”, orientado a familias de comunidades rurales del centro de Inglaterra.

El conjunto de todas estas actividades refleja nuestro compromiso social desde la Universidad. Al integrar iniciativas de enseñanza abierta y divulgación con la docencia y la investigación, conseguimos que la microbiología salga del laboratorio, transformando aquello que es invisible para el ojo humano en un conocimiento accesible para toda la sociedad. No solo generamos conocimiento, sino que también cultivamos soluciones con un relevante impacto social.

## Agradecimientos

A los miembros del equipo que han terminado su etapa universitaria (María Isabel de Silóniz, Susana Serrano, Covadonga Vázquez, Petra Wrent) o se encuentran en otros centros (Tania Ayllón, Miriam Doménech, Marta García, Carolina Gómez) por su inestimable implicación. A los cola-

boradores de otras facultades UCM y organismos externos (ISCIII, Hospitales Ramón y Cajal y 12 de Octubre, CIB-CSIC), a las organizaciones participantes, ONGs y Ayuntamiento de Madrid, Colegios e Institutos, socios internacionales (*University of Derby, Peak District National Park Authority, Bournemouth University, Dorset Museum*) y muy particularmente a todos los estudiantes de distintos niveles y titulaciones que han participado activamente en nuestros proyectos.

## Referencias

Gil-Serna, J., Arregui, L., Valderrama, M.J., Domenech, M., Williams, R., Vázquez, C., Patiño, B., Martín Cereceda, M., Pérez-Uz, B., Ayllón, T. (2024). “Esto va de Micro”: el pódcast de microbiología de los estudiantes de la Universidad Complutense. En: Ayala JL (Coord.). III Jornada “Aprendizaje Eficaz con TIC en la UCM”. Ediciones Complutense, pp. 129-141.

Gil-Serna, J., Antunes, P., Campoy, S., Cid, A., Cobo-Molinós, A., Durao, P., Fajardo, C., Fouz, B., Freitas, A.R., Grosso, F. *et al.* (2025). Citizen Science to Raise Antimicrobial Resistance Awareness in the Community: The MicroMundo Project in Spain and Portugal. *Microb Biotechnol* 18:e70123.

Linares, M., López-Ejeda, N., Álvarez, P., Culebras, E., Díaz, E., García, M.T., Majano, C., Morales, M.L., Rodríguez-García, A., Rodríguez-Avial, I. *et al.* (2020). Service-Learning, Movies, and Infectious Diseases: Implementation of an Active Educational Program in Microbiology as a Tool for Engagement in Social Justice. *Front Microbiol* 12:589401.

Valderrama, M.J., González-Zorn, B., Calvo, P., Díaz-Orejas, R., Fernández-Aceiro, T., Gil-Serna, J., de Juan, L., Martín, H., Molina, M., Navarro-García, F. *et al.* (2018). Educating in antimicrobial resistance awareness: adaptation of the Small World Initiative program to service-learning. *FEMS Microbiol Lett* 365:fny161.

Valderrama, M.J., Nebreda, E., López-Ejeda, N., Linares, M. (2025). When Teaching and Learning Microbiology Engage Societal Needs. *Microb Biotechnol* 18:e70098.

# 18 años mostrando lo invisible

MARÍA JOSÉ PÉREZ Y JULIA CARBALLO

Área de Microbiología. Facultad de Ciencias, Campus de Ourense, Universidade de Vigo, As Lagoas, 32004 Ourense, España.

✉ [mjperez@uvigo.gal](mailto:mjperez@uvigo.gal)



María José Pérez (izquierda) y Julia Carballo (derecha) frente a algunos de los materiales de divulgación elaborados por el grupo.

Desde el año 2008, las docentes del Área de Microbiología de la Facultad de Ciencias (Universidad de Vigo, Campus de Ourense) estamos llevando a cabo experiencias de aproximación a la Microbiología con grupos de estudiantes de edades muy diferentes incluyendo alumnos de educación primaria, de educación secundaria obligatoria (ESO), de bachillerato, de formación profesional, de otras titulaciones universitarias y de mayores de 55 años. En las diferentes actividades propuestas se adecúa el lenguaje, las ilustraciones y

la planificación temporal a la edad y a los recursos disponibles.

Así, el planteamiento general de las actividades es presentar los microorganismos, dónde se encuentran, que hacen allí, algunos ejemplos más comunes, su aplicación en procesos biotecnológicos, los que nos comemos, etc.). Ya de forma práctica, los participantes en el taller toman muestras de alguna parte de su cuerpo y/u objetos personales como el móvil, bisutería, ropa... y siembran en placas con medio de

cultivo con el fin de demostrar que todas las personas convivimos con microorganismos. Si es posible también se toman muestras de suelo, hojas, agua etc. Estos cultivos se incuban en nuestro laboratorio y los resultados se comentan presencial o virtualmente en una nueva sesión.

Desde el curso 2017/2018 a esta actividad divulgativa la hemos llamado **"Vendo o invisible"** (Viendo lo invisible), con la que pretendemos que alumnos no universitarios puedan observar y cultivar

microorganismos, utilizando para ello diferentes herramientas como muñecos, imágenes, videos, material de laboratorio, etc. Esta actividad se viene realizando en el marco de diferentes eventos que tienen lugar en nuestra Facultad, en la calle o en centros educativos situados también fuera de nuestra ciudad. Así, desde 2018 participamos en Jornadas de Divulgación en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas con motivo del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, denominada “**eXXperimenta en femenino**”, que se celebra en el Campus de Ourense, organizada por el Colectivo *eXXperimenta en femenino*, constituido mayoritariamente por profesoras e investigadoras de las áreas científico-tecnológicas del Campus de Ourense. Desde su inicio han pasado por nuestro stand unos 2700 estudiantes de 100 centros educativos. También participamos en las diversas jornadas de puertas abiertas organizadas por la Facultad de Ciencias y el Vicerrectorado del Campus de Ourense-Campus Auga, de modo que los estudiantes preuniversitarios visitan nuestro laboratorio de microbiología al tiempo que les damos a conocer las titulaciones e investigaciones que llevamos a cabo. Con estas jornadas del “**Día Mundial del Agua**” y “**Coñece o Campus**”, hemos llegado a unos 1000 estudiantes de unos 50 centros educativos. Respondiendo a solicitudes depositadas en la página web de la Plataforma 11 de febrero - Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia acudimos a colegios de la provincia de Ourense y Pontevedra que requerían la participación de

mujeres científicas en actividades de divulgación. Con ello llegamos a cerca de 200 estudiantes de los últimos cursos de ESO, de 1º y 2º de Bachillerato y de Formación Profesional.

Desde la constitución del **Grupo de Innovación Docente (GID) Mundo Microbio** de la Universidad de Vigo, en 2018, tenemos como objetivo incentivar a nuestro alumnado universitario en participar en estas tareas de divulgación de la microbiología mediante estrategias de aprendizaje activo. Elaboramos recursos divulgativos que ilustran los talleres. En 2017 nos incorporamos a la red MicroMundo constituyendo el nodo **MicroMundo@UVigo** y en el curso siguiente pusimos en marcha el proyecto. En los cursos que ha sido posible realizarlo han participado 30 estudiantes universitarios que han involucrado a 174 estudiantes de 4 Institutos de Educación Superior de las provincias de Ourense y Pontevedra. Con éste y con el proyecto **DivulSuperBac** (desde 2024) enseñan a buscar en los suelos bacterias productoras de antibióticos y a difundir el grave problema de la resistencia bacteriana. Esta problemática también la divulgamos a través de charlas y jornadas destinadas a estudiantes y público en general.

A través de redes sociales como las páginas de Facebook: **Microbiología-Ourense** mostramos las actividades que llevamos a cabo y relacionado con el proyecto MicroMundo: **MicroMundo\_UVigo** y en Instagram: [@MicroMundoUVigo](https://www.instagram.com/MicroMundoUVigo).

Creemos firmemente que el acercamiento de la microbiología al alumnado preuniversitario fomenta el interés por esta disciplina y las vocaciones científicas. Tanto estudiantes como profesoras/es nos animan a continuar con esta labor divulgadora. Esto lo hemos constatado a través de encuestas realizadas en línea en los días siguientes a la realización de los talleres. Para una amplia mayoría su participación les resultó muy positiva e interesante captando su atención y despertando en ellos inquietudes relacionadas con los temas tratados. Les gustó mucho la toma de muestras y ver posteriormente sus cultivos, aunque fuesen en fotografía.

Continuaremos con esta labor divulgadora siempre que sea posible y agradecemos a la Vicerreitoría de Responsabilidad Social, Internacionalización e Cooperación, la Vicerreitoría de Ordenación Académica e Profesorado y al Campus Auga de la Universidad de Vigo las ayudas recibidas en las distintas convocatorias.



# Innovar para motivar: una experiencia docente en Microbiología y Parasitología Descriptiva en Farmacia

LORENA LAORDEN, IDOIA BULDAIN, LEIRE MARTIN, LEIRE APARICIO, IDOIA POSTIGO

Grupo ITUDIAN. Departamento de Inmunología, Microbiología y Parasitología, Facultad de Farmacia. Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), España.

✉ [lorena.laorden@ehu.eus](mailto:lorena.laorden@ehu.eus)

## ➤ Breve trayectoria del grupo

Las autoras forman parte de un equipo docente del Departamento de Inmunología, Microbiología y Parasitología comprometido desde hace años con la mejora continua de la enseñanza en el Grado en Farmacia. En los últimos cursos, el grupo ha participado en distintas convocatorias de Proyectos de Innovación Educativa de la UPV/EHU, orientadas a la incorporación de metodologías activas, la evaluación formativa y el desarrollo de competencias transversales.

Entre los hitos recientes destacan la implementación progresiva de actividades basadas en resolución de casos clínicos reales, la integración de herramientas digitales de apoyo al aprendizaje y la consolidación de espacios de coordinación docente entre asignaturas del área de microbiología. Asimismo, el equipo combina su labor docente con actividad investigadora en microbiología y parasitología clínica, alimentaria y ambiental, lo que permite trasladar al aula problemáticas actuales como las resistencias antimicrobianas o la seguridad microbiológica.

## ➤ Contexto docente

La asignatura de *Microbiología y Parasitología Descriptiva*, impartida en el tercer curso del Grado en Farmacia y del Doble Grado en Farmacia y Nutrición Humana y Dietética de la UPV/EHU, afrontaba en los últimos cursos una situación docente mejorable, compartida por muchas asignaturas básicas. La asistencia a clase era reducida, la motivación del alumnado limitada y los resultados académicos, especialmente en la convocatoria ordinaria, mostraban un elevado porcentaje de suspensos.

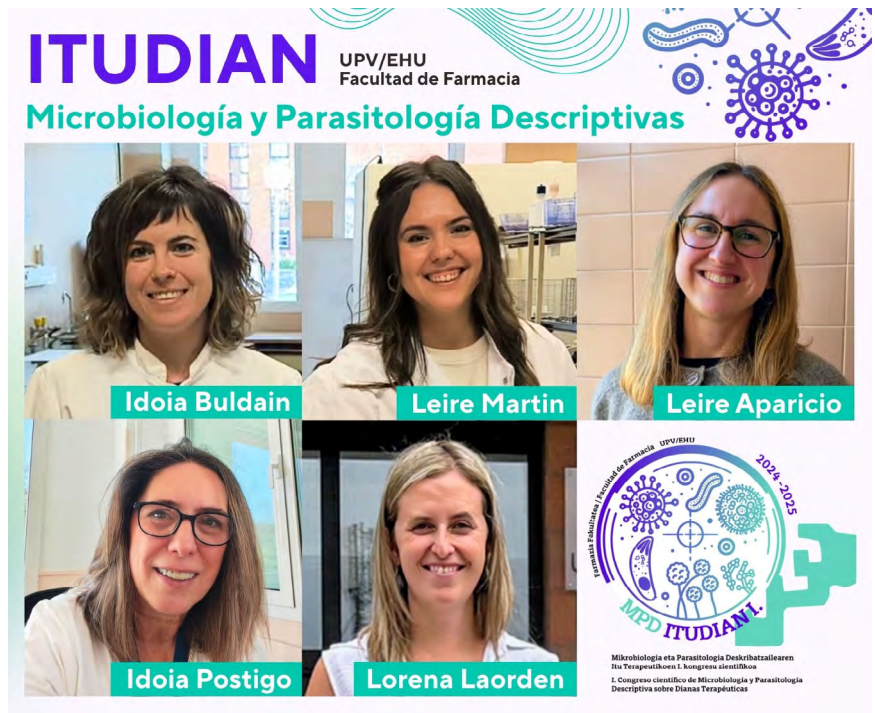


Imagen 1. Foto del equipo docente.

Asimismo, el alumnado manifestaba dificultades para percibir la aplicabilidad de los contenidos en su futuro profesional, y las actividades de evaluación continua y prácticas de aula no siempre lograban generar una implicación sostenida ni un aprendizaje profundo.

En este contexto, varias docentes del Departamento de Inmunología, Microbiología y Parasitología pusieron en marcha el Proyecto de Innovación Educativa *Rediseñando la asignatura de Microbiología y Parasitología Descriptiva*, financiado en la convocatoria HBP/PIE i3lab 2023/2024 y desarrollado durante el curso 2024/2025, con el objetivo de renovar el enfoque

docente de la asignatura y mejorar la experiencia de aprendizaje del alumnado.

## ➤ Descripción de la innovación

La innovación se centró en introducir metodologías activas y en reorganizar el sistema de evaluación, con el propósito de favorecer un aprendizaje más significativo y una mayor implicación del alumnado.

El eje principal de la propuesta fue la transformación de las prácticas de aula en una actividad integrada basada en el Aprendizaje Orientado a Proyectos y el Aprendizaje Basado en la Investigación.



**Imagen 2.** Posters realizados por el alumnado y expuestos para el congreso ITUDIAN I en el Hall de la Facultad de Farmacia de la Universidad del País Vasco (EHU).

El alumnado, organizado en grupos, trabajó sobre microorganismos o parásitos de relevancia clínica, analizando posibles dianas terapéuticas frente a patógenos cuya terapia presenta dificultades en la práctica clínica.

El trabajo se concretó en la elaboración de un póster científico y su presentación en un congreso simulado, el *Congreso ITUDIAN I*, celebrado en la Facultad de Farmacia. La actividad reprodujo de forma sencilla el formato de un congreso científico, con exposición de pósteres, presentaciones orales breves y turno de preguntas, integrándose como parte de la evaluación continua.

Junto a esta actividad, se introdujeron ajustes en la evaluación, como la sustitución de varias pruebas cortas por un examen parcial liberatorio, la eliminación de la penalización por respuestas incorrectas en los test y un mayor peso de las prácticas de aula y de laboratorio en la calificación final.

### ➤ Impacto en el alumnado

El impacto de la innovación se evaluó mediante encuestas anónimas al alumnado y el análisis de diversos indicadores

académicos correspondientes a los tres últimos cursos.

Los resultados reflejan una mejora clara en la implicación del alumnado. Durante el curso 2024/2025, la asistencia a clase se mantuvo elevada, situándose entre el 75 y el 100 % del alumnado matriculado. Asimismo, aumentó de forma notable el porcentaje de estudiantes que superaron la asignatura en convocatoria ordinaria, tanto en el grupo impartido en castellano como en el grupo en euskera.

La nota media del alumnado aprobado se mantuvo por encima de 7,5 en ambos grupos y la práctica totalidad del estudiantado optó por la evaluación continua y se presentó a la convocatoria ordinaria, lo que pone de manifiesto un mayor compromiso con la asignatura.

Desde el punto de vista del alumnado, el Congreso ITUDIAN I fue valorado muy positivamente. La mayoría consideró que el formato tipo congreso resultó más atractivo que una presentación tradicional en el aula y que la actividad contribuyó tanto a afianzar los conocimientos de la asignatura como a visualizar posibles salidas profesionales relacionadas con la microbiología.

### ➤ Conclusiones

La experiencia desarrollada muestra que pequeños cambios bien planificados en la metodología docente y en el sistema de evaluación pueden tener un impacto relevante en la motivación, la participación y los resultados académicos del alumnado.

La realización de un congreso simulado se ha revelado como una herramienta sencilla y eficaz para fomentar el aprendizaje activo, el trabajo en equipo y el desarrollo de competencias transversales, acercando al alumnado a la dinámica de la investigación científica y a su futura práctica profesional.

En conjunto, el proyecto ha contribuido a ofrecer una visión más cercana, aplicada y motivadora de la Microbiología y la Parasitología en la formación del estudiantado de Farmacia, y abre la puerta a seguir avanzando en esta línea de innovación docente en cursos futuros.

# Cine en compañía para prevenir enfermedades: el compromiso de no dejar a nadie atrás

M<sup>ª</sup> JOSÉ VALDERRAMA CONDE<sup>1</sup>, NOEMÍ LÓPEZ-EJEDA<sup>1</sup>, ALBA RODRÍGUEZ GARCÍA<sup>2</sup>, ALBERTO GARCÍA REDONDO<sup>2</sup>, ÁLVARO CRESPO QUEVEDO<sup>3</sup>, ANA ALAMINOS TORRES<sup>1</sup>, CARMEN DE JUAN CHOCANO<sup>4</sup>, COVADONGA PÉREZ GARCÍA<sup>5</sup>, DANIEL ANTONIO BRAVO VÁZQUEZ<sup>1</sup>, ELISA NAVARRO GONZÁLEZ DE LA MESA<sup>6</sup>, EVA MARCO LÓPEZ<sup>1</sup>, ISABEL RODRÍGUEZ ESCUDERO<sup>4</sup>, ISMAEL FRAILE SÁNCHEZ-MINGALLÓN<sup>7</sup>, JORGE FERNÁNDEZ VILLABA<sup>4</sup>, JOSUÉ JARA PÉREZ<sup>8</sup>, LAURA LÓPEZ LOSA<sup>9</sup>, LAURA RUIZ PERALES<sup>10</sup>, M<sup>ª</sup> DOLORES MARRODÁN SERRANO<sup>1</sup>, M<sup>ª</sup> DOLORES MARTÍN DE SAAVEDRA<sup>4</sup>, M<sup>ª</sup> ISABEL CEBERCOS DEL CASTILLO<sup>11</sup>, M<sup>ª</sup> LUZ MORALES FERNÁNDEZ<sup>2</sup>, M<sup>ª</sup> TERESA GARCÍA ESTEBAN<sup>1</sup>, MARÍA DE LA O LÓPEZ VÁZQUEZ DE LA TORRE<sup>4</sup>, MARÍA HERNÁNDEZ SÁNCHEZ<sup>4</sup>, MARIO PULIDO VADILLO<sup>8</sup>, NATALIA HERNANDO OSPINA<sup>8</sup>, NOEMÍ ÁLVAREZ SÁNCHEZ-REDONDO<sup>1</sup>, NOEMÍ ESTERAS GALLEGU<sup>6</sup>, PATRICIA DE FRANCISCO MARTÍNEZ<sup>1</sup>, PATRICIA RODRÍGUEZ SOLANA<sup>7</sup>, PILAR ÁLVAREZ VÁZQUEZ<sup>6</sup>, RAQUEL ANCOS PINTADO<sup>2</sup>, REBECA ALONSO MONGE<sup>4</sup>, ROBERTO GARCÍA VICENTE<sup>2</sup>, ROBERTO PEDRERO TOMÉ<sup>1</sup>, ROSA DEL CAMPO MORENO<sup>12</sup>, ROSALÍA DÍEZ OREJAS<sup>4</sup>, TANIA AYLLÓN SANTIAGO<sup>8</sup>, MARÍA LINARES GÓMEZ<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Biológicas, UCM; <sup>2</sup> Hospital 12 de Octubre; <sup>3</sup> Solidarios para el desarrollo; <sup>4</sup> Facultad de Farmacia UCM; <sup>5</sup> Instituto de Salud Carlos III; <sup>6</sup> Facultad de Medicina UCM; <sup>7</sup> Facultad de Ciencias Químicas UCM; <sup>8</sup> Facultad de Veterinaria UCM; <sup>9</sup> RAIS HogarSí; <sup>10</sup> Medinaceli-Colisee; <sup>11</sup> Ayuntamiento de Madrid; <sup>12</sup> Hospital Ramón y Cajal.

✉ [mjv1@ucm.es](mailto:mjv1@ucm.es) | [mlinares@ucm.es](mailto:mlinares@ucm.es) | [noemilop@ucm.es](mailto:noemilop@ucm.es)



Celebración final del proyecto ApS-Cine 2026 con algunos de los asistentes. Cada curso participamos aproximadamente 60 estudiantes, 25 tutores (docentes + estudiantes senior), 15 centros sociales, 30 coordinadores y > 200 personas. Un gran equipo.

El proyecto de Aprendizaje-Servicio (ApS) “Cine en compañía para prevenir enfermedades” está conformado por docentes, técnicos y estudiantes de distintas titulaciones de la UCM, facultativos de hospital, ISCIII, ONG y Ayuntamiento de Madrid. Un conjunto enriquecedor de personas con un mismo objetivo, el compromiso social, y que acoge el lema de la ONU “No dejar a nadie atrás”.

## ➤ ¿Qué es ApS?

Se trata de una metodología de enseñanza-aprendizaje activa, con la que los estudiantes adquieren conocimientos y competencias propias de su titulación trabajando en actividades que atienden necesidades reales de su entorno.

## ➤ Arrancamos ApS-Cine en 2018

desde la Facultad de Ciencias Biológicas y en la actualidad participamos cinco Facultades (10 Grados, 6 Másteres, 7 Doctorados), ISCIII y dos hospitales universitarios y abarcamos varias áreas científicas (Antropología Física, Bioquímica y Biología Molecular, Fisiología Animal, Hematología,

Microbiología y Parasitología, Neurociencia). Un equipo tan diverso como los propios microorganismos.

### ➤ Los proyectos ApS empiezan enfocando una necesidad y grupo social

En nuestro caso, colectivos en riesgo de exclusión social (personas sin hogar, reclusos, adicciones, discapacidad, mujeres, personas mayores) que sufren con mayor incidencia diversas enfermedades, particularmente infecciosas y mentales, tienen dificultad para acceder a información fiable y presentan una fuerte carencia de compañía y red social.

### ➤ ¿Estas necesidades tienen relación con nuestros estudios? ¿Qué podemos hacer desde la universidad?

Efectivamente, los participantes trabajamos/estudiamos en diversas áreas de salud desde las que podemos proporcionar información sobre enfermedades y, desde luego, acompañar a las personas. De esta forma, los estudiantes adquirirán o reforzarán conocimientos específicos y competencias transversales (trabajo en equipo, análisis crítico, investigación, comunicación científica). Ya tenemos pues definidos los objetivos de aprendizaje y de servicio necesarios en un proyecto ApS.

### ➤ ¿Qué actividades podemos hacer para alcanzar estos objetivos?

Algo para lo que tengamos recursos en la universidad, podamos realizar y nos guste. Aprovechamos experiencias previas de cinefórum como estrategia docente y llevamos entretenimiento, compañía y ciencia a las personas atendidas en centros sociales, junto a socios comunitarios. Y es que el ApS no es solo academia, necesitamos colaboradores externos a la universidad que ayuden y nos acerquen al colectivo.

### ➤ Manos a la obra

Trabajamos en equipos de 4-5 estudiantes de distintas titulaciones y curso, tutorizados por un docente/técnico/facultativo, junto con un estudiante senior que participó en ediciones anteriores, favoreciendo

de esta forma el aprendizaje colaborativo, la coordinación, responsabilidad y adaptación.

Hacemos cuatro visitas al centro social asignado; 1) aprendemos las características de las personas atendidas; 2) descubrimos sus intereses y necesidades en materia de salud mediante juegos; 3) vemos una película con palomitas y bebida incluidos; 4) hablamos y resolvemos dudas de forma distendida, todos al mismo nivel, como un grupo de colegas.

Durante este camino trabajamos duro en la universidad, investigando las enfermedades que afectan a los colectivos y aquellas específicas seleccionadas, diseñando materiales lúdico-didáctico-divulgativos, analizando de forma crítica películas y seleccionando la más adecuada, practicando la comunicación científica a público no especializado. Todo ello, adaptándonos a las características y necesidades de cada colectivo. Esta es la clave del éxito.

### ➤ Al final celebramos todos juntos

con un encuentro en la universidad, porque ApS-Cine es siempre enriquecedor, divertido, gratificante, nos permite aprender y nos abre los ojos.

En palabras de los estudiantes, lo mejor es *"conocer nuevos compañeros y compartir la experiencia"*, *"colaborar al mismo nivel sin las jerarquías que acostumbramos a tener en el aula"*, *"profundizar en las enfermedades que preocupan a la sociedad y poner en práctica mis conocimientos"*, *"desempolvar la parte creativa e ingeniosa"*, *"salir de nuestra burbuja y dar valor a nuestra situación privilegiada"*. Y dicen desde el corazón, *"mientras nosotros aprendemos y enseñamos ciencia, ellos nos enseñan a valorar la vida"*. Los docentes constatamos su aprendizaje en la creación de materiales divulgativos y la comunicación oral y entendemos que los mejores valores del proyecto son *"comprender una nueva realidad que en un primer momento parece ajena a nuestra vocación científica y sin embargo es complementaria y muy necesaria"*, *"el enfoque social, dentro de la formación académica de los alumnos, que les aporta mucho"*, *"la conciencia de la necesidad de conocimiento real de microbiología fuera de nuestro entorno"*. Por parte de los coordinadores, *"se tienden puentes y se hace visible a personas invisibles [como la microbiología y la comunicación intercelular] y sus necesidades pueden ser*

*escuchadas, atendidas y dignificadas"*. Y las personas nos dicen siempre de forma unánime, lo mejor *"la cercanía"*, *"el trato como igual"*, *"la compañía y las explicaciones"*. La palabra más repetida, *"Gracias."*

### ➤ Y como resumen

ApS-cine en tres palabras: Aprendizaje, Agradecimiento y Conciencia social.

### ➤ Agradecemos

A todos los estudiantes y coordinadores que han participado, por su implicación y entusiasmo, que son los verdaderos motores de ApS-Cine. A la Universidad Complutense de Madrid, que ha apoyado y financiado los proyectos Innova Docencia / 2018, ApS-UCM / 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026.

## Publicaciones del equipo ApS

**Linares, M. et al.** (2021). Service-Learning, Movies, and Infectious Diseases: Implementation of an Active Educational Program in Microbiology as a Tool for Engagement in Social Justice. *Front Microbiol* 12.

**López-Ejeda, N. et al.** (2019). Aprendizaje-Servicio, integrando una metodología docente activa en la responsabilidad social universitaria. Experiencia piloto en asignaturas de microbiología. Aula, museos y colecciones de Ciencias Naturales 6: 11-124.

**Martín-Saavedra, M.D. et al.** (2023). Programa de aprendizaje-servicio "Cine en compañía para prevenir enfermedades": cómo fomentar la empatía y la responsabilidad social entre estudiantes de Biomedicina. En: Avances para la innovación docente en salud y comunicación. Pp. 574-592. Dykinson.

**Valderrama, M.J. et al.** (2025). When Teaching and Learning Microbiology Engage Societal Needs. *Microb Biotechnol* 18:e70098.

# Rejuveneciendo la Microbiología de Bachillerato

**GRUPO MICROMOL: MONTSERRAT LLAGOSTERA<sup>a</sup>, SUSANA CAMPOY, JESÚS ARANDA Y JORDI BARBÉ<sup>a</sup>**

Departament de Genètica i de Microbiologia, Facultat de Biociències, Edifici C, Campus de la Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), Barcelona.

<sup>a</sup>Profesor/a emérito/a

✉ [Jordi.barbe@uab.cat](mailto:Jordi.barbe@uab.cat)



Foto de grupo.

Seguramente todos los microbiólogos estaremos de acuerdo en que los avances en el conocimiento y la comprensión de los microbios, junto con su imprescindible papel en la biosfera, se han acelerado en las últimas décadas. Esta realidad fue reconocida en el Real Decreto 243/2022 del Boletín Oficial del Estado núm. 82 de 6 de abril de 2022, sobre la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato. Su aplicación en Catalunya se recoge en el decreto 171/2022 del *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, núm. 8758 de 22 de septiembre de 2022. Este decreto indica los **SABERES** de las materias de Bachillerato, entendidos como el conjun-

to de conocimientos, destrezas, valores y actitudes a adquirir. Concretamente, los saberes de Microbiología, dentro de la materia de Biología, se tratan en segundo curso de Bachillerato, bajo el título **“Los microorganismos y las formas acelulares”**, y se desglosan según se expone a continuación:

- Diferenciación entre las bacterias y las arqueobacterias.
- Comparación de algunas de las formas de metabolismo bacteriano y la importancia ecológica que tiene en las simbiosis y los ciclos biogeoquímicos.

➤ Análisis de los microorganismos como agentes causales de las enfermedades infecciosas y reflexión sobre las zoonosis y epidemias

➤ Reconocimiento de la presencia de las bacterias en la microbiota, la vida cotidiana y sus aplicaciones. Uso de los microorganismos en procesos industriales: agricultura, farmacia, alimentación y biorremediación.

➤ Técnicas de esterilización y aislamiento y cultivo de microorganismos.

➤ Análisis de los mecanismos de transferencia genética horizontal en bac-

terias y del problema de la resistencia a antibióticos.

- Comparación de las características y los mecanismos de infección de las diferentes formas acelulares (virus, viroides y priones) y su importancia biológica.

Además, también hay saberes relacionados con los microbios en los siguientes ámbitos:

### ➤ Biología celular

- Análisis de la ultraestructura de la membrana plasmática y relación con sus propiedades.

- Análisis del proceso osmótico y repercusión sobre la célula animal, vegetal y procariota.

- Análisis de las principales rutas de anabolismo heterótrofo (síntesis de aminoácidos, proteínas y ácidos grasos) y autótrofo (fotosíntesis y quimiosíntesis) y su importancia biológica.

- Análisis de las fermentaciones como degradaciones parciales de las biomoléculas y su aplicación en la obtención de alimentos.

### ➤ Genética y ciclo celular

- Análisis del mecanismo de replicación del DNA mediante el modelo procariota.

- Análisis, utilizando un modelo procariota, de las etapas generales de la expresión génica y de las características del código genético y resolución de problemas relacionados.

- Comparación de las características generales del genoma y de la expresión génica en procariotas y eucariotas.

### ➤ Inmunología

- Análisis de las fases de las enfermedades infecciosas, a partir de casos próximos o de actualidad.

### ➤ Biotecnología

- Análisis de las técnicas más relevantes de ingeniería genética (PCR, enzimas de restricción, clonación molecular, CRISPR-Cas9 y otros) y sus aplicaciones.

- Argumentación sobre la importancia de la biotecnología y sus aplicaciones en distintos ámbitos (salud, agricultura, medio ambiente, nuevos materiales, industria alimentaria, etc.) destacando el papel de los microorganismos.

En este contexto renovador, nuestro grupo se ha centrado en diseñar y ofrecer un curso telemático titulado: **“Actualización de Conceptos de Microbiología en base al nuevo currículo de Bachillerato”**.

En atención a los SABERES, indicados anteriormente, se diseñaron los siguientes módulos, pensando en una duración de entre 9 y 16 horas y haciendo hincapié sobre todo en los nuevos SABERES.

- Estructura celular bacteriana y de arqueas. Relaciones filogenéticas entre procariotas.

- Ciclo celular en bacterias: replicación de su material genético.

- Expresión génica en bacterias: maquinaria y regulación.

- Sistemas de transferencia genética horizontal en bacterias. Importancia de estos procesos en la evolución.

- Mecanismos de resistencia a los agentes antibacterianos.

- ¿Cómo controlan su dieta las bacterias? Importancia de las bacterias en los ciclos biogeoquímicos.

Este curso se ha impartido de forma ininterrumpida desde 2023 en la oferta formativa de verano para docentes de niveles preuniversitarios del *Programa Argó del Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat Autònoma de Barcelona*, y en 2025 fue reconocido como un curso de Formación Permanente del Profesorado por el *Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya*. Ha tenido una amplia aceptación en todas sus ediciones, contando con la asistencia de un total de 128 profesores de Bachillerato. Su buena acogida, junto con la elevada valoración de los indicadores que se muestran en la Tabla, refleja claramente que los aspectos tratados son eminentemente nuevos para la mayoría de los asistentes, que el curso está en la línea de sus expectativas y que les ayuda a impartir una docencia más actualizada. Finalmente, hay que señalar que este curso también lo impartimos con muy buena aceptación en la Escuela de Verano de 2024 del *Col·legi oficial de doctors i llicenciats en Filosofia i Lletres i en Ciències de Catalunya*.

Os animamos a trabajar en la formación de los formadores de Bachillerato para contribuir a aumentar la calidad de la enseñanza de este colectivo de profesores, dado que la necesidad de actualización existe y es muy bien recibida.

| TABLA 1. Valoración de diferentes indicadores del curso “Actualización de Conceptos de Microbiología en base al nuevo currículo de Bachillerato” |                          |      |       |       |      |
|--|--------------------------|------|-------|-------|------|
| INDICADOR  | PORCENTAJE (%)           |      |       |       | NOTA |
|  | Valores de la puntuación |      |       |       |      |
|  | 1                        | 2    | 3     | 4     |      |
| Grado de novedad   | 0,41                     | 1,24 | 28,10 | 70,25 | 3,7  |
| Cobertura de expectativas  | 0,41                     | 2,87 | 15,98 | 80,74 | 3,8  |
| Calidad de la información  | 0,00                     | 1,24 | 13,22 | 85,54 | 3,9  |
| Aplicación a la docencia de Bachillerato   | 2,11                     | 8,02 | 27,43 | 62,45 | 3,5  |

Se presentan los porcentajes (%) de la valoración de distintos indicadores, siendo 1 la mínima y 4 la máxima. La nota de cada indicador es la nota final sobre un valor máximo de 4.

# Aprender Microbiología jugando: una experiencia de divulgación científica en educación primaria

HIRAM VILLANUEVA-LOZANO<sup>1</sup>; ROGELIO DE J. TREVIÑO-RANGEL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Servicio de Infectología, Departamento de Medicina Interna, Hospital Regional ISSSTE Monterrey (México).

<sup>2</sup> Departamento de Microbiología, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Nuevo León (México).

✉ [dr.villanueva@hotmail.com](mailto:dr.villanueva@hotmail.com) | [roghe24@gmail.com](mailto:roghe24@gmail.com)



*Dr. Hiram Villanueva-Lozano impartiendo una charla sobre microorganismos a estudiantes del 4° año de educación primaria empleando como apoyo pedagógico peluches de GIANTmicrobes®.*

La Microbiología forma parte esencial de la vida cotidiana, aunque con frecuencia permanece invisible para la mayoría de la población. En la práctica clínica y hospitalaria, los microorganismos son protagonistas indiscutibles de múltiples procesos

infecciosos; sin embargo, su comprensión básica rara vez se aborda desde etapas tempranas de la educación formal. En este contexto, la divulgación científica dirigida a la infancia representa una oportunidad estratégica para fomentar una cultura de

prevención, pensamiento crítico y curiosidad científica.

Desde hace varios años, y de manera periódica, he sido invitado por escuelas públicas de educación primaria a impartir

charlas dirigidas a niñas y niños sobre la importancia de los microorganismos, su relación con diversas enfermedades infecciosas y las estrategias generales para prevenirlas o combatirlas. Estas actividades se enmarcan dentro de un compromiso personal y profesional con la educación en salud y la alfabetización científica temprana, entendiendo que muchos hábitos de autocuidado se consolidan desde la infancia.

Uno de los principales retos de estas intervenciones ha sido adaptar contenidos complejos, habitualmente abordados en contextos universitarios o clínicos, a un público infantil, manteniendo el rigor conceptual sin perder claridad ni atractivo. Con este objetivo, he incorporado de forma sistemática una estrategia lúdica basada en el uso de peluches educativos de la cadena comercial GIANTmicrobes®, los cuales representan distintos microorganismos patógenos y comensales con un diseño visualmente atractivo y científicamente reconocible.

El uso de estos recursos permite transformar conceptos abstractos en objetos tangibles, facilitando la interacción directa de los niños con representaciones de bacterias, virus, hongos y parásitos. A través del juego, se introducen nociones básicas como la diversidad microbiana, las vías de transmisión de las infecciones, la diferen-

cia entre microorganismos beneficiosos y patógenos, así como la importancia del lavado de manos, la vacunación y otras medidas preventivas.

Durante las sesiones, los peluches funcionan como mediadores pedagógicos que estimulan la participación activa, el diálogo y la formulación de preguntas. Los niños no solo identifican a los microorganismos por su nombre o forma, sino que construyen narrativas en torno a ellos, integrando el aprendizaje científico con elementos de imaginación y juego simbólico. Esta aproximación coincide con principios básicos de la educación constructivista, donde el aprendizaje significativo surge de la experiencia directa y la interacción.

La respuesta por parte de la comunidad escolar ha sido notablemente positiva. Docentes y directivos han señalado un aumento en el interés de los alumnos por temas relacionados con la salud, así como una mayor disposición a adoptar conductas preventivas. Para los niños, el contacto temprano con conceptos de Microbiología contribuye a desmitificar el mundo microbiano, reduciendo miedos infundados y promoviendo una visión equilibrada basada en el conocimiento.

Desde la perspectiva del profesional de la salud, estas experiencias representan también un ejercicio de innovación docente y

comunicación científica. Obligan a replantear el lenguaje, los recursos y las estrategias de enseñanza, y refuerzan la idea de que la divulgación no es una actividad secundaria, sino un componente esencial del quehacer científico y médico.

La integración de recursos lúdicos como los peluches de GIANTmicrobes® en actividades de divulgación dirigidas a educación primaria constituye una estrategia sencilla pero eficaz para acercar la microbiología a la infancia. Apostar por el juego como vehículo de aprendizaje no solo favorece la comprensión de conceptos básicos, sino que siembra las bases de una ciudadanía más informada, crítica y consciente de la importancia de los microorganismos en la salud humana.



# Si sabes ciencia, compártela: tres sesgos de la sociedad sobre la microbiología

HUGO MORGADO<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigación Hospital Universitario 12 de Octubre (I+12). Área 7: Enfermedades Infecciosas y SIDA, Grupo de Virología y VIH-SIDA, Madrid, España.

<sup>2</sup>Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid, Programa de Doctorado en Microbiología y Parasitología, Madrid, España.

✉ [hmorgado.imas12@h12o.es](mailto:hmorgado.imas12@h12o.es)

Según la Ley 14/2011 de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, las instituciones públicas con actividad científica tienen el deber de hacer difusión de los resultados de dicha actividad. Si bien los investigadores no tenemos explícitamente ese deber individual a nivel legal, sí deberíamos sentir la obligación profesional y ética de compartir aquello que conocemos y aquello que vamos descubriendo.

En el pasado año, saqué adelante de forma independiente un par de charlas divulgativas sobre microbiología, dirigidas al alumnado de últimos cursos de ESO y bachillerato. A raíz de esta experiencia, me di cuenta de que existen “lagunas” o “sesgos” cuando las personas fuera del ámbito científico piensan en microbiología. Además, también percibo estos sesgos cuando hablo con familiares y amigos fuera del ámbito microbiológico. A continuación, expongo tres sesgos que, desde mi perspectiva como microbiólogo especializado en virología y estudiante de psicología, considero especialmente peligrosos por su impacto en la salud pública y el prestigio científico:

El primero consiste en asignar juicios de valor a los microorganismos, dado que las personas tendemos a simplificar el entorno mediante categorías morales de “bueno” y “malo”. En este contexto, puede introducirse el término “microbiofobia”, no entendido como una fobia clínica, sino como una predisposición no patológica a asociar los microorganismos con un carácter exclusivamente dañino. Esta percepción está lejos de la realidad biológica. La divulgación científica y el conocimiento juegan aquí un papel fundamental, tal y como señalan Robinson *et al.* (2021), quie-

nes observan que un mayor conocimiento del mundo microbiano se asocia con actitudes más equilibradas hacia los microorganismos. El impacto de este sesgo se ve reflejado en la relación que establecemos con el entorno. En este sentido, la llamada Hipótesis de la Higiene sugiere que una menor exposición a los microorganismos en edades tempranas del desarrollo podría aumentar la predisposición a padecer patologías autoinmunes, mientras que un contacto natural con el ambiente combinado con prácticas higiénicas adecuadas contribuye a un desarrollo inmunológico más equilibrado. Seguramente, este sesgo pudiera ser paliado, en parte, si empleamos términos como “microbiota”, en lugar de “flora”, o si hablamos de cómo sucede la fermentación de productos lácteos o alcohólicos e introducimos en el discurso a microorganismos como *Lactobacillus*, *Mycobacterium vaccae* o *Saccharomyces cerevisiae*, y no nos quedamos únicamente de *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* o *Pseudomonas aeruginosa*.

En la línea de este primer sesgo, e introduciendo el segundo, podemos afirmar que la visión de lo “bueno” y lo “malo” cambia radicalmente si metemos por medio a los virus. Si el conocimiento social de las bacterias y levaduras es relativamente bajo, mi experiencia me sugiere que cuando hablamos de virus las nociones son mucho menos exactas. Tras explicar qué es un virus en una de las charlas una persona me preguntó: “¿y si somos capaces de hacer que un virus solamente infecte células tumorales?” Esto sugiere que basta un conocimiento básico para estimular la creatividad y expandirlo. Por eso, tener nociones básicas sobre microbiología permite entender la naturaleza más allá de los

juicios de valor, e incluso ser capaz de imaginar escenarios en los que lo que parece perjudicial a priori puede ser beneficioso. Ejemplos de esto son la fagoterapia; la coevolución con virus que nos han otorgado, por ejemplo, la sincitina; el empleo de virus oncolíticos o la terapia génica; así como el diseño vacunal.

El tercer sesgo, elegido entre muchos otros por su impacto directo en la salud pública, es el desconocimiento sobre los antibióticos. Desde un punto de vista ecológico, en sentido estricto, los antibióticos son sustancias naturales producidas por los microorganismos capaces frenar el crecimiento o destruir a otros microorganismos. En una definición más clínica, podemos describirlos como sustancias de origen natural, semisintético o sintético con actividad para frenar el crecimiento de bacterias (bacteriostática) o para provocar la muerte células bacterianas (bactericida). Este último sesgo que quisiera introducir tiene dos frentes problemáticos. El primero es que, tal y como hemos definido a los antibióticos en esta última acepción, son sustancias con actividad antibacteriana, por lo que no se les presupone un efecto sobre infecciones virales, fúngicas o parasitarias, aunque la definición en términos ecológicos no especificara su única actividad contra bacterias. Aquí encontramos la primera trampa, ya que existen moléculas que históricamente se han clasificado como antibióticos, pero que en la práctica real son activas frente a otros microorganismos, como la anfotericina B, uno de los principales antifúngicos. Otra trampa habitual surge cuando algunas personas afirman: “me tomo el antibiótico porque cuando he tenido un resfriado me lo han mandado también”. Esto es importante

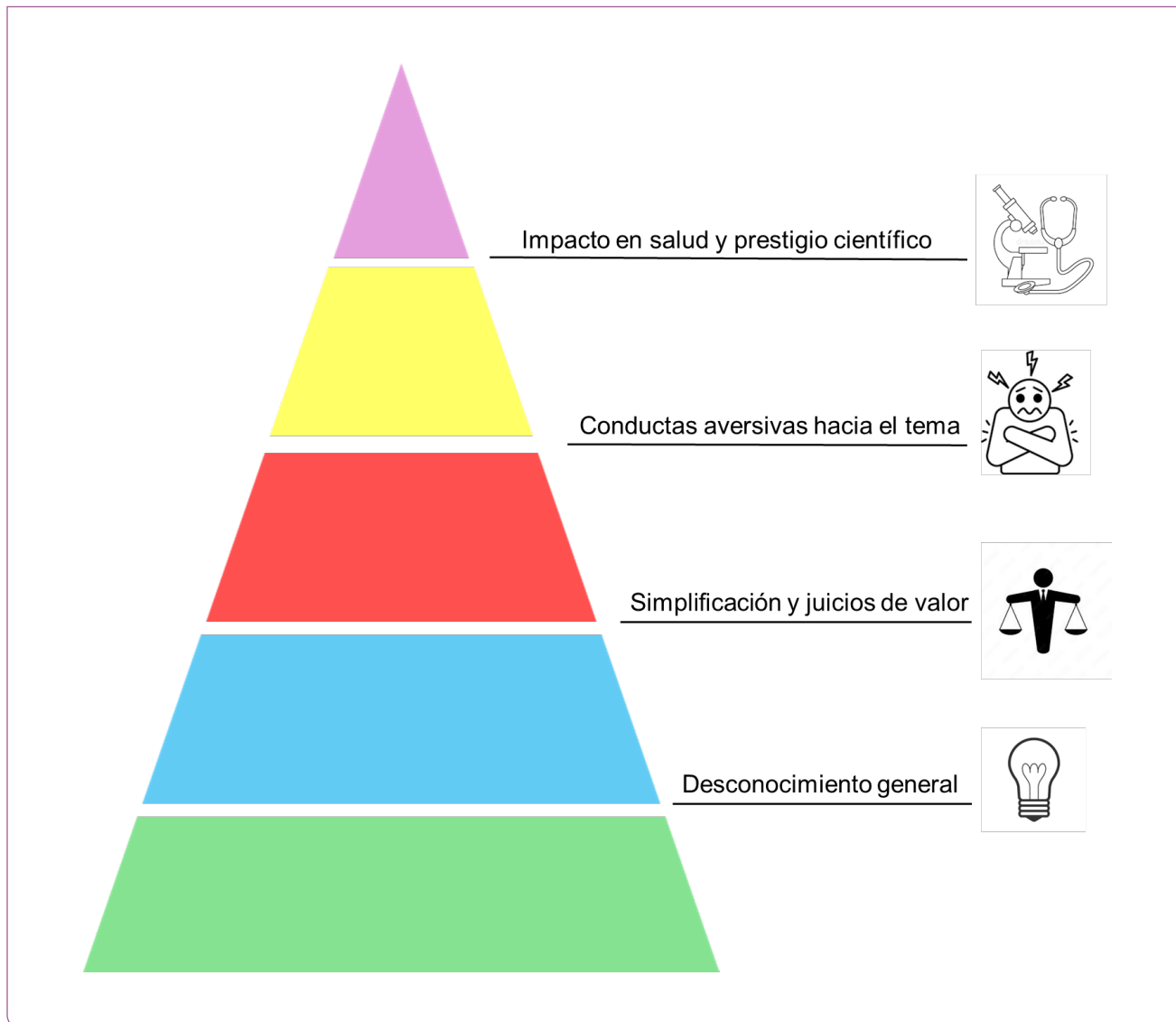


Figura 1. Esquema piramidal de los factores cognitivos fundamentales que llevan a los sesgos tratados en el texto.

matizarlo, ya que, aunque en España la dispensación de antibióticos en farmacias está sujeta a prescripción médica, su uso en infecciones virales como el resfriado no está indicado, salvo en casos concretos en los que exista sospecha o evidencia de una sobreinfección bacteriana asociada. Sin embargo, en ausencia de una explicación adecuada, a efectos prácticos puede dar la sensación de que se receta el antibiótico para el propio resfriado. Por último, es importante dar a conocer el efecto que tiene el uso indiscriminado de antibióticos en situaciones que no lo requieren en la salud comunitaria. De ahí surge parte del sesgo: se tiende a pensar que las resistencias antibióticas afectan únicamente a una persona, cuando en realidad las bacterias

resistentes pueden transmitirse y afectar a individuos que quizá no han hecho un uso inadecuado de estos fármacos.

En resumen, existen múltiples tendencias erróneas a considerar acerca de la microbiología que ponen en riesgo lo que se comentaba al inicio del artículo: la salud global y el prestigio científico. En la Figura 1 se recogen por otro lado los factores cognitivos que, a mi parecer, suceden en población no especializada que permiten la existencia de estos tres sesgos, con un efecto acumulativo que va desde el desconocimiento del ámbito hasta el impacto en la salud y el prestigio científico. Espero con todo esto, haber dado algunos puntos a los que atacar la próxima vez que hables

con familiares y amigos fuera del ámbito. ¡Recuerda compartir lo que sabes, y que la desinformación se combate con información de calidad!

## Referencia

Robinson, J.M., Cameron, R. and Jorgensen, A. (2021). Germaphobia! Does Our Relationship With and Knowledge of Biodiversity Affect Our Attitudes Toward Microbes?n Front. Psychol. 12:678752. doi: 10.3389/fpsyg.2021.678752.

# Resolver un brote para aprender microbiología: un Escape Room en el aula universitaria

RUBÉN SALVADOR-CLAVELL, MARÍA LÓPEZ, HÉCTOR CARMONA-SALIDO, CARMEN AMARO

Instituto de Biotecnología y Biomedicina (BIOTECMED), Universitat de València, España.

✉ [ruben.salvador@uv.es](mailto:ruben.salvador@uv.es) | [carmen.amaro@uv.es](mailto:carmen.amaro@uv.es)

“En esencia, hay dos tipos de docentes: los que actúan como si su clase fuera una granja, y los que lo hacen como si fuera un jardín.”

— Dino Salinas, profesor de Didáctica en la Universitat de València.

En las aulas universitarias actuales, uno de los grandes retos no es solo enseñar, sino lograr que el alumnado aprenda de forma activa y significativa. Esta preocupación subyace a la reflexión expresada en la cita anterior, que permite diferenciar dos actitudes dentro del colectivo docente universitario: por un lado, quienes acuden a clase y se limitan a exponer su temario, y por otro, quienes se esfuerzan por mejorar, actualizarse e implementar herramientas didácticas que faciliten un aprendizaje más profundo. En el marco del Espacio Europeo de Educación Superior, la búsqueda de estrategias pedagógicas que trasciendan la lección magistral y fomenten un aprendizaje verdaderamente activo se ha convertido, por ello, en una prioridad para la comunidad universitaria.

En este contexto, la gamificación se ha consolidado como una estrategia de aprendizaje activo que utiliza elementos lúdicos para potenciar el rendimiento y la motivación académica, más allá del simple entretenimiento (González-de la Torre *et al.*, 2024). Esta metodología aporta beneficios cognitivos y favorece la resolución de problemas en entornos simulados y seguros. Su auge refleja la transformación de la educación superior, impulsada por las nuevas tecnologías, hacia un modelo centrado en el alumnado que prioriza el “aprender a aprender”. Lejos de eliminar la clase magistral, este enfoque busca complementarla, desplazando el interés desde la mera transmisión de contenidos hacia el protagonismo activo del alumnado en su proceso formativo.

Bajo esta premisa, tres de los autores planteamos la tutorización de un Trabajo Fin de Grado orientado a explorar nuevas vías de innovación docente mediante el diseño y validación de un *Escape Room Educativo* (ERE) como herramienta de evaluación sumativa. Este trabajo, desarrollado por María López, fue concebido no como una mera actividad lúdica, sino como una experiencia didáctica inmersiva que transformó los contenidos prácticos de la asignatura de Patogénesis Microbiana del Grado en Bioquímica y Ciencias Biomédicas de la Universitat de València en un escenario narrativo exigente, donde la tensión del juego y el rigor científico se entrelazaron para poner a prueba las competencias adquiridas por el alumnado.

## ¿Por qué un *Escape Room Educativo*?

El ERE se ha consolidado como una alternativa pedagógica innovadora capaz de responder a las demandas formativas de las nuevas generaciones. A diferencia de los ER de carácter recreativo, este formato integra contenidos curriculares en enigmas y desafíos que el alumnado debe resolver de manera colaborativa y en un tiempo limitado. Se trata de una metodología híbrida que combina de forma eficaz la gamificación, a través de dinámicas lúdicas y sistemas de recompensa, con el aprendizaje basado en problemas, al plantear retos que requieren la aplicación práctica de conocimientos previamente adquiridos (López-Pernas *et al.*, 2019). De este modo, el aula se transforma en un entorno activo en el que el aprendizaje se construye a partir de la resolución cooperativa de situaciones complejas.

En este contexto, el trabajo se diseñó bajo el formato de ERE, permitiendo la participación simultánea de varios equipos enfrentados a una amenaza biológica real: un brote causado por *Vibrio vulnificus*, un patógeno acuático emergente de gran relevancia en

salud pública humana y animal. Mediante una narrativa audiovisual envolvente, el alumnado dejó de ser un receptor pasivo de información para asumir el papel de investigadores responsables de la gestión de la crisis sanitaria. Para avanzar en la resolución del caso, los y las participantes debían superar una secuencia de enigmas cuidadosamente diseñados a partir de situaciones reales de laboratorio, previamente trabajadas en las sesiones prácticas de la asignatura. El éxito de la misión dependía, en última instancia, de su capacidad para integrar de forma coherente los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos.

## ➤ Estructura y diseño del juego

La metodología del ERE se basó en una estructura lineal y secuencial, en la que la resolución de cada enigma permitía avanzar al siguiente. Esta elección facilitó que los equipos concentraran sus esfuerzos en un único desafío, promoviendo una colaboración equilibrada y el pensamiento crítico, y permitió además al docente monitorizar el progreso del alumnado y la trazabilidad del aprendizaje.

Se diseñaron seis desafíos principales, organizados en cuatro bloques conceptuales y con una duración aproximada de seis minutos cada uno, lo que dio lugar a un tiempo total de juego de entre 30 y 36 minutos, incluyendo un margen de seguridad para imprevistos. Las pruebas se elaboraron a partir del contenido práctico de la asignatura, buscando un equilibrio entre el rigor académico necesario para la evaluación y el dinamismo propio de la gamificación.

Los desafíos recorrieron el ciclo completo del estudio microbiológico de *V. vulnificus* que se realiza en las prácticas de laboratorio. Tras una breve contextualización del problema sanitario, el **Bloque I** abordó el

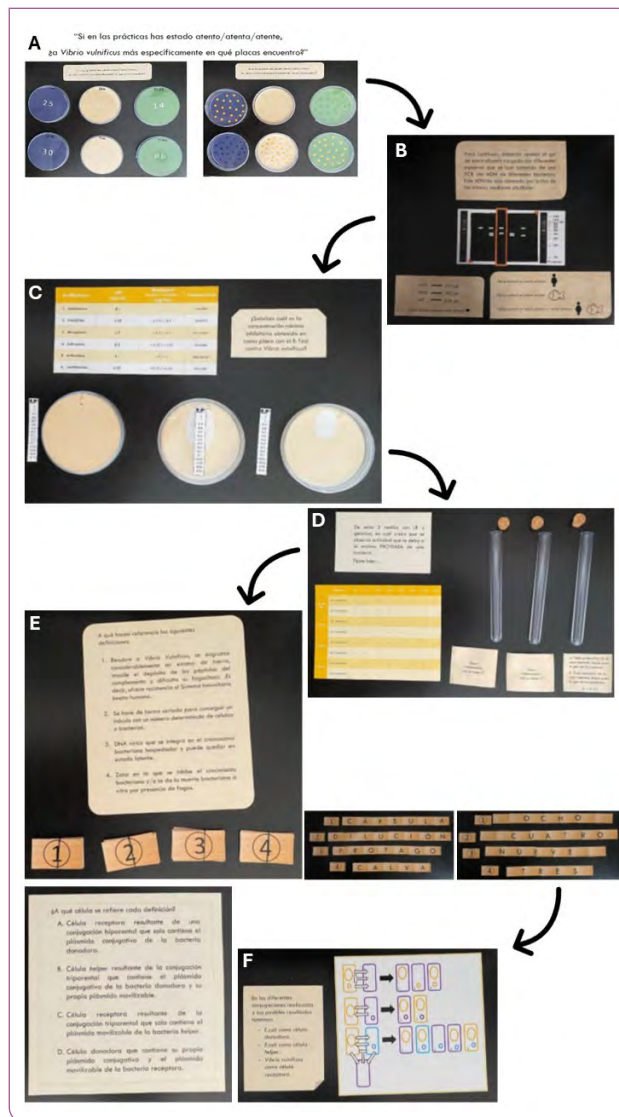
aislamiento del agente causal del brote a partir de muestras clínicas y ambientales así como su identificación fenotípica mediante la interpretación de ilustraciones que reproducían colonias aisladas sobre medio selectivo y diferencial y los resultados de una batería de pruebas bioquímicas. El **Bloque II** se centró en la identificación y tipificación genética del agente patógeno a partir de esquemas de resultados de una PCR múltiple que permite la identificación de la especie y la discriminación de los aislados peligrosos en Salud Pública. En el **Bloque III**, dedicado al control del brote y al análisis del grado de la virulencia del agente patógeno, el alumnado analizó ilustraciones de antibiogramas y de resultados de ensayos relacionados con la producción de factores de virulencia y de resistencia al efecto bactericida del suero humano. Finalmente, el **Bloque IV** abordó el análisis de la transferencia genética horizontal mediante la interpretación de ilustraciones de experimentos de conjugación triparental y de detección de fagos, en el contexto de la generación de variabilidad genética y su relevancia evolutiva. Parte del material empleado se muestra en la Figura 1.

➤ ¿Juego o aprendizaje... o ambos?

Más allá de la consolidación de conceptos microbiológicos, como los factores de virulencia o la transferencia genética horizontal, la experiencia puso de manifiesto el potencial de la gamificación para activar competencias transversales esenciales que, con frecuencia, quedan diluidas en la docencia basada en la clase magistral. La actividad fue vivida por el alumnado como una experiencia dinámica y motivadora, en la que todos los equipos lograron resolver con éxito los desafíos planteados.

Los resultados de la metodología aplicada mostraron que la presión del tiempo y la interdependencia de las pruebas fomentaron de manera natural el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y una comunicación efectiva en situaciones de estrés. La elevada implicación del alumnado y la excelente valoración de la actividad sugieren que este modelo no solo constituye una vía eficaz para la evaluación de contenidos complejos, sino también una estrategia sostenible y fácilmente replicable, lo que nos animó a plantear su implementación en cursos sucesivos. En definitiva, este proyecto demuestra que, cuando el aula se transforma en un laboratorio de "supervivencia", la motivación aumenta y el aprendizaje adquiere un significado más

**Figura 1. Sucesión de las pruebas desarrolladas durante el Escape Room Educativo.** A: Primera prueba que consiste en la identificación de las placas de medio selectivo y diferencial usadas para el aislamiento de *V. vulnificus* con su crecimiento característico. B: Prueba de corroboración mediante PCR multiplex, donde se analiza la peligrosidad en salud pública animal o humana. C: Epsilometría para el análisis de la concentración mínima inhibitoria del patógeno aislado. D: Ensayo enzimático para estudiar la capacidad hidrolítica de la gelatina por parte del aislado. E: Cuatro preguntas relacionadas con aspectos de las prácticas o características del patógeno a las que el alumnado deberá responder. F: Prueba final en la que se demuestran los conocimientos adquiridos sobre conjugación triparental.



profundo, confirmando que la innovación docente es una aliada indispensable para la formación de los científicos y científicas del futuro.

**Agradecimientos**

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto PID2024-162627OB-I00, financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (MICIU), la Agencia Estatal de Investigación (AEI/10.13039/501100011033) y FEDER, Unión Europea, así como por el proyecto CIAICO/2024/236, financiado por la Conselleria de Educación, Cultura y Universidades (Generalitat Valenciana).

Especial agradecimiento al alumnado de la asignatura de Patogénesis Microbiana del Grado en Bioquímica y Ciencias Biomédicas de la Universitat de València,

curso 2024-25, por su participación e implicación en la mejora de nuestra labor docente.

**Bibliografía**

González-de la Torre, H., Hernández-De Luis, M.N., Mies-Padilla, S., Camacho-Bejarano, R., Verdú-Soriano, J., Rodríguez-Suárez, C.A. (2024). Effectiveness of "Escape Room" Educational Technology in Nurses' Education: A Systematic Review. *Nurs Rep.*;14(2):1193-1211. <https://doi.org/10.3390/nursrep14020091>

López-Pernas, S., Gordillo, A., Barra, E. & Quemada, J. (2019). Examining the use of an educational escape room for teaching programming in a higher education setting. *IEEE Access*; 7, 31723-31737. <https://doi.org/10.1109/access.2019.2902976>

# Microbiología de los Alimentos y del Medio Ambiente en Jaén

**MAGDALENA MARTÍNEZ CAÑAMERO, ANTONIO COBO MOLINOS\*, ANTONIO GÁLVEZ, M<sup>a</sup> JOSÉ GRANDE BURGOS, ROSARIO LUCAS LÓPEZ, ELENA ORTEGA MORENTE, RUBÉN PÉREZ PULIDO**

Área de Microbiología. Departamento de Ciencias de la Salud. Universidad de Jaén, España.

\*Dirección actual: Departamento de Microbiología. Universidad de Granada, España.

✉ [canamero@ujaen.es](mailto:canamero@ujaen.es)



**Figura 1.** Los miembros del grupo de investigación con alumnos y colaboradores en la cena de clausura del XXX Congreso de la Sociedad Española de Microbiología.

Nuestro equipo de investigación se consolidó justo después del cambio de siglo cuando profesores de diferentes orígenes y formaciones coincidimos en la entonces recientemente creada Universidad de Jaén (UJA). Durante 25 años hemos impartido distintas asignaturas del área de Micro-

biología en diferentes grados de Ciencias (Biología, Química y CC Ambientales) así como de Ciencias de la Salud (Enfermería y en un futuro próximo también en la ahora incorporada Medicina) y en diversos másteres, con especial dedicación al máster “Avances en Seguridad de los Alimentos”,

donde nuestra área supone uno de los tres pilares (Microbiología, Nutrición y Química Analítica) y el 50% de los créditos. Hemos participado de manera continuada en proyectos de innovación docente liderados sucesivamente por alguno de nosotros y hemos participado en iniciativas interna-

cionales de docencia, impartiendo una asignatura en inglés durante ya catorce años o formando parte de una iniciativa experimental de Aprendizaje Colaborativo Internacional Online (COIL, por sus siglas en inglés).

El grupo ha estado siempre muy implicado en la divulgación del conocimiento y a través de los años ha colaborado activamente con la Unidad de Cultura Científica de la UJA, en programas como el Café con Ciencia, Semana de la Ciencia, el Día de la Mujer y la Niña en la Ciencia, Escuela de la Ciencia, la Noche de los Investigadores, Hypatia, Explora-IES y, muy especialmente, liderando en Jaén la iniciativa MicroMundo desde sus inicios, todo ello dentro del Plan de Divulgación Científica y de la Innovación de la UJA (financiado por FECYT, Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades). En estos talleres los alumnos planifican experimentos, los realizan e interpretan los resultados.

En este tiempo hemos aprendido a solventar problemas específicos de nuestro entorno. La UJA tiene una relación muy estrecha con todos los núcleos urbanos de la provincia y nuestra vocación ha sido siempre llevar nuestros talleres por toda la geografía jiennense. Sin embargo, esto no ha sido fácil debido a la amplitud del territorio y a la dificultad de acceso de determinadas poblaciones de las sierras de la provincia. Esta dificultad se ve acentuada en aquellos talleres que requieren varios días, con repetidos viajes al centro educativo, lo que irremisiblemente conlleva un desequilibrio entre los municipios de fácil acceso y aquellos más distantes. Sin embargo, con la llegada del estado de alarma y la reinención online de la divulgación, uno de los resultados más inesperados fue que todos los centros, estuvieran en la capital o a tres horas de viaje en coche, tenían la misma probabilidad de estar en nuestros talleres, a un mismo *click* de distancia. Esto nos ha permitido combinar la presencialidad con la divulgación por videoconferencia para poder llegar a todos los centros educativos.

Otro desarrollo experimental que hemos llevado a cabo para su aplicación en talleres lejos de nuestros laboratorios ha sido

la elaboración de material didáctico de temática microbiológica, inocuo y fácil de transportar. La enseñanza de la Microbiología requiere tradicionalmente un entorno experimental que no siempre está disponible. Las limitaciones derivadas de la falta de laboratorios, las restricciones sanitarias o la imposibilidad de manipular material biológico en determinados contextos educativos evidenciaban la necesidad de replantear las metodologías docentes, resultando imprescindible garantizar una formación práctica accesible, segura e inclusiva. Esto nos llevó a colaborar con la empresa Xcience Designs para el desarrollo de material como, por ejemplo, réplicas simuladas de cultivos microbianos mediante placas Petri de jabón que semejan cultivos de distintas especies bacterianas. Este material no sólo nos ha ayudado en nuestros objetivos, sino que se ha convertido en uno de los productos de más éxito de la empresa.

Finalmente, nuestro grupo ha tenido el honor de participar en diversas actividades de la Sociedad Española de Microbiología. Tras la XX edición del Curso de Iniciación a la Investigación en Microbiología (CINIM) en Jaén en 2016, hemos colaborado en la organización de la XXVIII edición en Baeza en 2025. Hemos organizado el XXII Congreso del Grupo Especializado de Microbiología de los Alimentos en 2022, tras ser anulado por la alarma sanitaria en 2020, poco tiempo antes de su celebración. Más recientemente, en junio de 2025, albergamos en Jaén el XXX Congreso de la SEM, que fue un gran reto para nuestro grupo y que abordamos con mucho esfuerzo pero con una mayor satisfacción.

Los últimos seis años desde el anterior especial de D+DM han sido enormemente intensos para toda la sociedad, pero aún más para la docencia y divulgación de la Microbiología, con una pandemia viral, las post-verdades de las redes sociales o el desarrollo exponencial de la inteligencia artificial, y sin duda alguna todo ello va a seguir proyectándose en el futuro inmediato. A pesar de ello nuestro equipo cuenta con experiencia acumulada y, sobre todo, con nuevas generaciones brillantes que nos hacen afrontar con gran ilusión los próximos años hasta el siguiente número del Grupo Especializado.

## Bibliografía

**Grande, M.J., Gálvez, A., Lucas, R., Martínez-Cañamero, M., Ortega, E., Iglesias, B., Mena, L., Rodríguez, J., Andújar, N., Cobo, A., Cruz, D., Pérez, R.** (2022) Elaboración de material didáctico e innovador para la docencia de Microbiología fuera del laboratorio. En: Microbiología más allá de la covid-19. V Reunión del Grupo de Docencia y Difusión de la Sociedad Española de Microbiología, p. 33.

**Lucas, R., Grande, M.J., Martínez, M., Rodríguez, J., García, H.L., Cobo, A., Ortega, E., Gálvez, A., Pérez, R.** (2025) Difusión de la Microbiología de los Alimentos a la provincia de Jaén. En: XXX Congreso de la Sociedad Española de Microbiología, Libro de Resúmenes, p. 94.

**Martínez Cañamero, M., Andújar Tenorio, N., Cobo Molinos, A., Gálvez, A., Grande Burgos, M.J., Iglesias Valenzuela, M.B., Mena Ordóñez, L., Ortega Morente, E., Pérez Pulido, R., Rodríguez López, J., Lucas López, R.** (2021) De cómo una situación docente excepcional abrió puertas para la divulgación científica en la España vaciada. En: XXVIII Congreso de la Sociedad Española de Microbiología, Libro de Resúmenes, p. 546.

**Velasco López, J., Lucas López, R., Andújar Tenorio, R., Cobo Molinos, A., Grande Burgos, M.J., Ortega Morente, E., Pérez Pulido, R., Gálvez del Postigo, Ruiz A., Martínez Cañamero, M.** (2025) MicroMundo en tierras de olivares: Nuevas actualizaciones. En: XXX Congreso de la Sociedad Española de Microbiología, Libro de Resúmenes, p. 97.

.....

# Acercando el mundo microbiano a la Sociedad: nuestros primeros tres años de divulgación en la Semana de la Ciencia de la UCM

VICTORIA MASCARAQUE, CARMEN GARCÍA-DURÁN, ANA BORRAJO, ASQUENA AGUILAR, MARINA REBOLLO, JULIO JESÚS ESTRADA-VALBUENA, RAQUEL MARTÍNEZ-LÓPEZ

Departamento de Microbiología y Parasitología. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid, España.

✉ [vmascara@ucm.es](mailto:vmascara@ucm.es) | [raquelml@ucm.es](mailto:raquelml@ucm.es)

🌐 <https://www.ucm.es/candida>  
<https://x.com/microU1UCM>  
[https://www.instagram.com/candida\\_micro\\_UCM](https://www.instagram.com/candida_micro_UCM)

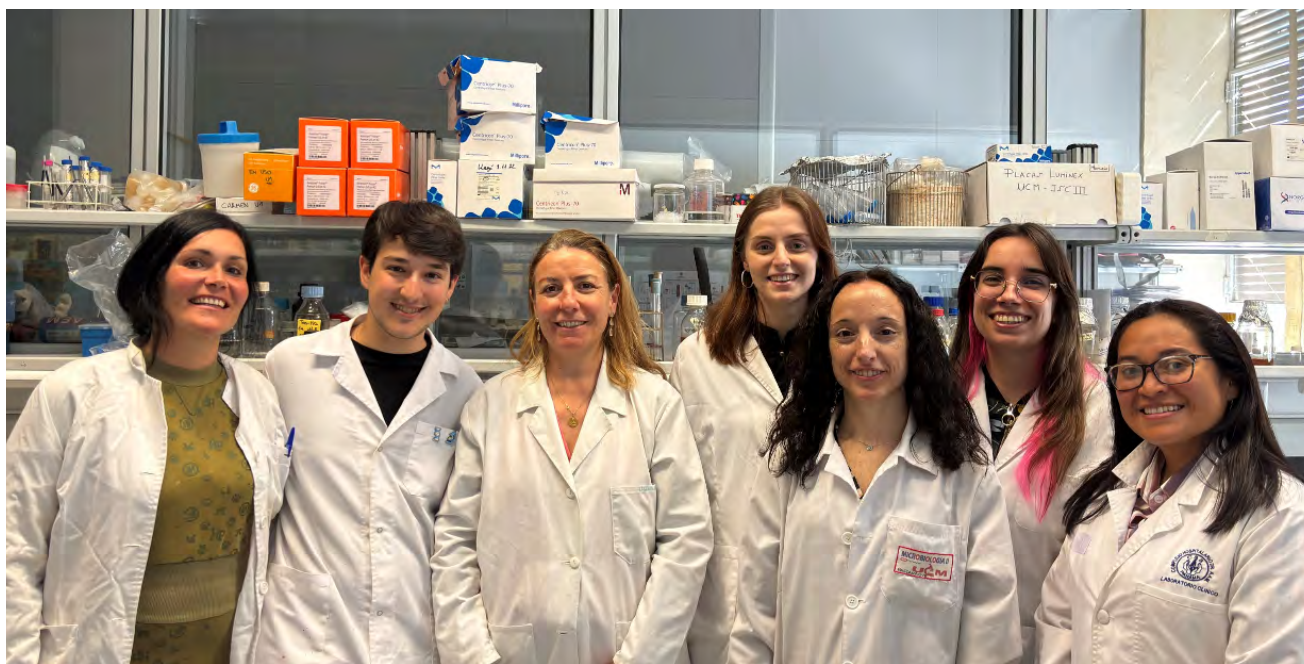


Foto de grupo. Miembros actuales del grupo que participamos en la Semana de la Ciencia.

¿Alguna vez te has preguntado quiénes habitan en tu boca? ¿O qué hongos invisibles te rodean a diario? Con estas preguntas comenzábamos nuestros talleres en la Semana de la Ciencia y la Innovación, con el objetivo de despertar la curiosidad de los participantes más jóvenes (y no tan jóvenes) y abrir la puerta a un viaje microscópico hacia un mundo que, aunque invisible al ojo humano, forma parte de nuestro día a día.

En los últimos años, nuestro grupo de investigación “Interacción microorganis-

mo-hospedador. Proteómica de la microbiota humana” ha desarrollado diversas actividades de divulgación científica con una clara finalidad: acercar la Microbiología a la Sociedad y, en especial, a las generaciones más jóvenes. Consideramos que la Universidad no solo debe generar conocimiento sino también compartirlo de forma activa, fomentando una curiosidad científica y despertando vocaciones en este ámbito, tan necesarias para poder hacer frente a los desafíos y retos futuros que puedan comprometer la Salud Pública.

En este contexto, llevamos tres años (2023-2025) participando en la Semana de la Ciencia de la Universidad Complutense de Madrid, una iniciativa clave para la conexión entre la comunidad científica y la ciudadanía. En estos años, hemos diseñado y llevado a cabo talleres presenciales en los que los participantes tienen la oportunidad de convertirse en científicos por un día.

El primer año, con el objetivo de evaluar la acogida del taller propuesto en la Sociedad y, nuestra capacidad para gestionar la



Asistentes a la actividad de la Semana de la Ciencia (2024).

presencia de público no universitario en los laboratorios de la Facultad, organizamos “grupos piloto” restringiendo la participación a núcleos familiares y personas adultas.

Dado el éxito de convocatoria que tuvimos, las solicitudes recibidas de distintos centros de enseñanza y la satisfacción que nos supuso el interés y la destreza mostrados por los participantes, los años siguientes decidimos ampliar la participación a estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. ¡Y no nos equivocamos!

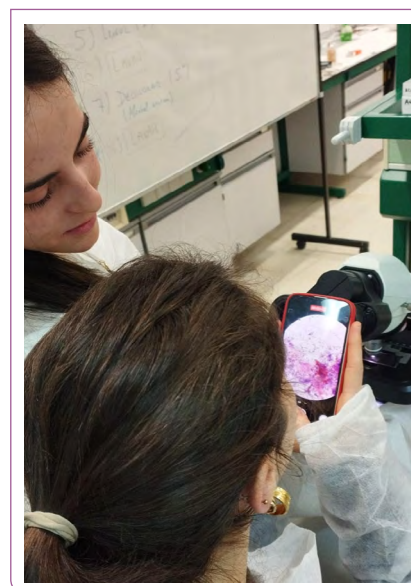
A lo largo de las tres ediciones han participado 15 centros educativos, con un total de más de 200 participantes entre estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y público general. Dentro de estos últimos cabe destacar la participación de algunas familias, lo que nos ha permitido crear espacios intergeneracionales en los que hijos y padres han compartido su tiempo y han disfrutado juntos de esta experiencia científica.

En la actividad que les proponemos combinamos el estudio de microorganismos de la cavidad oral con el análisis de los hongos presentes en el ambiente. Para ello, los participantes toman muestras de sarro dental de su propia boca y realizan una tinción de Gram y tinción negativa con

Tinta China, observando el resultado, posteriormente, al microscopio. Teniendo en cuenta que, para algunos de ellos, es la primera vez que pueden visualizar microorganismos, la emoción que les genera y que nos transmiten, es inmensa. Por otra parte, incorporamos un enfoque de ciencia participativa puesto que repartimos previamente placas Petri con medio de cultivo a algunos de los participantes, para que puedan estudiar los hongos del ambiente que ellos seleccionen. El día del taller les enseñamos a “atrapar” los hongos del medio de cultivo utilizando cinta adhesiva y a visualizarlos en el microscopio mediante tinción con azul de lactofenol.

Con todo ello, conseguimos que los participantes puedan descubrir, por ellos mismos y de manera directa, un universo invisible a simple vista, además de comprender mejor la importancia que tiene el mundo microbiano en nuestro entorno cotidiano. En estos talleres incorporamos también la fotografía microscópica como herramienta divulgativa. ¡Es toda una experiencia ver a los más jóvenes enseñar a los adultos a hacer fotografías con el móvil y así “capturar” los microorganismos que están observando!

Estos primeros años de participación en la Semana de la Ciencia han sido, por tanto, muy gratificantes para todos nosotros. Hemos sido capaces de acercar la Micro-



“Fotografía microscópica” como herramienta divulgativa.

biología a jóvenes y adultos de nuestra Sociedad, que se han involucrado, han aprendido y disfrutado. Sin lugar a duda, continuaremos participando en las futuras ediciones con este y otros talleres, divulgando Ciencia e implicando a la ciudadanía.

# Microbiología para Ciencias de la Salud y Ambientales en niveles no universitarios

MARÍA TERESA TEJEDOR-JUNCO<sup>a</sup>, MARGARITA GONZÁLEZ-MARTÍN<sup>a</sup>, MILAGROS TORRES-GARCÍA<sup>b</sup>, VANESSA MENDOZA GRIMÓN<sup>c</sup>, ISABEL MARRERO ARENCIBIA<sup>d</sup>, JOSÉ LUIS MARTÍN-BARRASA<sup>c</sup>, LAURA ARRIBAS RUSCADELLA<sup>a</sup>, GILBERTO BETANCOR QUINTANA<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Dpto. Ciencias Clínicas; <sup>b</sup>Dpto. Didácticas Específicas; <sup>c</sup>Dpto. Patología Animal, Producción Animal, Bromatología y Tecnología de los Alimentos; <sup>d</sup>Dpto. Bioquímica, Biología Molecular, Fisiología e Inmunología. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.

✉ [maria.teresa.tejedor@ulpgc.es](mailto:maria.teresa.tejedor@ulpgc.es)

El Grupo de Innovación Educativa (GIE) “Biología para Ciencias de la Salud y Ambientales en niveles no universitarios” de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria está constituido por profesoras y profesores de diferentes áreas y departamentos. Entre ellas se encuentra la de Microbiología (Departamento de Ciencias Clínicas), a la que pertenecen las profesoras Margarita González Martín y María Teresa Tejedor Junco, que a su vez son miembros del grupo “Docencia y Difusión de la Microbiología” de la SEM.

En los últimos años, nuestro GIE ha desarrollado dos Proyectos de Innovación Educativa (PIE), orientados a acercar la Microbiología a estudiantes de niveles preuniversitarios.

En 2020 nos concedieron el PIE “Creación de material educativo y divulgativo sobre uso apropiado de antibióticos para su utilización en diversas asignaturas de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato”. En este proyecto, analizamos los currículos de las asignaturas para valorar en qué apartados se podrían introducir actividades relacionadas con el uso adecuado de antibióticos. En colaboración con dos Institutos, con la participación de sus profesores de la asignatura de Biología, realizamos una encuesta previa a los estudiantes, para detectar las principales carencias de información. Entre ellas, destacar que casi el 60% de los encuestados pensaban que los antibióticos pueden destruir a los virus; prácticamente ningún estudiante conocía el impacto del uso de antibióticos en animales de abasto o la repercusión que puede tener la eliminación incorrecta de estos compuestos, sin llevarlos al punto SIGRE. A partir de esos datos, creamos diversos materiales educativos (Figura 1), tales

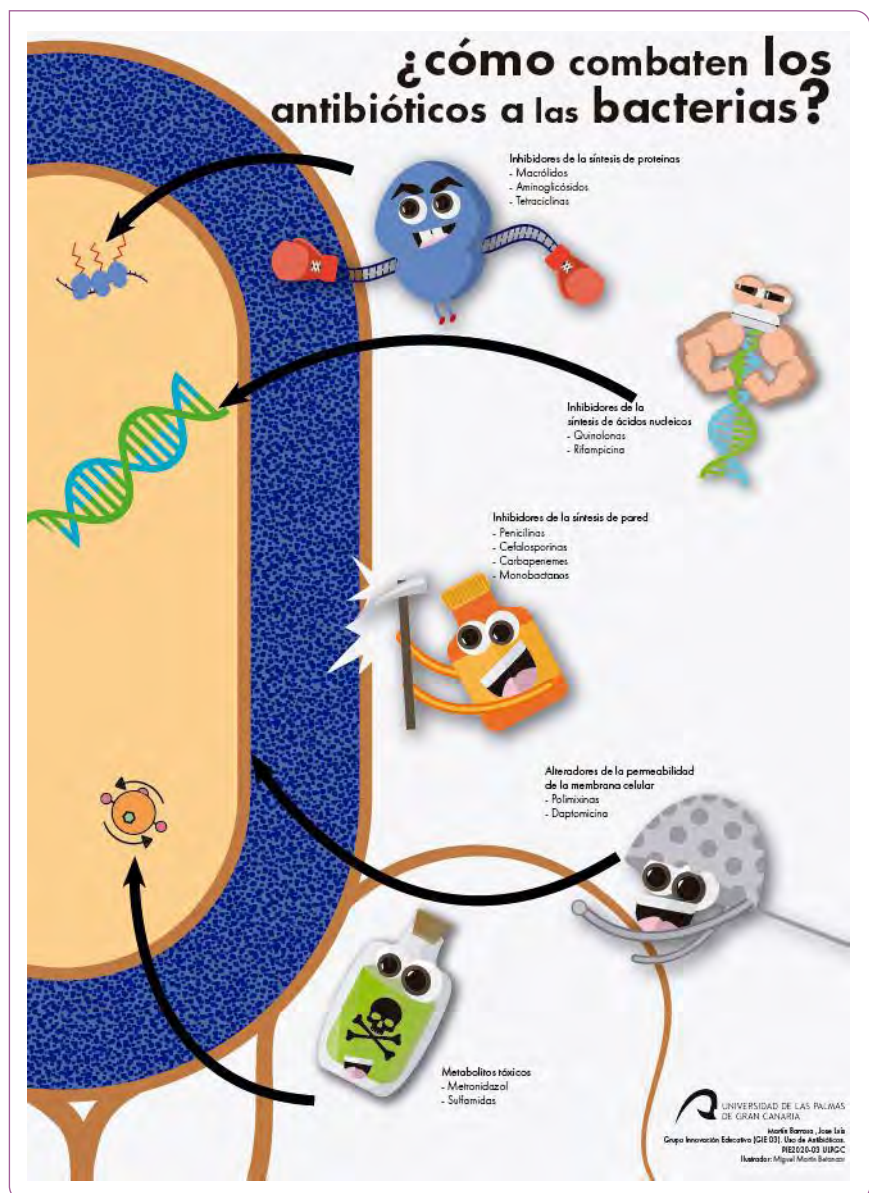


Figura 1. Una de las Infografías creadas para el PIE “Creación de material educativo y divulgativo sobre uso apropiado de antibióticos para su utilización en diversas asignaturas de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato”.

como vídeos, infografías o juegos, que se utilizaron en clase para mejorar la formación en el campo citado. Posteriormente, se pasó una encuesta a fin de valorar la efectividad de la intervención educativa. Los resultados obtenidos se han difundido en publicaciones y congresos (González-Martín *et al.*, 2022; Tejedor-Junco *et al.*, 2025; Torres-García *et al.*, 2020).

Dos años más tarde, nos concedieron el PIE "Creación de material educativo y divulgativo sobre Microbiología para su utilización en tercer ciclo de Educación Primaria". En un cuestionario previo, estudiantes de 5º y 6º curso de dos colegios reflejaban una concepción negativa y limitada de los microorganismos. Nuestro objetivo era acercar la Microbiología a los alumnos, resaltando la importancia de los microorganismos más allá de su capacidad de producir enfermedades. Intentamos fundamentar curricularmente la realización de actividades relacionadas con la Microbiología y, a través de talleres, juegos y vídeos, les mostramos otras visiones. Entre otras actividades, modelamos diferentes microorganismos en plastilina, hicimos una "carrera de levaduras", vimos hasta dónde llega un estornudo, preparamos medios de cultivo "caseros" en los que sembramos muestras de su entorno y también de sus manos antes y después de lavarse, etc. (Figura 2). Se propiciaron situaciones donde el alumnado formulaba preguntas, recogía e interpretaba datos, comunicaba resultados y elaboraba informes, estableciendo nuevas relaciones entre los conceptos, nuevas preguntas y la búsqueda de nuevos datos. Tras la intervención educativa pasamos un nuevo cuestionario. Observamos que aumentaba el porcentaje de respuestas correctas acerca de cómo evitar adquirir infecciones y aprendieron que el lavado de manos, evitar contactos con personas infectadas y las vacunas son fundamentales. Pero un pequeño porcentaje seguía indicando que la musicoterapia o beber alcohol pueden evitar las infecciones. El Proyecto fue muy bien valorado en ambos centros, obteniendo una valoración global de 4,25 sobre 5. Los resultados han sido publicados en un capítulo de libro (Marrero-Arencibia *et al.*, 2025).

Otras actividades de distintos miembros de nuestro grupo han estado enfocadas en acercar la Microbiología a la sociedad en general, por ejemplo comentando noticias relacionadas con la Microbiología en periódicos, radio y televisión, así como en diversas redes sociales y plataformas.

Laura Arribas ha participado en diversas ediciones de "Pint of Science", compartiendo su conocimiento sobre virus en formato monólogo. Además, ha visitado Institutos como parte de las "Jornadas del día de la Mujer y la Niña en la Ciencia", presentando el juego interactivo "¡A la caza de virus! Detectives del micromundo", en el que, a través de estaciones de juego, dinámicas de rol y puzzles científicos, el alumnado descubre la estructura de los virus, sus mecanismos de propagación, los sistemas de detección y la respuesta del sistema inmunológico, mientras trabajan en equipo para identificar distintos virus como la gripe, el VIH-1 o el SARS-CoV-2.

María Teresa Tejedor-Junco participó en el evento "INSULA 2025" y ha colaborado con numerosas publicaciones sobre Microbiología en la plataforma de divulgación "The Conversation". (Tejedor-Junco 2021a, Tejedor-Junco 2021b, Tejedor-Junco 2022a, Tejedor-Junco 2022b).

Gilberto Betancor participó en el programa de entrevistas SerULPGC, dando a conocer en lenguaje accesible al público en general la línea de investigación principal de su laboratorio, basada en la virología molecular del VIH-1.

En definitiva, acercando la Microbiología a las aulas y a la sociedad en general hemos intentado sembrar conocimiento y pensamiento crítico para el futuro.

## Referencias

- González-Martín, M., Torres-García, M., Martín-Barrasa, J. L., Mendoza-Grimón, V., Marrero-Arencibia, I. y Tejedor-Junco, M.T.** (2022). Actitudes sobre el uso apropiado de antibióticos en estudiantes de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato. V Reunión del Grupo de Docencia y Difusión de la Microbiología. Madrid, 14 y 15 de julio de 2022.
- Marrero-Arencibia, I., Tejedor-Junco, M.T., Torres-García, M., Mendoza-Grimón, V., Martín-Barrasa, J.L. y González-Martín, M.** (2025). Creación de material educativo y divulgativo sobre Microbiología para su utilización en el Tercer Ciclo de Educación Primaria. En: Innovación Educativa en el ámbito de las TIC y las TAC Proyectos, Métodos y Herramientas para el Futuro de la Educación. Páginas 559-570. Editorial Dykinson. ISBN 979-13-7006-166-1.
- González-Martín, M., Torres-García, M., Corbera, J.A., Marrero-Arencibia, I., Mendoza-Grimón, V. y Martín Barrasa, J.L.** (2025). Knowledge about antibiotics among High-school students. Gaceta Sanitaria, 39 (S2), 709.
- Torres-García, M., González-Martín, M., Martín-Barrasa, J.L., Mendoza-Grimón, V., Marrero-Arencibia, I. y Tejedor-Junco, M.T.** (2020). Propuesta de recursos didácticos para el aprendizaje sobre el uso apropiado de antibióticos en la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. VII Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el Ámbito de las TIC y las TAC. Las Palmas de Gran Canaria, 19 y 20 de noviembre de 2020. Páginas: 49-56. ISBN 978-84-09-22254-4.



**Figura 2.** Actividades de Microbiología en el aula de educación primaria en el marco del PIE "Creación de material educativo y divulgativo sobre Microbiología para su utilización en tercer ciclo de Educación Primaria".

**Tejedor-Junco, M.T.** (2021). ¿Para qué sirven los virus?. The Conversation. <https://doi.org/10.64628/AAO.c74fxg3ah>

**Tejedor-Junco, M.T.** (2021). Virus con ADN "extraterrestre". The Conversation. <https://doi.org/10.64628/AAO.9xh9cphxr>

**Tejedor-Junco, M.T.** (2022). Proyecto COMBAT: Mitigar la pobreza en África mediante la mejora del control de enfermedades. The Conversation. <https://doi.org/10.64628/AAO.56w97yqmt>

**Tejedor-Junco, M.T.** (2022). ¿Pagaría por comer comida con mohos?. The Conversation. <https://doi.org/10.64628/AAO.w6hd5nme3>

**Tejedor-Junco, M.T., González Martín, M., Torres García, M., Corbera, J.A., Marrero-Arencibia, I., Mendoza-Grimón, V. y Martín Barrasa, J.L.** (2025). Knowledge about antibiotics among High-school students. Gaceta Sanitaria, 39 (S2), 709.

**Torres-García, M., González-Martín, M., Martín-Barrasa, J.L., Mendoza-Grimón, V., Marrero-Arencibia, I. y Tejedor-Junco, M.T.** (2020). Propuesta de recursos didácticos para el aprendizaje sobre el uso apropiado de antibióticos en la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. VII Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el Ámbito de las TIC y las TAC. Las Palmas de Gran Canaria, 19 y 20 de noviembre de 2020. Páginas: 49-56. ISBN 978-84-09-22254-4.

# Innovación Docente para mejorar la interactividad en la docencia de microbiología

**ESTER FUSTÉ<sup>1,2\*</sup>, PAULA ESPINAL<sup>1</sup>, TERESA VINUESA<sup>1</sup>, JOSEP M. SIERRA<sup>1</sup>, MARTA JORBA<sup>1,3</sup>, TANYA PEREIRA<sup>1</sup>, ENRIC LIMÓN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Laboratorio de Microbiología Molecular y Antimicrobianos, Departamento de Patología y Terapéutica Experimental, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, IDIBELL–Universidad de Barcelona, Campus Bellvitge, L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona 08907, España.

<sup>2</sup>Departamento de Enfermería de Salud Pública, Salud Mental y Materno-infantil, Facultad de Enfermería, Universidad de Barcelona, Campus Bellvitge, L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona 08907, España.

<sup>3</sup>Escuela de Podología, Departamento de Ciencias Clínicas, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, IDIBELL–Universidad de Barcelona, Campus Bellvitge, L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona 08907, España.

✉ [esterfustedominguez@ub.edu](mailto:esterfustedominguez@ub.edu)



**Foto de grupo.** De izquierda a derecha: Dra. Tanya Pereira; Dra. Ester Fusté; Dra. Teresa Vinuesa; Dr. Enrique Limón; Dr. Josep M. Sierra; Dra. Paula Espinal.

La docencia de la Microbiología en las enseñanzas de Ciencias de la Salud se encuentra en un proceso de transformación constante, impulsado por los cambios tecnológicos, las nuevas dinámicas de aprendizaje y la necesidad de incorporar competencias que permitan a los futuros profesionales interpretar, analizar y aplicar información científica en escenarios reales. La experiencia surgida del período pos-

tpandémico evidenció la importancia de disponer de recursos flexibles, dinámicos y accesibles, capaces de sostener el aprendizaje tanto en contextos presenciales como virtuales. En este marco, el equipo docente de microbiología del Campus de Bellvitge (Universidad de Barcelona) ha desarrollado diversas iniciativas con el propósito de avanzar hacia una docencia de la Microbiología más interactiva.

Una primera línea de innovación se ha centrado en la incorporación de entornos virtuales aplicados a la enseñanza de la Parasitología, área que a menudo queda relegada al final de la asignatura y que suele impartirse con limitaciones de tiempo. El proyecto ha permitido implementar un laboratorio virtual que reproduce prácticas diagnósticas mediante un simulador de un microscopio en línea, ofreciendo a los

usuarios la posibilidad de explorar preparaciones virtuales, entrenar habilidades de identificación y practicar la diferenciación de protozoos y helmintos de importancia médica. Este entorno mediante el uso de algoritmos, favorece una mayor autonomía al estudiante y le permite un avance a su propio ritmo, reforzando los contenidos mediante ejercicios interactivos y retroalimentación inmediata. La combinación de casos clínicos, que requieren toma de decisiones y elementos de gamificación ha contribuido a aumentar la motivación y a facilitar la comprensión de los procesos diagnósticos, acercando la Parasitología a la realidad asistencial desde un formato accesible y reproducible.

En paralelo, una segunda iniciativa se ha desarrollado en el ámbito de Podología, centrada en la integración del análisis bibliométrico como herramienta para fortalecer la competencia investigadora mediante la búsqueda, selección y análisis de literatura científica basado en palabras clave en bases de datos consolidadas como Scopus, Web of Science y PubMed. A través de herramientas como VOSviewer, el alumnado construye y examina mapas de coocurrencia que permiten identificar tendencias, áreas emergentes y relaciones conceptuales en ámbitos clave de la Microbiología aplicada, entre ellos microorganismos clínicamente relevantes, biopelículas, infecciones del pie y resistencia antimicrobiana. Esta metodología facilita la comprensión de la evolución del conocimiento y promueve habilidades transversales como la lectura crítica, la síntesis y la comunicación científica. La elaboración de seminarios y presentaciones breves basadas en la literatura analizada refuerza estas competencias, además de la capacidad de síntesis y comunicación

científica. Este proyecto ha permitido que el estudiantado se acerque a la Microbiología desde la investigación aplicada, consolidando la importancia del análisis crítico y de la gestión rigurosa de la información científica en la formación podológica.

La tercera iniciativa, desarrollada en el grado de Enfermería, se ha articulado mediante la creación de una Feria virtual de Microbiología, concebida como un espacio en el que el estudiantado puede integrar conocimientos teóricos y analizarlos desde una perspectiva contextualizada. A partir de una selección de noticias relacionadas con microorganismos patógenos, el estudiantado trabaja en grupos (3-4 personas) para identificar el agente implicado, describir sus características, vías de transmisión y medidas de prevención y control integrando la información obtenida tras una búsqueda de literatura científica en bases de datos especializadas. La actividad culmina con la elaboración de un póster científico y una presentación grabada, que se comparten en el campus virtual para su visualización y evaluación. Esta dinámica fomenta la reflexión crítica ante la información divulgada por los medios, potencia la comunicación clara y rigurosa y refuerza la capacidad de trabajar de manera colaborativa, una competencia fundamental en los entornos sanitarios. La actividad también ha contribuido a mejorar la participación en el aula y a incrementar el interés del estudiantado por la aplicación práctica de los contenidos microbiológicos.

A pesar de sus diferencias, estas tres iniciativas comparten principios fundamentales que permiten consolidar una estrategia docente coherente orientada a la interactividad. Todas ellas favorecen un aprendizaje centrado en el estudiante, que

se convierte en protagonista de su proceso formativo mediante la exploración, la resolución de problemas y la integración activa de conocimientos. Asimismo, incorporan recursos digitales que amplían las posibilidades de la docencia convencional, permitiendo que el aprendizaje continúe más allá del aula física. Finalmente, fortalecen la conexión con la práctica sanitaria real mediante simulaciones, análisis de literatura científica y actividades que favorecen la toma de decisiones fundamentadas.

En conjunto, estas iniciativas reflejan el compromiso del equipo docente con la modernización de la enseñanza de la Microbiología y con la creación de experiencias de aprendizaje más interactivas, flexibles y alineadas con las necesidades actuales. El trabajo futuro se orienta a ampliar la utilización de escenarios inmersivos, desarrollar herramientas de evaluación adaptativas y promover una mayor integración entre titulaciones para compartir recursos y estrategias que fortalezcan la calidad de la docencia en Microbiología.



# Integración del proyecto IMiLI (*International Microbiology Literacy Initiative*) en el grupo D+D SEM

**PATRICIA BERNAL\***, **IGNACIO BELDA**, **MARÍA FRANCISCA COLOM**, **MANUEL ESPINOSA-URGEL**, **JESSICA GIL-SERNA**, **JOSÉ ANTONIO GIL**, **CRISTINA HERENCIAS**, **PABLO LABORDA**, **BELÉN PATIÑO**, **MANUEL SÁNCHEZ-ANGULO**, **MARÍA ANTONIA SÁNCHEZ-ROMERO**, **ZULEMA UDAONDO**, **MARÍA JOSÉ VALDERRAMA** Y **JUAN LUIS RAMOS\***

<sup>1</sup>Departamento de Microbiología, Universidad de Sevilla, <sup>2</sup>Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid, <sup>3</sup>Dpto. de Producción Vegetal y Microbiología, Universidad Miguel Hernández, <sup>4</sup>Departamento de Biotecnología y Protección Ambiental, Estación Experimental del Zaidín, CSIC, <sup>5</sup>Departamento de Biología Molecular, Universidad de León, <sup>6</sup>Instituto Ramón y Cajal de Investigación Sanitaria, <sup>7</sup>Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Infecciosas (CIBERINFEC), Instituto de Salud Carlos III, <sup>8</sup>Departamento de microbiología clínica, Rigshospitalet, Copenhague, Dinamarca, <sup>9</sup>Departamento de Microbiología y Parasitología, Universidad de Sevilla, <sup>10</sup>Departamento de Biotecnología Microbiana, Centro Nacional de Biotecnología, CSIC.

✉ [juanluis.ramos@eez.csic.es](mailto:juanluis.ramos@eez.csic.es) | [pbernal@us.es](mailto:pbernal@us.es)

La biosfera de nuestro planeta alberga un vasto mundo microbiano, mayoritariamente invisible, que impulsa los procesos geoquímicos esenciales para la vida en la Tierra, e influye directamente en la salud y el bienestar de los seres vivos. A pesar de su enorme importancia, la microbiología no siempre ha estado integrada en la educación formal, ni suficientemente presente en el debate público. Sin embargo, los desafíos globales actuales en los que los microorganismos juegan un papel fundamental, como la pandemia de COVID-19, la resistencia a los antimicrobianos o el cambio climático, han puesto en evidencia la urgente necesidad de contar con una sociedad “alfabetizada” en microbiología.

Con este objetivo nació en 2019 **IMiLI** (*International Microbiology Literacy Initiative*), una iniciativa impulsada por el Prof. Kenneth Timmis (Universidad Técnica de Braunschweig, Alemania) y respaldada por cerca de mil científicos de todo el mundo. Su meta es tan sencilla como ambiciosa: lograr que la microbiología de relevancia social se enseñe en todas las escuelas del mundo, para que la ciudadanía pueda tomar decisiones informadas sobre su salud y la del planeta. Para canalizar este esfuerzo en nuestro país, hemos creado un grupo de trabajo IMiLI-SEM integrado dentro del grupo de Docencia y Difusión (D+D) de la SEM. Este equipo, liderado por Juan Luis Ramos y Patricia Bernal (presidente y miembro del Consejo de IMiLI,



respectivamente), reúne a destacados expertos y expertas nacionales en investigación, docencia y comunicación científica.

Nuestra propuesta se aleja de la microbiología académica tradicional para centrarse en una microbiología de relevancia social. Basamos nuestra estrategia pedagógica en las “3 E”: Emoción, Compromiso (*Engagement*) y Empoderamiento. El objetivo es despertar la curiosidad del alumnado a través del profesorado y los educadores para que se conviertan en “multiplicadores” del conocimiento microbiano en su entorno familiar.

Entre los principales hitos alcanzados por la iniciativa internacional, y que el grupo IMiLI-SEM está implementando y adaptando en España, destacan:

➤ **Marcos temáticos.** Más de 200 lecciones modulares agrupadas en 20 cate-

gorías, como «Nuestra comida», “El calentamiento global” o “Regalos microbianos”. Estos recursos permiten a los docentes diseñar sus propios itinerarios de aprendizaje flexibles y adaptados siempre a su entorno y al alumnado.

➤ **Galería de MicroEstrellas.** Un “salón de la fama” que dota de personalidad a los microbios para que los alumnos los recuerden mejor y disfruten entendiendo su papel vital.

➤ **Inmersión y visualización.** Promovemos el contacto directo mediante experimentos (siguiendo la estela de proyectos con gran éxito como *MicroMundo*) y excursiones que conectan la teoría con la realidad local, visitando espacios como plantas de tratamiento de agua o mercados.

Todo este material está disponible de forma gratuita en la página web del Centro Regional *IMiLI-España*. Además, gracias al excelente trabajo de Jessica Gil Serna, ya pueden encontrarse muchos de estos recursos traducidos al español en los boletines de *NoticiaSEM*, acercando así el proyecto a todos los miembros de nuestra sociedad.

Con esta iniciativa aspiramos a que la sociedad supere la “germofobia”, ofreciendo una visión equilibrada del mundo microbiano que destaque tanto sus beneficios como sus riesgos. Además, el currículo



Figura 1. Estructura modular y conceptual de la iniciativa IMiLI, que sirve de base al grupo de trabajo IMiLI-SEM para impulsar la alfabetización microbiológica en España.

de IMiLI integra los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, relacionando la microbiología con el final de la pobreza, un mundo sin hambre, buena salud y bienestar, el acceso a agua limpia y la transición verde.

Nuestro objetivo es formar ciudadanos capaces de distinguir la evidencia científica de la desinformación. Nuestros próximos pasos incluyen: i) la traducción sistemática de todos los recursos al español y la traducción al inglés de los recursos desarrollados por IMiLI-SEM; ii) la integración de recursos de calidad ya existentes y contrastados por nuestro equipo (blogs, libros y noticias de grandes referentes de la comunicación en microbiología en español); iii) el desarrollo de una infraestructura digital con videos de expediciones y juegos interactivos; iv) la puesta en marcha de un equipo de mentores para acompañar a los profesores y aprender de ellos en la preparación del material para el aula; y v) el desarrollo de una red de contactos con colegios en todo el territorio nacional.

### ¿Te unes?

Queremos que el conocimiento de este mundo invisible deje de ser exclusivo y se convierta en un patrimonio compartido por toda la sociedad. Si quieres formar parte como voluntaria o voluntario, escríbenos y cuéntanos qué te motiva y cuál es tu disponibilidad. Tu participación marca la diferencia. Además, podrás solicitar un certificado oficial que reconozca tu colaboración.

### Bibliografía

**Colom, M.F. & Ramos, J.L.** (2024). Introducción a la Iniciativa Internacional para la Alfabetización en Microbiología (IMiLI). SEM@foro (78): 18-20.

**McGenity, T.J., et al.** (2020). Visualizing the invisible: class excursions to ignite children's enthusiasm for microbes. Microb Biotechnol 13: 844-887.

**Ramos, J.L., et al.** (2025). Unlocking the microbial world: a global initiative for

education and sustainability. Microb Biotechnol 18(4): e70124.

**Timmis, K., et al.** (2019). The urgent need for microbiology literacy in society. Environ Microbiol 21: 1513-1528.

**Timmis, K., et al.** (2020). The urgent need for microbiology literacy in society: children as educators. Microb Biotechnol 13: 1300-1303.

**Timmis, K., et al.** (2024). A concept for international societally relevant microbiology education and microbiology knowledge promulgation in society. Microb Biotechnol 17(5): e14456.

**Timmis, K., et al.** (2025). Scientists' Warning to Humanity: The Need to Begin Teaching Critical and Systems Thinking Early in Life. Microb Biotechnol 18(12): e70270.

# Microbiología creativa: del laboratorio a la fotografía, vídeo y arte

RAQUEL CONDE-ÁLVAREZ, LARA PÉREZ-ETAYO, MIRIAM SALVADOR-BESCÓS Y ANA ISABEL VITAS,

Departamento de Microbiología y Parasitología, Universidad de Navarra, Pamplona, España.

✉ [rconde@unav.es](mailto:rconde@unav.es)

 [https://www.instagram.com/div\\_proc\\_unav?igsh=qjhqNnNweTdlbXRr&utm\\_source=qr](https://www.instagram.com/div_proc_unav?igsh=qjhqNnNweTdlbXRr&utm_source=qr)



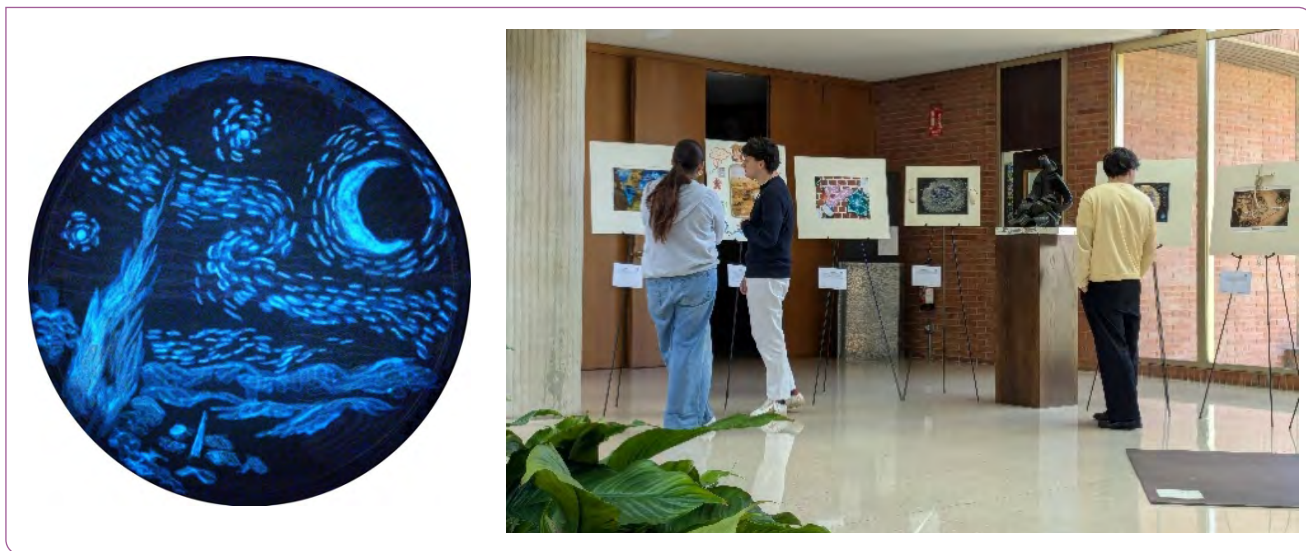
**Foto de grupo.** De izda a derecha: Miriam Salvador-Bescós, Raquel Conde-Álvarez, Lara Pérez-Etayo y Ana Isabel Vitas en el Laboratorio de Prácticas del Departamento de Microbiología y Parasitología, Universidad de Navarra, Pamplona.

En los últimos años, la docencia universitaria ha experimentado una transformación profunda orientada a fomentar metodologías activas, participativas y creativas que sitúen al alumnado en el centro del proceso de aprendizaje. En este contexto, este grupo de docentes e investigadoras del área de Microbiología hemos desarrollado una serie de iniciativas de innovación educativa en el marco de las prácticas de la asignatura *Diversidad de Procariotas*, impartida en el grado de Biología de la Universidad de Navarra. A través de estos proyectos, hemos buscado no sólo mejorar la comprensión de los contenidos prácticos, sino también potenciar habilidades transversales como la creativi-

dad, la comunicación científica, el trabajo en equipo y el pensamiento crítico.

Uno de los primeros proyectos de innovación docente que implementamos fue un concurso de fotografía realizada con el móvil. Esta iniciativa surgió como respuesta al creciente uso de estos dispositivos por parte del alumnado, aprovechando su potencial como herramienta de aprendizaje. En esta actividad, el alumnado debía capturar una imagen durante las sesiones prácticas que reflejara algún aspecto relevante del trabajo en el laboratorio. La propuesta iba más allá del componente estético: cada fotografía debía ir acompañada de una pregunta elaborada por los

estudiantes, junto con su respuesta razonada. De este modo, se promovía una observación activa y reflexiva del entorno experimental. Las imágenes y preguntas eran posteriormente evaluadas por el profesorado y el propio alumnado. Algunas de estas preguntas eran seleccionadas para formar parte del examen práctico de la asignatura, lo que reforzaba la conexión entre la actividad y la evaluación formal. Además, se estableció un incentivo académico, otorgando medio punto adicional en la calificación final al estudiante cuya propuesta resultaba ganadora. Esta experiencia demostró ser altamente motivadora y contribuyó a una mayor implicación del alumnado en las prácticas. Así, lo que



**Panel Izdo.** Fotografía ganadora del I Concurso de Fotografía de la asignatura *Diversidad de Procariontas*. Noche estrellada de Van Gogh, realizada con bacterias luminiscentes aisladas de un calamar. ¿Qué fenómeno que hace la luna brille más? Autores: Carlos Luri y Sergio Milagro. **Panel Dcho.** Exposición itinerante de las obras seleccionadas del proyecto *Capturando la Diversidad Microbiana: Un viaje del laboratorio al Museo*.

comenzó como un proyecto de innovación educativa se ha consolidado como parte de la asignatura, alcanzando ya la sexta edición del concurso.

En un segundo proyecto, apostamos por integrar herramientas de comunicación digital ampliamente utilizadas por los estudiantes, concretamente mediante la creación de vídeos cortos tipo *reels* para redes sociales. En esta ocasión, el alumnado debía elaborar contenidos audiovisuales que explicaran procedimientos, conceptos y resultados obtenidos durante las prácticas. El objetivo era doble: por un lado, facilitar la comprensión de los contenidos a través de un lenguaje cercano y visual; por otro, desarrollar competencias en divulgación científica adaptadas a formatos actuales. Los resultados fueron especialmente positivos, ya que los estudiantes no sólo consolidaron sus conocimientos, sino que también mostraron una notable creatividad en la forma de transmitirlos.

El tercer proyecto supuso un paso más en la integración interdisciplinar, al establecer una colaboración con el Museo de la Universidad de Navarra. En esta iniciativa, se propuso al alumnado reinterpretar las imágenes obtenidas en el laboratorio desde una perspectiva artística. A partir de las fotografías científicas, los estudiantes desarrollaron intervenciones creativas que combinaban arte y ciencia, dando lugar a obras originales que iban acompañadas

de un breve texto explicativo en formato escrito y en audio. Este proyecto culminó en la organización de dos exposiciones itinerantes en diversos edificios de la Universidad, lo que permitió dar visibilidad al trabajo del alumnado y acercar la microbiología a un público más amplio. La experiencia puso de manifiesto el potencial del arte como herramienta para la comunicación científica y la generación de nuevas formas de aprendizaje.

De manera paralela a estas iniciativas, hemos elaborado un manuscrito sobre una práctica de aislamiento de bacterias bioluminiscentes, recientemente publicado en FEMS (<https://doi.org/10.1093/femsle/fnag050>) Nuestra intención es ampliar progresivamente este trabajo a otras prácticas, consolidando así una línea de producción académica que refleje el impacto de la innovación docente en nuestro ámbito.

Asimismo, todo este conjunto de actividades ha servido como base para el desarrollo de un Trabajo Fin de Grado de carácter docente, en el que se analiza el impacto de estas metodologías en el aprendizaje del alumnado. Este trabajo no solo se ha limitado al contexto universitario, sino que también ha explorado la transferencia de estas estrategias a etapas educativas preuniversitarias, concretamente en estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria. Esta extensión ha permitido comprobar

la versatilidad y adaptabilidad de las propuestas, así como su potencial para despertar el interés por la microbiología en etapas tempranas.

Finalmente, con el objetivo de dar continuidad y visibilidad a todas estas iniciativas, hemos creado una cuenta en redes sociales donde compartimos contenidos relacionados con las prácticas, los proyectos desarrollados y la divulgación de la microbiología. Este canal se ha convertido en una herramienta para conectar con el alumnado y con la comunidad educativa en general, facilitando la difusión de nuestras actividades y fomentando una cultura científica accesible y participativa.

En conjunto, estas experiencias reflejan nuestro compromiso con una docencia innovadora, dinámica y conectada con la realidad del alumnado. Consideramos que la integración de metodologías activas, el uso de herramientas digitales y la colaboración interdisciplinar son elementos clave para mejorar la enseñanza de la microbiología y contribuir a la formación de profesionales críticos, creativos y comprometidos con la ciencia.

# “Elaboración de materiales didácticos interactivos para las prácticas de Microbiología del Grado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CyTA) y del Doble Grado en Nutrición Humana y Dietética (NHd) y CyTA”

RAQUEL BELLO-MORALES Y AURELIO HIDALGO

Departamento de Biología Molecular, Área de Microbiología, Universidad Autónoma de Madrid, España.

✉ [raquel.bello-morales@uam.es](mailto:raquel.bello-morales@uam.es) | [aurelio.hidalgo@uam.es](mailto:aurelio.hidalgo@uam.es)

Las sesiones de prácticas de Microbiología, una asignatura obligatoria de 2º curso en el Grado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CyTA) y en el Doble Grado en Nutrición Humana y Dietética (NHd) y CyTA de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), están orientadas a la adquisición de competencias prácticas y son extraordinariamente exigentes desde el punto de vista de los objetivos de aprendizaje. Se busca que los estudiantes aprendan a diseñar experimentos, ejecutarlos en parejas, representar e interpretar resultados, pensar y razonar críticamente y, finalmente, comunicar sus resultados, mientras adquieren destreza en las técnicas, aprenden contenidos nuevos y conectan estos contenidos con los vistos en las sesiones teóricas. Teniendo en cuenta que estos fines no se pueden lograr sin la práctica deliberada en todos y cada uno de los aspectos, los coordinadores de dicha asignatura nos planteamos el objetivo de elaborar nuevos materiales didácticos interactivos para la formación en competencias prácticas de la asignatura, facilitando así la enseñanza inversa (*flipped classroom*) y la (auto)evaluación formativa para el aprendizaje autónomo (*self-paced learning*). El proyecto de Innovación Docente que dio lugar a ese propósito y que se describe en este artículo se puso en marcha en las prácticas de la asignatura de Microbiología del Grado de CyTA y del Doble Grado en NHd y CyTA de la UAM. Las líneas de acción en las que se enmarcó fueron: a) desarrollo de instrumentos de evaluación del aprendizaje inicial, formativa o autoevaluación; y b) Innovación docente en Prácticas, Prácticum y TFG/TFM.

Los **objetivos** generales de este proyecto se enfocaron en la creación de nuevas herramientas o materiales docentes para ser utilizados tanto en el aula como fuera de ella (formación presencial y no presencial) y en el desarrollo de instrumentos de evaluación formativa o autoevaluación que proporcionen retroalimentación a los estudiantes sobre el progreso de su aprendizaje, como rúbricas o cuestionarios online. Además, el proyecto, estuvo enfocado en líneas de acción prioritarias de la convocatoria de proyectos de innovación docente de la UAM: el primero, el desarrollo de instrumentos de autoevaluación, y el segundo, innovación docente en Prácticas.

En base a resultados de otros proyectos para el desarrollo de actividades de evaluación formativa y actividades para *flipped classroom* participados por los/as autores/as del proyecto, era previsible que estas herramientas de aprendizaje autónomo e interactivas tuvieran una buena acogida e impacto (ambos determinados cuantitativamente) sobre la profundidad del aprendizaje de los estudiantes, la asistencia a clase y la implicación en el aprendizaje. Partiendo del objetivo principal mencionado, la elaboración de nuevos materiales didácticos interactivos para la preparación de las prácticas de la asignatura de Microbiología, el proyecto incluyó las siguientes tareas: a) elaboración de **materiales didácticos de evaluación formativa y aprendizaje autónomo**; b) implementación de los materiales en el entorno virtual de aprendizaje (VLE) Moodle; y c) recogida de medidas y proceso de **datos**.

El estudiantado manifiesta a menudo dificultad para estudiar los contenidos y

**PREGUNTA :**  
Con los datos de la figura adjunta podemos afirmar que:

1. Puede tratarse de una enterobacteria
2. Se trata de una bacteria grampositiva
3. Esta bacteria es patógena
4. Es una bacteria del género *Salmonella*

1

2

3

4

**Intentalo de nuevo!**

**Correcto!**

...Puede ser enterobacteria porque es gramnegativa, oxidasa negativa y fermenta glucosa y lactosa en TSI. *Salmonella* no puede ser porque no produce precipitado negro. No puede ser grampositiva porque la tinción de Gram da color rosa. Con estos datos no se puede saber si es patógena.

SIGUIENTE PREGUNTA

**Figura 1.** Cuestionario interactivo. **A.** Diapositiva modelo del cuestionario de autoevaluación. **B.** Diapositiva de respuesta incorrecta con elementos multimedia. **C.** Diapositiva de respuesta correcta con elementos multimedia y retroalimentación.

adquirir las competencias vehiculados en las sesiones prácticas de cara a la evaluación de estos. Por ello, diseñamos contenidos interactivos con los que practicar algunas competencias desarrolladas en el laboratorio de prácticas. Estos recursos consisten en una serie de preguntas de respuesta múltiple, adaptativas y con retroalimentación concebidas para su uso autónomo (**Figura 1**). Además, tras

la lectura del guion de prácticas antes de las sesiones, este material interactivo podría ser utilizado también como ejercicio preparatorio para las prácticas. Al tratarse de herramientas de evaluación formativa, el estudiantado puede ejercitarse con ejemplos prácticos de cara a las evaluaciones, detectará sus puntos más débiles, y se ejercitará en el tipo de preguntas que constituirán el examen.

Los cuestionarios están disponibles para su uso *online* en los cursos de Moodle de la asignatura de Microbiología antes de las prácticas. Existe una base de datos de preguntas que se seleccionan de manera aleatoria de manera que se puedan generar cuestionarios diversos. Los cuestionarios, además, tienen retroalimentación, de manera que se justifica por qué las respuestas correctas lo son y por qué las demás no pueden serlo.

La ejecución del proyecto es sencilla desde el punto de vista técnico. Sólo requiere presentaciones interactivas o cuestionarios de uso muy sencillo por parte del estudiantado. Consideramos que es importante que el material sea atractivo por lo que se potenciarán los elementos multimedia. En cuanto a su efectividad, se ha documentado que un examen tiene un escaso valor formativo debido a las condiciones circunstanciales, como el contexto estresante, el peso de las consecuencias, etc. Sin embargo, durante un examen se da el llamado "efecto examen" (*testing effect*) consistente en el beneficio para el aprendizaje que se obtiene por la recuperación de información con una ayuda mínima o nula (Karpicke, 2012) es decir ejercitar la evocación. Por este motivo, un cuestionario sin implicaciones sobre la calificación (*low stakes/no stakes*) como los que se realizan en este proyecto eliminaría el efecto de contexto y mantendría los beneficios del "efecto examen". Además, los materiales propuestos responden a los principios de una buena evaluación (López-Pastor, 2009; Race, 2014) como el diseño sistemático, la validez (debido al uso de recursos multimedia), la retroalimentación inmediata (*feedback*) y la dirección del aprendizaje (*feed forward*). De hecho, las actividades de evaluación formativa autónoma basadas en preguntas de tipo test sobre la parte de

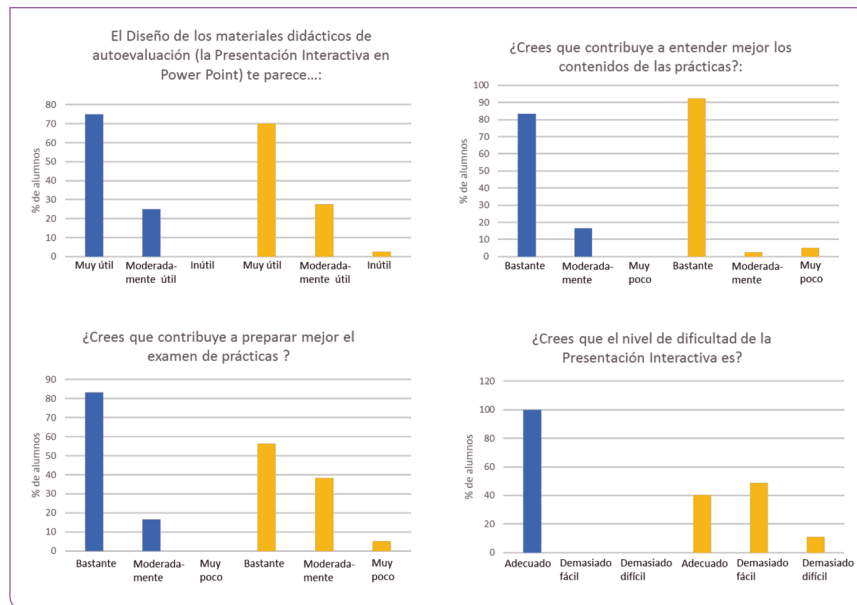


Figura 2. Resultados de la encuesta de satisfacción de los estudiantes con el proyecto de innovación docente. Los histogramas azules y amarillos corresponden a dos grupos distintos de la asignatura.

teoría que se han implementado en proyectos de innovación docente anteriores, mostraron una correlación positiva entre las calificaciones del examen parcial y la implicación en el uso de los cuestionarios, a través del número de personas que usan los recursos.

Las tareas del profesorado participante en este proyecto fueron principalmente las de elaborar los cuestionarios y mantenerlos actualizados. Además, nos responsabilizamos de que el estudiantado accediera a los materiales y estimular su participación. Es interesante resaltar la presencia en el equipo de socios del grupo de Docencia y Difusión de la Microbiología de la Sociedad Española de Microbiología, a través del cual estos recursos podrían extenderse a otras universidades.

Como indicador de la efectividad de este proyecto, evaluamos la satisfacción del alumnado mediante encuestas anónimas sobre el mismo. Las encuestas realizadas mostraron un grado de satisfacción con el proyecto muy alto (Figura 2).

El proyecto le pareció positivo al 91,6% y 62% del alumnado de dos grupos distintos de la asignatura evaluados (histogramas azules y amarillos). En los dos grupos evaluados, la valoración media de la satisfacción general con el proyecto fue de un 9,08 y un 7,9 respectivamente.

En conclusión, el equipo docente coordinador de la asignatura de Microbiología del Grado de CyTA y el Doble Grado en NHyD y CyTA de la UAM ha desarrollado e implantado con éxito un proyecto de Innovación Docente en el marco del programa de Innovación Docente de la UAM en el que ha diseñado materiales didácticos interactivos para la preparación de la ejecución y evaluación de las prácticas de la asignatura. Estos recursos incluyen cuestionarios de respuesta múltiple, adaptativos y con retroalimentación concebidos para su uso autónomo. Las encuestas sobre el proyecto realizadas de manera anónima al estudiantado indican un grado de satisfacción muy alto con el mismo.

## Referencias

Karpicke, J.D. (2012). *Curr. Dir. Psychol. Sci.*, 21, 157–163.

López-Pastor, V.M. (2009). *Evaluación Formativa y Compartida En El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)*.

Race, P. (2014). *The Lecturer's Toolkit: A Practical Guide to Assessment, Learning and Teaching*.

# Universidad de Burgos y Espiciencia: ¡Hasta el infinito y más allá!

GONZALO SACRISTÁN PÉREZ-MINAYO<sup>1</sup>, BÁRBARA DE AYMERICH VADILLO<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Área de Microbiología, Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad de Burgos, Burgos, España.

<sup>2</sup>Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad de Burgos, España.

<sup>3</sup>Directora de la Escuela de Pequeñ@s Científic@s, Espiciencia, Espinosa de los Monteros, Burgos, España.

✉ [gsacristan@ubu.es](mailto:gsacristan@ubu.es) | [bdaymerich@ubu.es](mailto:bdaymerich@ubu.es)



Gonzalo Sacristán Pérez-Minayo (Universidad de Burgos) y Bárbara De Aymerich Vadillo (Escuela de Pequeñ@s Científic@s Espiciencia).

El Área de Microbiología de la Universidad de Burgos (UBU) siempre ha estado presente tanto en la creación del Grupo Especializado Docencia y Difusión, D+D de la SEM como en la participación en las diferentes Reuniones y Congresos relacionados. El Prof. Juan Ignacio Reguera Useros, Director del Área de Microbiología, participó en las reuniones previas del Grupo, asistiendo al XXII Congreso Nacional de Microbiología celebrado en Almería el **2009** en el que motivados por la ilusión de la Prof. Montserrat Llagostera junto a un pequeño grupo de socios y socias de la SEM se decidió crear dicho Grupo. Posteriormente, en enero **2010** se aprobó dicho

grupo por la Junta de la SEM, constituyéndose una Comisión Gestora formada por 14 personas que representaban los diferentes grupos especializados de la SEM. En **2011**, durante la celebración del XXIII Congreso Nacional de la SEM en Salamanca, el grupo D+D se constituyó oficialmente y se realizaron las primeras elecciones de la Junta Directiva. Así, se han ido sucediendo diferentes Reuniones D+D cada dos años, alternándose con el Congreso Nacional de la SEM.

Durante las primeras Reuniones D+D, Madrid **2012**, Alicante **2014**, Bilbao **2016**, el área de Microbiología de la UBU com-

partió su preocupación en la adaptación de las nuevas titulaciones universitarias al Espacio Europeo de Educación Superior y las nuevas herramientas tecnológicas y de comunicación empleadas en estudios universitarios y no universitarios. A partir de la comunicación "*Descubriendo la Microbiología: la enseñanza de la Microbiología en diferentes etapas de la educación*" (Bilbao **2016**), surgieron diferentes colaboraciones con profesorado de otras etapas educativas, tanto de Educación Primaria, Secundaria como de Educación de Adultos. En relación con este último alumnado y en colaboración con el Centro de Educación de Adultos de Olmedo (Olmedo, Valladolid)

y el departamento de Filología Inglesa de la Universidad de Valladolid, se presentó en la Reunión D+D SEM **2018** celebrada en Madrid el trabajo *“Aunando competencias: difusión de la Microbiología a través del inglés. Una experiencia novedosa en la Educación de Adultos”*. Este workshop *Linguistic immersion in English through Microbiology* se enmarcaba en el Proyecto de Innovación Docente *“Science PRO”*.

En los años posteriores y gracias a la colaboración de Bárbara de Aymerich y su Escuela de Pequeñ@s Científic@s Espiciencia (Espinosa de los Monteros, Burgos) pudimos llevar a cabo varias actividades de difusión de la ciencia en general y de la microbiología en particular (**Figura 2**). Gracias a su ilusión, grandes ideas y un alumnado muy motivado hemos podido investigar lugares extraordinarios fuera del planeta Tierra, ¡hemos muestreado la estratosfera en búsqueda de vida microbiana! Así, presentamos este maravilloso proyecto en la V Reunión del Grupo D+D celebrado en Madrid durante 14 y 15 de julio de **2022** con la comunicación *“Proyecto científico “UP: microbios al vuelo”: búsqueda de microorganismos en el espacio”*. Se pretendía identificar, no solo la presencia de microorganismos, sino también de micropartículas de polvo, polen, esporas y pequeños insectos.

Posteriormente durante XXIX Congreso de la SEM celebrado en Burgos en **2023** (*“Proyecto científico “UP: microbios al vuelo II: estudio y caracterización del mixomiceto Physarum polycephalum, antes y después de su viaje estratosférico”*) se presentó su continuación. Durante el curso 2022/2023 se estudió la estratosfera realizando nuevamente el lanzamiento, estudiando la concentración de fenoles y la supervivencia de *Physarum polycephalum*, un mixomiceto de elevada movilidad celular que presenta una sorprendente capacidad adaptativa frente al reconocimiento de sustancias nutritivas.

También durante el curso **2023/2024** se impartió el Seminario *“Aplicación de Microscopios Digitales en la Evaluación Competencial”* dirigido a profesorado tanto de educación primaria como de secundaria. La experiencia tuvo una gran acogida y sirvió como punto de partida para desarrollar diferentes actividades de microbiología en los respectivos centros educativos no universitarios. Posteriormente, en **2024** se presentó en Valencia durante la VI Reunión del Grupo D+D el trabajo *“Microorganismos*



**Figura 2.** *Diferentes talleres, jornadas y actividades de difusión de la microbiología organizadas por la UBU y Espiciencia.*

y Suelo: difusión de las ciencias experimentales” en donde se recopilaba diferentes actividades de la relación UBU-Espiciencia.

En el XXX Congreso de la SEM celebrado en Jaén del 16 al 19 de julio de **2025** se presentó la comunicación *“Universo microscópico: líquenes, organismos simbiotes indicadores de la calidad ambiental”*. Otro proyecto llevado a cabo tanto en Espiciencia como con el alumnado del grado de Magisterio en Educación Primaria de la UBU durante los cursos **24-25** y **25-26** es el denominado *“Biodiversos: los microorganismos que nos rodean”*, en el que, por medio de muestreos y siembras aleatorias en los lugares donde estos alumnos realizan su vida diaria, han podido comprobar que la microbiota está presente a su alrededor en casi cualquier lugar y que esa vida microbiana es diferente dependiendo de las condiciones ambientales en las que se desarrolla.

Durante el presente curso (**2025/2026**) se ha iniciado otra actividad de difusión relacionada con el muestreo microbiológico en actividades de naturaleza al aire libre, estudiando el beneficio de la presencia de microorganismos en los Baños de Bosque. También se está llevando a cabo el proyecto *“Guardianes silenciosos: influencia del microbioma en el éxito evolutivo del diente de león (Taraxacum officinale)”* en donde

se pretende estudiar el “microbioma” del diente de león constituyendo una valiosa oportunidad para acercar la microbiología al alumnado desde una perspectiva ecológica, contextualizada y próxima. Se centra en poblaciones de diente de león de la comarca de Las Merindades (Burgos), comparando ejemplares presentes en jardines urbanos, prados, rotondas y aceras. Este análisis permite explorar cómo varían las comunidades microbianas asociadas a la planta en función del ambiente y del grado de intervención humana.

Gracias a todas las actividades desarrolladas durante estos años (¡y las que vendrán!) se ha podido participar en **proyectos de Ciencia Ciudadana**, consiguiendo acercar al alumnado a científicos reales y hacerles partícipes de investigaciones relevantes y de interés general. También se ha introducido a los alumnos de educación primaria y secundaria en la **metodología de la indagación Design Thinking**, como herramientas para llegar a la resolución de problemas y potenciar su motivación y actitudes positivas hacia las materias STEM en general y la microbiología en particular.

# Embajadores One Health y “CSI Veterinaria”: aprendizaje activo y divulgación desde la universidad

SANTIAGO VEGA GARCÍA

Universidad CEU Cardenal Herrera. Facultad de Veterinaria. Departamento de Producción y Sanidad Animal, Salud Pública Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. 46115 Alfara del Patriarca, Valencia, España.

✉ svega@uchceu.es

El concepto *One Health* (Una Salud) se basa en la interconexión entre la salud humana, animal y ambiental, promoviendo un enfoque colaborativo e interdisciplinar para abordar retos globales como las zoonosis, la seguridad alimentaria o la resistencia a los antimicrobianos (Wilkes *et al.*, 2019; Franco-Martínez *et al.*, 2020). En este contexto, la formación de los futuros profesionales debe incluir estrategias educativas que fomenten no solo el conocimiento, sino también su difusión más allá del ámbito estrictamente sanitario.

Con este objetivo, desde la Facultad de Veterinaria de la Universidad CEU Cardenal Herrera de Valencia se han desarrollado diversas actividades basadas en metodologías activas. En este trabajo se describen dos iniciativas consolidadas: el programa “Embajadores One Health UCHCEU” y el taller “CSI Veterinaria”, ambas orientadas a la divulgación científica en centros educativos y en el ámbito universitario.

Por tercer año consecutivo, los estudiantes de segundo curso del Grado en Veterinaria, dentro de la asignatura optativa **One Health: Salud animal, salud ambiental y salud humana para la mejora de la salud pública**, participan activamente como embajadores *One Health*, siendo ellos mismos los responsables de diseñar e impartir charlas divulgativas en colegios e institutos de toda España sobre esta estrategia. Además, estas actividades son también impartidas por los propios estudiantes de Veterinaria a alumnos de otras titulaciones universitarias (Magisterio, Derecho, Periodismo y Ciencias Políticas, entre otras), ampliando el alcance del mensaje.

Este aspecto resulta especialmente relevante, ya que la estrategia *One Health* requiere la implicación de múltiples sectores. La sensibilización de futuros profesionales no sanitarios, como docentes, comunicadores o responsables políticos, favorece que, en su ejercicio profesional,



Figura 1. Estudiantes Embajadores One Health UCHCEU durante una actividad divulgativa.

integren esta perspectiva y contribuyan a su difusión en la sociedad.

Los estudiantes, organizados en grupos reducidos (máximo 4 estudiantes), elaboran sus propias presentaciones y las imparten en español, inglés o francés, adaptándose a las necesidades del centro receptor. Las sesiones se dirigen principalmente a estudiantes de 4º de ESO y 1º de Bachillerato, y abordan aspectos clave como el concepto *One Health*, la inocuidad o seguridad de los alimentos, las zoonosis y la resistencia a los antimicrobianos.

Durante las charlas, los propios estudiantes de Veterinaria transmiten mensajes de Salud Pública como la importancia de la vacunación de mascotas, las revisiones veterinarias periódicas y el uso responsable de antibióticos. Asimismo, explican de forma accesible cómo se generan las resistencias bacterianas y la correcta gestión de medicamentos caducados (puntos SIGRE). También se introducen las zoonosis alimentarias más prevalentes en

Europa, como *Campylobacter* spp. y *Salmonella*, destacando el papel fundamental de la higiene, especialmente el lavado de manos.

La metodología utilizada es participativa. Los estudiantes de Veterinaria fomentan la interacción mediante preguntas directas al alumnado, promoviendo la reflexión sobre hábitos cotidianos relacionados con la salud. Además, diseñan cuestionarios tipo Kahoot para reforzar los contenidos y evaluar la comprensión. Los mejores resultados reciben un reconocimiento simbólico, lo que incrementa la motivación. Finalmente, se abre un turno de preguntas que facilita el diálogo y la resolución de dudas.

El programa cuenta con la colaboración de los laboratorios Zoetis Spain ([www.zoetis.es](http://www.zoetis.es)), que proporciona material educativo. La acogida es muy positiva, repitiéndose la actividad en numerosos centros y ampliándose progresivamente su alcance.

Más allá del impacto en los estudiantes receptores, esta iniciativa tiene un gran valor formativo para los propios estudiantes de Veterinaria, quienes desarrollan competencias como la comunicación oral, el trabajo en equipo y la capacidad de adaptación a distintos públicos, en la línea de las 4Cs que deben definir la estrategia *One Health* (Comunicación, Colaboración, Coordinación y Capacitación). Aunque inicialmente afrontan la actividad con nerviosismo, especialmente en auditorios numerosos, la experiencia resulta altamente motivadora y formativa.

Por otro lado, el taller “CSI Veterinaria” se desarrolla en el marco del programa “Del laboratorio al aula”, coordinado por la Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE) y ACIERTAS. Al igual que en el proyecto anterior, son los estudiantes de Veterinaria quienes participan activamente en la ejecución del taller, acercando la microbiología al alumnado preuniversitario.

Este taller, que también se imparte en español, inglés y francés, está dirigido a estudiantes desde educación primaria hasta bachillerato, siendo especialmente adecuado para cursos avanzados. Su enfoque es eminentemente práctico y experimental.

Antes de la visita, se envían placas de cultivo a los centros educativos para que los alumnos las contaminen con muestras de su entorno (manos, superficies, etc.). Posteriormente, durante la sesión presencial, se introducen conceptos básicos sobre microbiología, diferenciando entre bacterias beneficiosas y patógenas, e incorporando nociones como microbiota y microbioma, así como la diferenciación de las bacterias atendiendo a su tinción de Gram, tipos de morfología y agrupamientos de las bacterias, etc.

Una parte fundamental del taller es la demostración del correcto lavado de manos, seguida de la realización de una tinción de Gram de las muestras cultivadas. Los estudiantes observan al microscopio diferentes morfologías bacterianas y comprenden la diferencia entre bacterias Gram positivas y Gram negativas, participando activamente en el proceso.

Asimismo, se introducen conceptos de bioseguridad y uso de equipos de protección individual (EPI), permitiendo a los alumnos experimentar el trabajo en laboratorio. Este enfoque basado en la experimentación favorece el aprendizaje significativo y aumenta el interés por la ciencia (Franco-Martínez *et al.*, 2020), sobre todo en aquellos institutos donde los recursos económicos no permiten desarrollar este tipo de prácticas y que después de su realización permite que los estudiantes manifiesten su interés en continuar sus estudios en la universidad e incluso algunos manifiestan su interés por dedicarse a la investigación.

El taller ha sido implementado en numerosos centros educativos de distintas comunidades autónomas, con una excelente acogida. Su carácter práctico y participativo lo convierte en una herramienta eficaz de divulgación científica.

En conjunto, ambas iniciativas ponen de manifiesto el valor de las metodologías activas en la formación universitaria y la divulgación científica. El hecho de que sean los propios estudiantes de veterinaria quienes diseñan e imparten las actividades refuerza su aprendizaje, potencia sus competencias y contribuye a la difusión del enfoque *One Health* en la sociedad desde una perspectiva verdaderamente transversal.



Figura 2. Embajadores One Health UHCEU en el colegio Internacional Mas Camarena (<https://colegiomascamarena.es/>).

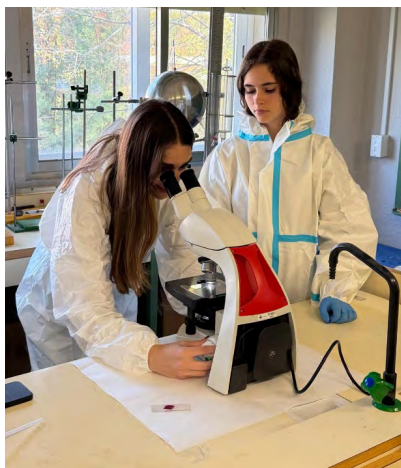


Figura 4. Taller "CSI Veterinaria" en el Instituto Alpañés de Aranjuez (<https://www.educa2.madrid.org/web/centro.ies.alpajes.aranjuez/index>).



Figura 6. Embajadores One Health UHCEU en el colegio Internacional Mas Camarena (<https://colegiomascamarena.es/>), actividad patrocinada por los laboratorios Zoetis Spain.



Figura 3. Embajadores One Health UHCEU en el instituto Carles Salvador de Aldaya (Valencia) ([https://www.iescarlessalvador.es/?page\\_id=5&lang=es](https://www.iescarlessalvador.es/?page_id=5&lang=es)).



Figura 5. Taller "CSI Veterinaria" en el Instituto Alpañés de Aranjuez (<https://www.educa2.madrid.org/web/centro.ies.alpajes.aranjuez/index>).



Figura 7. Taller "CSI Veterinaria" en el Instituto Alpañés de Aranjuez (<https://www.educa2.madrid.org/web/centro.ies.alpajes.aranjuez/index>).

## Bibliografía

Franco-Martínez, L., Martínez-Subiela, S., Cerón, J.J., Bernal, L.J., Tecles, F. y Tvarijonavičute, A. (2020). Teaching the basics of the One Health concept to undergraduate veterinary students. *Res Vet Sci.*; 133:219-225. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.09.022>. Epub 2020 Sep 23. PMID: 33022585.

Wilkes, M.S., Conrad, P.A. y Winer, J.N. (2019). One Health–One Education: Medical and Veterinary Inter-Professional Training. *Journal of Veterinary Medical Education*; 46:1, 14-20.

# Diez años de MicroMundo: Ciencia Ciudadana frente a la resistencia a antimicrobianos

JÉSSICA GIL-SERNA<sup>1</sup>, VÍCTOR J. CID<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidad Docente de Microbiología, Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid, España.

<sup>2</sup>Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid, España.

✉ [jgilsern@ucm.es](mailto:jgilsern@ucm.es) | [vicjid@ucm.es](mailto:vicjid@ucm.es)

La resistencia a los antimicrobianos, a menudo referida como la “pandemia silenciosa”, es uno de los mayores desafíos en Salud Global del siglo XXI. Ante este escenario, en el que muchas bacterias están dejando de responder a los fármacos habituales, el proyecto MicroMundo celebra una década de vida implicando a los más jóvenes de nuestra sociedad en la búsqueda de nuevos antibióticos. Independientemente de los resultados científicos, la premisa es crear cultura científica desde la base, trabajar para que nuestros jóvenes tengan la formación necesaria para enfrentarse a este reto. Serán los futuros investigadores quienes tendrán en su mano nuevos escenarios y desafíos en la lucha contra las enfermedades infecciosas en humanos y animales, así como en la restauración de la salud medioambiental, de la que éstos dependen.

MicroMundo comenzó en 2016 como una experiencia interfacultativa en la Universidad Complutense de Madrid (UCM), en un planteamiento en el que microbiólogos de las facultades de Farmacia, Ciencias Biológicas y Veterinaria unieron sus esfuerzos. La creciente popularidad del proyecto en la UCM refleja el compromiso de la comunidad universitaria: más de 1.000 estudiantes universitarios han participado en cerca de 300 intervenciones en centros de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato a lo largo de 10 años de historia. La experiencia piloto comenzada en la UCM tuvo una gran acogida tanto en universidades como en centros educativos y, en esta década, MicroMundo se ha implementado de manera exitosa en 36 universidades españolas y portuguesas (Gil-Serna *et al.*, 2025), bajo el paraguas



Un estudiante de ESO prepara la placa Petri para realizar un ensayo de antibiosis con las colonias seleccionadas de los cultivos de su muestra de suelo.

de la Sociedad Española de Microbiología (SEM) y gracias al apoyo del Plan Nacional de Resistencia a Antimicrobianos (PRAN), que concedió el Premio PRAN a MicroMundo@UCM en 2021 por su labor pionera.

El proyecto está inspirado en la estrategia de *studentsourcing Small World Initiative*, impulsada por la microbióloga norteamericana Jo Handelsman, que la refundó en 2018 como *Tiny Earth* (Hurley *et al.*, 2021). De esta manera, MicroMundo combina dos estrategias: Ciencia Ciudadana y Aprendizaje-Servicio (ApS). El motor del proyecto son los propios estudiantes universitarios quienes actúan como equipos docentes e investigadores principales,

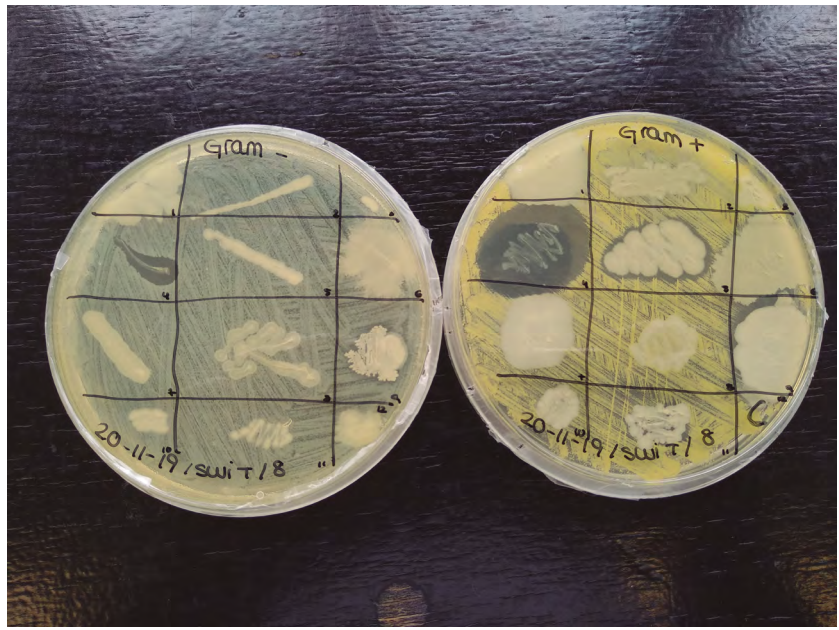
guiando la investigación en los colegios e institutos. A lo largo de cuatro sesiones, los laboratorios universitarios se trasladan a las aulas de secundaria o bachillerato, con el fin de realizar un experimento real de estudio de la biodiversidad microbiana de hábitats naturales en busca de bioactividades antibióticas. Los jóvenes estudiantes recogen muestras de suelo, cultivan los microorganismos para observar la diversidad microbiológica y enfrentan las bacterias aisladas a microorganismos testigo para detectar si aparece un fenómeno de antibiosis (Valderrama *et al.*, 2018).

El principal objetivo del proyecto es concienciar sobre el enfoque “Una Salud” (*One*

*Health*). Las bacterias multirresistentes y sus genes (el resistoma) están distribuidos en todos los ambientes. Solo mediante un esfuerzo global concertado entre diversos ámbitos profesionales y un uso racional de los fármacos antimicrobianos podremos frenar su avance. Hemos comprobado que el hecho de que los estudiantes se sientan verdaderamente científicos en un proyecto internacional real por unos días es un motor fundamental para fomentar vocaciones STEM. A lo largo de los años hemos constatado que la participación en MicroMundo durante su etapa en el instituto alimenta nuestras aulas universitarias con estudiantes motivados y con vocación científica.

Aunque el objetivo principal es pedagógico, MicroMundo es en esencia un proyecto de Ciencia Ciudadana que realiza un cribado para el descubrimiento de nuevos aislamientos productores de antibióticos. La gran red ibérica MicroMundo que se ha consolidado ha conseguido un impacto científico abrumador, analizando un total más de 10.000 muestras de suelo y ensayado el potencial de producir antimicrobianos de más de 150.000 microorganismos. Además, algunos grupos universitarios han continuado la investigación y el proyecto ya ha dado sus primeros frutos tangibles, como el descubrimiento de una nueva bacteriocina (altitudina A) a partir de un aislado de *Bacillus altitudinis* obtenido por estudiantes participantes de sus propias muestras de suelo (Lafuente *et al.*, 2024).

En su décimo cumpleaños el mensaje de MicroMundo sigue siendo el mismo del primer día: extender nuestros laboratorios universitarios de Microbiología de las universidades a los centros educativos de la comunidad para crear nuevas vocaciones y concienciar a la sociedad sobre el valor y el buen uso de los antimicrobianos. El reconocimiento obtenido a lo largo de los años avala una trayectoria que mezcla rigor, educación y compromiso social.



Típico ensayo de antibiosis de microorganismos aislados sobre un tester gramnegativo (izquierda) y otro grampositivo (derecha)

Estos diez años de MicroMundo solo nos dan más fuerza para seguir trabajando. Quizás entre los miles de jóvenes que hoy analizan sus muestras de suelo, se encuentre el nuevo (o la nueva) Fleming que encuentre una solución para frenar este grave problema sanitario. Así que, como bien dice nuestro lema en este aniversario, ¡larga vida a MicroMundo!

## Referencias

Gil-Serna, J., Antunes, P., Campoy, S., Cid A., Cobo-Molinos, A., Durao, P., Fajardo, C., Fouz, B., Freitas, A.R., Grosso, F. *et al.* (2025). Citizen Science to Raise Antimicrobial Resistance Awareness in the Community: The MicroMundo Project in Spain and Portugal. *Microb Biotechnol* 18:e70123.

Hurley, A., Chevrette, M.G., Acharya, D.D., Lozano, G.L., Garavito, M., Hein-

ritz, J., Balderrama, L., Beebe, M., DenHartog, M.L., Corinaldi, K. *et al.* (2021). Tiny Earth: A Big Idea for STEM Education and Antibiotic Discovery. *mBio* 12::e03432-20.

Lafuente, I., Sevillano, E., Peña, N., Cuartero, A., Hernández, P.E., Cintas, L.M., Muñoz-Atienza, E., Borrero, J. (2024). Production of Pumilarin and a Novel Circular Bacteriocin, Altitudin A, by *Bacillus Altitudinis* ECC22, a Soil-Derived Bacteriocin Producer. *Int J Mol Sci* 25: 2020.

Valderrama, M.J., González-Zorn, B., Calvo, P., Díaz-Orejas, R., Fernández-Acero, T., Gil-Serna, J., de Juan, L., Martín, H., Molina, M., Navarro-García, F. *et al.* (2018). Educating in antimicrobial resistance awareness: adaptation of the Small World Initiative program to service-learning. *FEMS Microbiol Lett* 365:fny161.

# BIOALIANZAS: Proyecto de aprendizaje de Microbiología para futuros biotecnólogos

MARGARITA DÍAZ MARTÍNEZ Y BEATRIZ SANTOS ROMERO

Departamento de Microbiología y Genética. Facultad de Biología. Universidad de Salamanca, España.  
Instituto de Biología Funcional y Genómica. CSIC/USAL. Salamanca, España.

✉ [mardi@usal](mailto:mardi@usal) | [bsr@usal.es](mailto:bsr@usal.es)

El grupo de trabajo está formado por las Profesoras Titulares de la Universidad de Salamanca (USAL) Margarita Díaz y Beatriz Santos. Junto con otros miembros del IBFG formamos parte del Grupo de Transferencia del Conocimiento "GTC *Microorganismos: investigación y sociedad*" de la Universidad de Salamanca cuya coordinadora es Beatriz.

El proyecto que se presenta es una iniciativa de innovación docente cuyo **objetivo general** consiste en que los estudiantes propongan soluciones para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) mediante procesos biotecnológicos (BT) bacterianos. De este modo, se establecen diferentes Bioalianzas entre un ODS, un proceso biotecnológico concreto y la bacteria que lo desarrolla. Este trabajo es un **Proyecto de Innovación y Mejora Docente de la USAL** realizado en el curso 2025-26 por 39 alumnos de segundo curso del **Grado en Biotecnología en la asignatura de Microbiología I** (primer cuatrimestre), donde impartimos docencia las dos profesoras.

Como profesoras es importante conseguir que los estudiantes consideren la Microbiología como algo útil en su formación académica y en su futuro profesional. Una forma interesante de afianzar estos conocimientos y sembrar su curiosidad por seguir aprendiendo es, por ejemplo, conocer todo el potencial biotecnológico de las bacterias mediante un aprendizaje activo de la Microbiología. Este proyecto permite no solo aplicar de manera práctica los conocimientos que se imparten en clase, sino que, además, les ha permitido darse cuenta de la importancia de la Microbiología en las salidas profesionales del grado en Biotecnología.



Foto de grupo. Margarita Díaz Martínez y Beatriz Santos Romero.

La **metodología** que se ha empleado es innovadora. Los estudiantes (por parejas-trabajo en equipo) han desarrollado a lo largo del curso (durante las clases de seminarios) un proyecto que aporta una solución a un ODS mediante un proceso biotecnológico bacteriano. Para ello, tuvieron que crear una Bioalianza entre un ODS, un proceso y una bacteria; este proyecto suponía su "reto microbiológico" durante el curso.

Dada las características de nuestra asignatura, el trabajo se ha centrado principalmente en el conocimiento del biocatalizador del proceso biotecnológico, en este caso su bacteria, ahondando en las características de su fisiología, su genoma y su metabolismo. Cada semana las profesoras proponíamos una pregunta sobre la bacteria. Al final de cada clase, los alumnos debían hacer una entrega en la plataforma virtual Studium, usando un documento modelo. Todos los

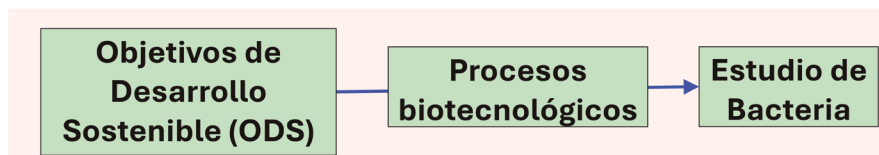
datos que los estudiantes presentaron en los distintos apartados debían ir avalados por bibliografía relevante citada correctamente. Esta metodología permitió realizar una evaluación continua.

Toda la información que iban recogiendo a lo largo del curso, tenía que ser recopilada de forma resumida y atractiva en un póster. El póster debía entregarse a través de Studium para su evaluación al finalizar el curso. Asimismo, la bibliografía citada correctamente debía entregarse (Studium) en un documento pdf y, además, insertarlo en el póster en forma de QR.

Usando los pósters como apoyo, todas las parejas tuvieron que exponer su trabajo y defenderlo en 3 minutos frente a sus compañeros mediante una actividad tipo *Flash talk*. La actividad se organizó como un Congreso: "I Congreso de estudiantes de 2º de Biotecnología: Bioalianzas",

## Bioalianzas

Procesos biotecnológicos bacterianos para contribuir a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)



Trabajo en seminarios (entregas semanales)



Elaboración de un póster



Congreso (presentaciones flash-talk)

PROFESORAS: Margarita Díaz y Beatriz Santos

Esquema de la actividad Bioalianzas.

actuando las profesoras como moderadoras. Todos los estudiantes tuvieron que evaluar los trabajos de sus compañeros mediante una escala numérica.

Para la **difusión** del proyecto, se hizo una compilación de todos los pósters realizados generando un documento de fácil consulta para todos los estudiantes (incorporado en Studium). Por otro lado, los trabajos fueron expuestos en la Facultad de Biología y la exposición se publicó en la red social bibliotecabiologiausal.

En resumen, este proyecto ha permitido que los estudiantes busquen datos concretos en la bibliografía sobre un microorganismo (diferente para cada pareja) y de forma síncrona con el temario que se va impartiendo en las clases. Esta estrategia incluye, además de utilizar los conocimientos adquiridos y realizar un **aprendizaje continuo a lo largo del curso**, adquirir competencias transversales, como el **uso de bibliografía** de forma adecuada, la capacidad de **evaluación crítica** de los trabajos de sus compañeros mediante el **uso de encuestas**, la realización de póster para la **difusión** de su trabajo y la defensa oral del mismo.

Se han cumplido los cuatro **objetivos específicos** planteados: i) identificación



Alumnos participantes en el proyecto (Grado en Biotecnología) junto las profesoras en la exposición de la actividad en la Facultad de Biología (USAL).

de qué procesos BT bacterianos pueden ayudar a alcanzar cada ODS; ii) identificación de especies bacterianas capaces de realizar estos procesos; iii) estudio de una bioalianza adquiriendo un conocimiento exhaustivo de la bacteria, su fisiología, su genoma y su metabolismo; iv) han compartido y divulgado sus resultados con sus compañeros mediante la metodología "Flash talk" y con el resto de la Facultad mediante una exposición.

Las profesoras estamos muy satisfechas con el desarrollo de la actividad y la implicación de los estudiantes. Además, esta es una actividad **fácilmente generalizable** a otras asignaturas en titulaciones de cualquier rama de conocimiento. Se puede trabajar sobre los ODS y la aportación de soluciones para conseguirlos, centrándose en diferentes aspectos según la disciplina en estudio.

# Grupo de Innovación Docente en Microbiología de la UMH

**MANUEL SÁNCHEZ ANGULO, FRANCISCA COLOM VALIENTE, CONSUELO FERRER RODRÍGUEZ, MARIBEL NAVARRO MENDOZA**

Área de Microbiología. Departamento de Producción Vegetal y Microbiología. Universidad Miguel Hernández, España.

✉ [m.sanchez@umh.es](mailto:m.sanchez@umh.es)



*Miembros del grupo de Innovación Docente en Microbiología de la UMH: Maribel Navarro, Consuelo Ferrer, Francisca Colom y Manuel Sánchez.*

Desde la fundación de la Universidad Miguel Hernández trabajamos en la implementación de diversas estrategias de innovación educativa y aprendizaje-servicio. Las actividades aquí descritas han sido diseñadas para fomentar el aprendizaje activo, la transferencia de conocimiento a la sociedad y el desarrollo de competencias transversales en los grados de Biotecnología, Medicina, Podología y Ciencias Ambientales.

## ➤ Proyecto Micromundo Alicante

Este proyecto de innovación docente basado en la metodología de aprendi-

zaje-servicio, involucra a estudiantes universitarios para que actúen como monitores de prácticas en Institutos de Educación Secundaria (IES), donde transmiten conocimientos sobre la resistencia a los antimicrobianos (RAM) y participan en la búsqueda de microorganismos productores de antibióticos. Tras el parón de la pandemia se retomó el proyecto y cada año hemos procurado que se impartiera en al menos un IES. Todos los resultados obtenidos son posteriormente publicados por los alumnos universitarios en una serie de pósters que se presentan en la jornada de San Alberto Magno. Además hemos impartido una serie de charlas en distintos IES de la provincia de Alicante

para presentar el proyecto al mismo tiempo que concienciamos a los alumnos sobre el creciente problema de las resistencias a los antibióticos.

## ➤ Talleres universitarios sobre Resistencia a los Antibióticos (RAM)

Ante el desafío global que suponen las resistencias antimicrobianas, el equipo diseñó en 2025 un proyecto de innovación educativa liderado por la profesora Consuelo Ferrer para trasladar la experiencia de MicroMundo al propio alumnado universitario. El objetivo del proyecto era

concienciar sobre el uso responsable de fármacos mediante metodologías activas. Los talleres se estructuran en sesiones presenciales y participativas de dos horas para grupos reducidos empleando estrategias de gamificación que incluyen estudios de casos clínicos (como brotes en la UCI), juegos de rol, interpretación de antibiogramas y un *Escape Room* de resistencias. El uso de herramientas interactivas como Kahoot permite que los estudiantes utilicen sus dispositivos móviles para resolver problemas en tiempo real, conectando el conocimiento académico con la realidad social y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 3 y 12).

### ➤ **Página web de Docencia en Microbiología**

Como soporte fundamental para todas nuestras actividades, se ha desarrollado la web <https://docenciamicrobiologia.umh.es/>, una herramienta de apoyo que centraliza los recursos educativos del área. Esta web ha sido financiada por sucesivas convocatorias de innovación docente de la UMH y ofrece, tanto a estudiantes como a docentes, un repositorio de protocolos de prácticas, normas de seguridad en el laboratorio y materiales específicos del proyecto MicroMundo.

Entre sus contenidos más destacados se encuentra un *e-Book* de vídeos interpretados por los propios estudiantes de Medicina, Biotecnología y Podología, que muestran procedimientos experimentales clave que son impartidos en las prácticas de las asignaturas. La web funciona como un **entorno virtual de aprendizaje colaborativo**, donde se fomenta el *feedback* de los usuarios para la mejora continua de las prácticas microbiológicas.

### ➤ **Es-Tu-Día en la UMH: Fomento de vocaciones científicas**

En el marco de las jornadas de puertas abiertas y actividades de captación de la UMH, el área organiza talleres prácticos bajo el programa "Estudia un día en la UMH". Estas sesiones, coordinadas por los profesores María Isabel Navarro y Manuel Sánchez, están diseñadas para que los alumnos de bachillerato tengan su primer contacto real con la microbiología en un entorno universitario. El taller consiste en la realización de una tinción de Gram

a partir de una muestra de yogur. Durante una hora, grupos de hasta 20 alumnos aprenden a manejar el asa de siembra, fijar muestras al calor con el mechero Bunsen y observar la morfología bacteriana al microscopio. Esta actividad no solo enseña técnicas básicas, sino que ayuda a romper la germofobia al mostrar microbios beneficiosos presentes en la alimentación cotidiana.

### ➤ **Taller Una Salud (One Health)**

Aprovechando la celebración anual del Congreso Internacional de Estudiantes de Medicina en la UMH, desde nuestro grupo ofrecemos a los congresistas la posibilidad de hacer un taller de dos horas de duración, en el que, agrupados por equipos, compiten para resolver una misteriosa situación en la que la implicación de los microorganismos es la clave. La situación que planteamos está basada en hechos reales, como "la crisis del fenogreco contaminado de 2011" (mal llamada "crisis de los pepinos"), y partiendo de una situación de casos de mortalidad y diarreas graves, los equipos tienen que ir dirigiendo sus pesquisas para llegar a conocer el origen del problema. Es divertido, emocionante y una inmersión en los vínculos entre el entorno, la salud animal y la humana, la base del marco *One Health*.

### ➤ **Cine y microbios**

El profesor Manuel Sánchez Angulo utiliza el séptimo arte como un aliado para combatir prejuicios sociales sobre los microbios. Usando fragmentos de películas (o *micro-movie clips*) en el aula para ilustrar conceptos complejos: desde la bioeconomía circular en *Mad Max. Más allá de la Cúpula del Trueno*, hasta la biorremediación en *Nausicaä del Valle del Viento*. El cine permite debatir sobre biotecnología futurista, patentes genéticas o la historia de científicos como Pasteur y Ehrlich, humanizando la ciencia y conectándola con la cultura popular.

### ➤ **Bulostáticos y bulocidas: Estudiantes contra la desinformación**

La iniciativa más reciente del grupo, denominada "Bulostáticos y Bulocidas", nace como respuesta a la proliferación de noticias falsas y pseudoterapias en

redes sociales. Este proyecto de Aprendizaje y Servicio coordinado por la profesora Colom, pretende que los estudiantes de ciencias se conviertan en sujetos activos y acreditados para combatir la desinformación sanitaria. Los estudiantes actúan como una red de "cazabulos", rastreando contenidos falsos para analizarlos bajo la tutoría del profesorado y elaborar refutaciones basadas en la evidencia científica que luego son publicados en Instagram en la cuenta @bulostaticos\_y\_bulocidas. Los términos "bulostático" y "bulocida" emulan a los fármacos que detienen el desarrollo (microbiostáticos) y que destruyen (microbicida) a los microorganismos, simbolizando el compromiso social de los alumnos para frenar la propagación de mentiras que deterioran la salud pública.

En conclusión, este conjunto de actividades demuestra que la enseñanza de la microbiología en la UMH trasciende el aula para convertirse en un servicio a la comunidad, utilizando desde el arte y el cine hasta las redes sociales para formar profesionales competentes y comprometidos.

## Referencias


- Gil-Serna, J, et al.** (2025). Citizen Science to Raise Antimicrobial Resistance Awareness in the Community: The MicroMundo Project in Spain and Portugal. *Microb Biotechnol.* 18(3): e70123. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.70123>.
- Sánchez-Angulo, M.** (2023). Microbial pathogens in the movies. *FEMS Microbiol Lett.* 370: fnad129. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnad129>.
- Sánchez-Angulo, M.** (2025). Positive Microbiology in the Movies. *Microb Biotechnol.* 18: e70085. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.70085>.

# Los cursos SEM ONLINE: una oferta formativa consolidada y accesible

**ANA M. GARCÍA Y DIEGO A. MORENO**

Coordinadores Cursos SEM online  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales  
Universidad Politécnica de Madrid (ETSII-UPM)

✉ [ana.garcia.ruiz@upm.es](mailto:ana.garcia.ruiz@upm.es) | [diego.moreno@upm.es](mailto:diego.moreno@upm.es)

 <https://www.semicrobiologia.org/cursos-online>



La formación a distancia en Microbiología promovida por la SEM se ha consolidado en los últimos años como una herramienta eficaz para la actualización de conocimientos y el desarrollo profesional en un ámbito científico en constante evolución. Desde su puesta en marcha en 2010, esta iniciativa ha experimentado un crecimiento sostenido, adaptándose a las nuevas necesidades formativas y ampliando su alcance a un perfil cada vez más diverso de participantes.

Uno de los principales valores de los Cursos SEM online es su carácter inclusivo. Aunque están especialmente orientados a graduados, licenciados e ingenieros, la oferta se dirige a cualquier persona interesada en la Microbiología que disponga de una base mínima en la materia. Esto incluye estudiantes de grado, personal técnico de empresas, profesionales de formación profesional e incluso perfiles que, sin dedicarse exclusivamente a la microbiología, emplean sus herramientas en su actividad diaria y buscan complementar su formación.

La modalidad online constituye una de las claves del éxito de esta oferta formativa. El aprendizaje se desarrolla íntegramente a través de internet, lo que permite a los participantes compatibilizar el estudio con sus responsabilidades laborales y personales. Basta con disponer de un ordenador y conexión a la red para acceder a los contenidos, alojados en un campus virtual con acceso personalizado.



Ana M. García y Diego A. Moreno.

Este entorno proporciona una experiencia de aprendizaje flexible, pero estructurada, que exige al mismo tiempo constancia y disciplina por parte del alumnado.

Cada curso cuenta con uno o varios profesores tutores, responsables tanto de la elaboración de los materiales didácticos como del acompañamiento del alumnado. Estos tutores, expertos en sus respectivas áreas, desempeñan un papel fundamental en la resolución de dudas, la orientación del aprendizaje y el seguimiento del progreso académico. La interacción se articula a través del aula virtual, donde los participantes pueden plantear cuestiones, debatir conceptos y profundizar en los contenidos.

En cuanto a la carga lectiva, todos los Cursos SEM online tienen una duración de 100 horas. Se recomienda una dedicación media de unas 8 horas semanales, lo que permite avanzar de manera progresiva en el temario sin comprometer otras actividades. La estructura modular de los cursos facilita la organización del estudio y el acceso secuencial a los contenidos.

La evaluación es continua y se basa en la realización de pruebas tipo test al finalizar cada unidad. Este sistema permite al alumnado medir su progreso de forma constante y consolidar los conocimientos adquiridos. Aquellos participantes que superan satisfactoriamente las evaluaciones reciben un certificado, que acre-

| CURSOS SEM ONLINE DESDE SU INICIO |  |                               |               |         |               |
|-----------------------------------|--|-------------------------------|---------------|---------|---------------|
| Fecha de realización              | Curso  | Profesorado                   | Año de inicio | Edición | Participantes |
| <b>Marzo -Mayo</b>                | Biocología y Seguridad Microbiológica de los Alimentos (BSMA)                              | Mercedes Berlanga             | 2010          | 16      | 281           |
|                                   | Microbiología y Conservación de Cosméticos (MCC)   | Pilar Orús y Sonia Leranoz    | 2011          | 16      | 837           |
|                                   | Microbioma Humano: Su Implicación en Salud (MHS)   | Dulcenombre Gómez-Garre       | 2020          | 7       | 158           |
| <b>Octubre -Diciembre</b>         | Biodeterioro y Biodegradación de Materiales (BBM)  | Diego A Moreno y Ana M García | 2010          | 16      | 80            |
|                                   | Técnicas Independientes de Cultivo en Microbiología de los Alimentos (TICMA)               | Baltasar Mayo                 | 2013          | 14      | 122           |
|                                   | Bioseguridad y Prevención de Riesgos Laborales en los Laboratorios de Microbiología (PRLM) | María Mazariegos              | 2014          | 13      | 153           |
|                                   | Prevención y Control de Virus Emergentes (PCVE)  | Estela Escribano              | 2014          | 13      | 87            |
|                                   |  |                               |               |         | 1718          |

ditada tanto la realización del curso como el nivel de aprovechamiento alcanzado. Este certificado, emitido por la Sociedad Española de Microbiología, constituye una garantía de calidad y un valor añadido en el ámbito profesional.

Otro aspecto destacable es la política de precios, diseñada para favorecer el acceso a la formación. El coste general de cada curso es de 250 euros, con tarifas reducidas para socios de la SEM (150 euros), miembros de entidades colaboradoras (200 euros) y participantes de Sudamérica (180 euros, o 120 euros si pertenecen a alguna Sociedad Latinoamericana de Microbiología). Además, se aplican descuentos del 20 % para antiguos alumnos, personas en situación de desempleo y jubilados. Los cursos también pueden bonificarse a través de FUNDAE, lo que supone una ventaja adicional para empresas interesadas en la formación de su personal.

El sistema de becas constituye otro incentivo importante. En cada curso se concede un 10 % de becas en función del rendimiento académico, lo que equivale a una beca por cada diez alumnos matriculados. Estas becas incluyen un diploma acreditativo y una dotación económica, lo que refuerza la motivación y el compromiso de los participantes.

El proceso de inscripción es sencillo y permanece abierto durante todo el año, si bien se recomienda realizar la preinscripción con antelación debido al número limitado de plazas. Una vez aceptada la solicitud, el participante recibe las instrucciones necesarias para formalizar la matrícula.

En un contexto en el que la formación continua resulta imprescindible, la modalidad online no solo amplía el acceso al conocimiento, sino que también fomenta una comunidad de aprendizaje dinámica

y diversa, capaz de responder a los retos presentes y futuros de la microbiología.

En conjunto, los Cursos SEM online constituyen una oferta formativa de calidad, respaldada por una sociedad de referencia en el ámbito de la microbiología. Su enfoque flexible, su orientación práctica y su compromiso con la excelencia académica los convierten en una opción especialmente atractiva para quienes desean actualizar sus conocimientos, mejorar sus competencias profesionales o iniciarse en áreas especializadas de la microbiología.



# Ciencia con nombre de Mujer: El IES Lope de Vega se convierte en un escaparate histórico de las “Pioneras de la Microbiología”

ALEJANDRO JIMÉNEZ GÓMEZ<sup>1</sup>, DAVID ABRIL SANTANDER<sup>1</sup>, JOSÉ DAVID FLORES FÉLIX<sup>2</sup> Y RAÚL RIVAS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IES Lope de Vega, Madrid, España.

<sup>2</sup>Departamento de Microbiología y Genética de la Universidad de Salamanca, España.

✉ [alejandrojimenezgomez@educa.madrid.org](mailto:alejandrojimenezgomez@educa.madrid.org)

La enseñanza de la Microbiología en las aulas de educación secundaria y bachillerato a menudo se centra en los grandes hitos de figuras como Pasteur o Koch. Sin embargo, esta narrativa ha omitido sistemáticamente a las mujeres que, desde la sombra o desafiando las convenciones de su época, permitieron el desarrollo y progreso de esta disciplina. Con el objetivo de restaurar esta justicia y dotar de referentes femeninos a las nuevas generaciones, el IES Lope de Vega de la Comunidad de Madrid ha acogido dentro de su II congreso titulado “*Investigadoras ODS*” llevado a cabo en la semana de la conmemoración del “*Día Internacional de la mujer y la niña en la Ciencia*” la exposición “Pioneras de la Microbiología”.

## ➤ Una Alianza por la Transferencia del Conocimiento

Esta muestra es fruto del trabajo de conceptualización de Raúl Rivas González y José David Flores Félix, del Departamento de Microbiología y Genética de la Universidad de Salamanca. La apuesta por trasladar esta exposición a centros educativos responde a una necesidad urgente de transmisión de conocimiento en el ámbito microbiológico. Al exponer estas infografías en un instituto, se busca que el alumnado vea en la ciencia un camino posible, eliminando ese “vacío femenino” que, en muchas ocasiones, se percibe al examinar los libros de texto tradicionales.

## ➤ El Legado Silenciado: Del Agar a la Lámpara

La exposición ofrece un recorrido fascinante por nombres que cambiaron nues-

tra forma de entender la vida microscópica. Un ejemplo paradigmático es Fanny Hesse (1850-1934). Como cocinera, ilustradora y asistente no remunerada, su perspicacia fue la que permitió que Robert Koch utilizara por primera vez el agar-agar como agente gelificante, superando los problemas técnicos de la gelatina. Gracias a ello, Koch pudo cultivar con mayor facilidad a la bacteria *Mycobacterium tuberculosis*, el agente patógeno responsable de la tuberculosis. Sin embargo, Fanny no obtuvo reconocimiento financiero ni científico por su aportación.

En el ámbito de la salud pública, la muestra destaca a Florence Nightingale (1820-1910), “la dama de la lámpara”. La insistencia de Florence en la higiene, la ventilación y el saneamiento redujo drásticamente la mortalidad hospitalaria, y sentó las bases de la enfermería moderna y de la prevención de enfermedades infecciosas.

## ➤ Visionarias del Siglo XX y XXI

El recorrido por el pasillo del IES Lope de Vega, que es uno de los seis centros históricos de la comunidad de Madrid, también permitió descubrir a figuras como Alice Catherine Evans, la primera mujer en ocupar un puesto permanente como bacterióloga en el USDA, y cuyo trabajo sobre la bacteria *Brucella abortus* impulsó la pasteurización sistemática de la leche desde 1930.

La genética bacteriana también está presente a través de la figura de Esther Lederberg (1922-2006), que descubrió el fago lambda y desarrolló la técnica de réplica en placa, una herramienta que aún hoy es fundamental en los laboratorios de todo el mundo. De igual modo, la exposición rinde

homenaje a June Almeida (1930-2007), la viróloga que, mediante técnicas pioneras de microscopía electrónica, fue la primera persona en observar e identificar un coronavirus en 1967.

No se olvidan perfiles más contemporáneos como el de Abigail Salyers, considerada la madre de la investigación del microbioma humano, quien revolucionó nuestra comprensión sobre las bacterias intestinales y su papel en la salud, o Jessie Isabelle Price, pionera en microbiología veterinaria que salvó a la industria avícola con sus vacunas contra la “enfermedad del pato”.

## ➤ Ciencia que Inmuniza: De Lady Montagu a la Erradicación

Uno de los puntos más llamativos para el alumnado es la historia de Lady Mary Wortley Montagu (1689-1762). Setenta y cinco años antes de Edward Jenner, esta aristócrata introdujo en Europa la técnica de la variolización para combatir la viruela, tras observarla en sus viajes por el Imperio Otomano. Su valentía al realizar los primeros ensayos clínicos rudimentarios fue el primer paso hacia la erradicación total de la enfermedad en 1980.

## ➤ Metodología de aplicación en el aula: Aprender a través del Panel

En total, la colección muestra a doce mujeres notables que expandieron el conocimiento microbiológico en épocas donde el rol científico femenino tendía a ser relegado o infravalorado. La exhibición de la exposición persigue garantizar un aprendizaje significativo y una transferen-



Figura 1. Alumnado realizando la actividad en la sala correspondiente para la exposición en el IES Lope de Vega de Madrid.

cia real de conocimiento y, por esta razón, conllevó la realización de una actividad dirigida a los estudiantes de **1º de Bachillerato** de la asignatura de **Biología, Geología y Ciencias Ambientales** (figura 1).

La actividad fue estructurada en dos fases diferenciadas dentro de una sesión lectiva de 55 minutos:

1. **Fase de Indagación y Búsqueda (35-40 minutos):** Los alumnos, provistos de un cuestionario guía, recorrieron los diferentes paneles de la exposición. El objetivo era localizar información crítica sobre los hitos científicos expuestos. Esta metodología de “búsqueda del tesoro” científica fomenta la autonomía y la lectura comprensiva de textos técnicos divulgativos.
2. **Fase de Puesta en Común y Reflexión (15-20 minutos):** Una vez

completadas las breves preguntas, el alumnado regresó al aula para una sesión de debate junto al docente.

Este enfoque pedagógico permitió que los estudiantes no solo conocieran los nombres de estas pioneras, sino que comprendieran el contexto histórico y científico de sus hallazgos, reforzando los contenidos curriculares de la asignatura mediante el uso de referentes femeninos reales y tangibles.

➤ **Conclusión: ¿Serás tú la siguiente?**

La acogida de la exposición en el IES Lope de Vega demuestra que la microbiología, explicada a través de sus protagonistas, genera una conexión emocional que la teoría pura a veces no logra. La labor de la Universidad de Salamanca al sacar estos

contenidos de la academia y llevarlos a la educación secundaria y bachillerato es vital.

Como reza uno de los paneles finales de la muestra: **“Cada historia es única e irrepetible... ¿Serás tú la siguiente?”**. Gracias a esta transferencia, los estudiantes de este destacado centro de Madrid hoy saben que la microbiología no es solo un campo de estudio, sino un legado construido por mujeres tenaces, brillantes y, sobre todo, pioneras.

# Divulgación científica en el entorno rural desde el enfoque “One Health”: Seguridad alimentaria y resistencia a los antimicrobianos

LETICIA CARBALLEIRA<sup>1,2</sup>, LAURA TALLOS<sup>1,2</sup>, VANESA GARCÍA<sup>1,2,3</sup>, AZUCENA MORA<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Referencia de *Escherichia coli* (LREC), Dpto. De Microbiología e Parasitología, Universidade de Santiago de Compostela (USC), 27002 Lugo, España.

<sup>2</sup>IARCUS Aquatic One Health Research Centre, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela 15782, España.

<sup>3</sup>Instituto de Investigación Sanitaria de Santiago de Compostela (IDIS), Santiago de Compostela 15782, España.

✉ [leticia.carballeira.campa@usc.es](mailto:leticia.carballeira.campa@usc.es) | [azucena.mora@usc.es](mailto:azucena.mora@usc.es)



Figura 1. Izquierda, miembros del grupo LREC-SA (USC) en el evento de la G-Night. Derecha, con el premio PRAN, y alumnos de TFG de los grados en Veterinaria y Bioquímica, así como de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería.

El equipo del Laboratorio de Referencia de *Escherichia coli* – Seguridad Alimentaria (LREC-SA) de la Universidad de Santiago de Compostela, Campus de Lugo, dirigido por la catedrática Azucena Mora, está especializado en la caracterización de cepas patógenas y/o multirresistentes de *E. coli*, y otras enterobacterias, así como en el estudio de la transmisión de clones de alto riesgo entre animales, humanos y medio ambiente (Figura 1).

Desde hace años investigamos el papel de los alimentos como pieza clave en la vigilancia de las resistencias a los antimicrobianos. En nuestro proyecto actual, PID2022-143041OB-I00 de generación de

conocimiento, hemos ampliado este enfoque incorporando elementos del medio ambiente y nuevas matrices de estudio, como el jabalí y la carne de caza. La propuesta de vigilancia e intervención incluida en este proyecto fue reconocida como la **mejor iniciativa de investigación** frente a la resistencia a los antibióticos por el Plan Nacional frente a la Resistencia a los Antibióticos (PRAN 2024).

Nuestro grupo entiende la divulgación científica como una herramienta de transformación social. Por ello, una amenaza global como la resistencia a los antibióticos debe trascender el ámbito académico y llegar a la ciudadanía. Con ese objetivo,

hemos llevado la ciencia fuera de la universidad, apostando por el entorno rural como espacio estratégico de intervención.

## ➤ El laboratorio sale a la feria

En el marco del proyecto “Ciencia á Feira”, financiado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), transformamos centros educativos y ferias tradicionales de municipios rurales como Triacastela, Castro Ribeiras de Lea y Melide en espacios de interacción científica.

En el taller “A guerra contra as superbacterias” creamos un “laboratorio mágico”

en el que escolares y adultos, incluidas profesionales locales como las pulpeiras, asumieron el papel de investigadores por un día.

Diseñamos un tríptico y carteles informativos para explicar qué son las “superbacterias”, dónde se encuentran y en qué consiste el enfoque *One Health* (Figura 2). Mostramos cómo la resistencia a los antibióticos fluye “de la granja a la mesa, pasando por el medio ambiente”, y aclaramos que no todas las bacterias son perjudiciales, pero el uso inapropiado de antibióticos y las prácticas de higiene deficientes aceleran un proceso evolutivo natural que favorece la aparición y diseminación de resistencias.

El “laboratorio mágico” se estructuró en cinco secciones: Bioseguridad, Cocina, Toma de muestras, Superbacterias y Prevención. Durante el recorrido, los participantes comprendían la importancia de utilizar equipos de protección adecuados al nivel de riesgo; descubrían que las bacterias necesitan condiciones específicas para crecer; observaban “superbacterias” al microscopio; y aprendían a determinar si una bacteria es resistente a los antibióticos, concienciándoles de la dificultad para tratar infecciones comunes, como una cistitis.

La actividad concluía con recomendaciones prácticas para frenar la propagación de las resistencias: uso responsable de antibióticos, correcta eliminación de medicamentos en los puntos SIGRE y la importancia de un gesto tan sencillo, y eficaz, como el lavado adecuado de manos.

### ➤ Manipulación segura de carne de caza

Nuestra labor formativa en seguridad alimentaria se extendió a los municipios de Cospeito, Monforte y A Fonsagrada, con la iniciativa “*Xabaril, Unha Saúde (One Health) e seguridade alimentaria fronte á resistencia aos antimicrobianos*”, financiada por la Deputación de Lugo, con la colaboración de la Federación Galega de Caza.

Los talleres, dirigidos a cazadores, manipuladores y consumidores de carne de

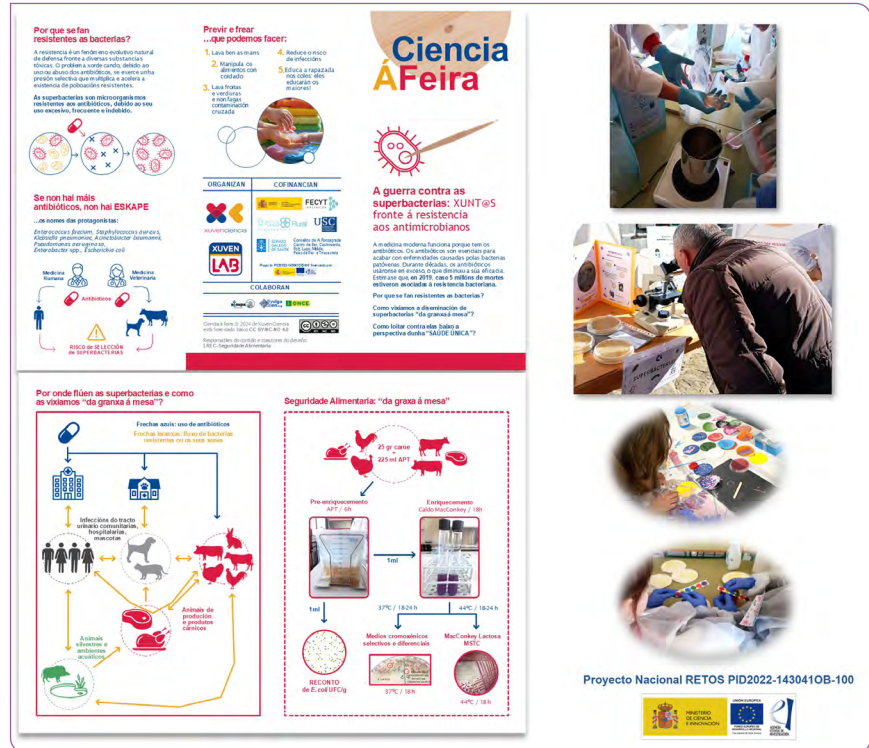


Figura 2. Tríptico “A guerra contra as superbacterias” diseñado para las actividades en ferias y centros educativos.

caza, combinaron charlas breves y sesiones prácticas. Se abordaron aspectos clave como el manejo higiénico de las canales en el campo, la refrigeración temprana, la prevención del contacto de los perros con las piezas abatidas y las pautas de conservación de la carne de jabalí, tanto para autoconsumo como para venta autorizada.

También compartimos resultados de nuestras investigaciones, que muestran cómo la fauna silvestre, al interactuar con entornos humanizados, puede actuar como centinela de la resistencia a los antimicrobianos, reforzando el enfoque *One Health* y la necesidad de establecer criterios específicos para evaluar la calidad microbiológica de esta carne. Concluimos que la carne de caza puede consumirse con seguridad cuando se aplican buenas prácticas de manipulación.

Como perspectiva futura, nos planteamos el reto de impulsar una divulgación contextualizada, adaptada a la realidad y a las necesidades específicas del medio rural.

## Referencias

**Nota de prensa del PRAN (2024).** *La AEMPS anuncia los ganadores de la IV edición de los premios del Plan Nacional frente a la Resistencia a los Antibióticos.*

**Nota de prensa de La Voz de Galicia (2024).** *Premio a una investigación internacional sobre salud liderada por el campus de Lugo. (2025). Personal del campus de Lugo enseña a comer carne de caza sin riesgo para la salud: «Falta percepción de riesgo».*

**Divulgatega, FECYT (2024).** *Ciencia Á Feira.* <https://convocatoria.fecyt.es/repositorio/Proyecto-destacado.aspx?Id=1789>

**Nota de prensa de LugoXa (2025).** *El programa ‘Ciencia a la Feria’ presentará en Lugo cuatro nuevas líneas temáticas para el curso 2024/2025*

**Nota de prensa de la USC (2025).** *Xornadas científico-divulgativas da USC. Xabaril, Unha Saúde (OneHealth) e seguridade alimentaria fronte á resistencia aos antimicrobianos*

# FAGO@VAL: educación, salud global, divulgación y sostenibilidad frente a la resistencia bacteriana

ELENA G. BIOSCA, ISABEL SALAS-LASTRES, JOSÉ F. CATALÀ-SENENT, ROSA VÁZQUEZ, ANA PÉREZ-SOLSONA, TERESA LUCENA Y BELÉN ÁLVAREZ

Departamento de Microbiología y Ecología, *Universitat de València*, Valencia, España.

✉ [elena.biosca@uv.es](mailto:elena.biosca@uv.es)



Algunos miembros de FAGO@VAL en Expociencia 2025.

La resistencia bacteriana se ha convertido en una amenaza que afecta a la salud global, con implicaciones en medicina, veterinaria, agroalimentación y medio ambiente (WHO, 2025). El problema no solo radica en la cada vez menor eficacia de los antibióticos, sino también en las crecientes limitaciones de la Unión Europea al uso de los agroquímicos. En este contexto, los bacteriófagos (fagos) líticos, virus que infectan y destruyen bacterias, pueden combatir la resistencia antimicrobiana de forma ecológica, segura y sostenible (Álvarez y Biosca, 2025; Jesudason, 2025; WHO, 2025). A diferencia de otros virus

que afectan a seres humanos, animales y plantas, los fagos solo infectan bacterias. Los fagos líticos y específicos de ciertos patógenos bacterianos son bactericidas naturales idóneos para tratar infecciones bacterianas con gran especificidad, lo que reduce el impacto de los antibióticos, productos agroquímicos y otros antimicrobianos en la salud humana, animal y vegetal, así como en el medio ambiente. Por este motivo, el uso de fagos como agentes bio-terapéuticos (fagoterapia) ha recuperado protagonismo como alternativa o complemento selectivo, seguro y sostenible frente a la resistencia bacteriana, aunque

tienen muchas otras aplicaciones (Biosca y Álvarez, 2024; Biosca *et al.*, 2024, 2026; Álvarez y Biosca, 2025).

Sobre esta idea surgió FAGO@VAL, un proyecto de innovación educativa y ciencia ciudadana del Departamento de Microbiología y Ecología de la *Universitat de València* (UV) que combina innovación docente, divulgación y compromiso social, así como la búsqueda cooperativa de fagos con potencial terapéutico (Biosca *et al.*, 2024). El proyecto, que comenzó como una experiencia piloto en el curso 2022/23, ha continuado con varias adaptaciones en tres ediciones más,

con una metodología de Aprendizaje-Servicio y objetivos concretos: sensibilizar a la sociedad valenciana sobre la resistencia antimicrobiana, divulgar el potencial de los fagos e implicar al alumnado universitario y preuniversitario en la búsqueda colaborativa de posibles soluciones naturales, conectándolo con la estrategia “Una sola salud” y con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Biosca *et al.*, 2024; Biosca y Álvarez, 2024).

Uno de sus mayores aciertos ha sido trasladar este enfoque a estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato. FAGO@VAL convierte al alumnado en protagonista de un proceso científico real, ya que aprende sobre bioseguridad, toma de muestras ambientales, aísla fagos frente a bacterias seguras, usa distintas bacterias para demostrar la importancia de la especificidad para la fagoterapia y observa e interpreta resultados (Biosca *et al.*, 2024). De este modo, comprende que la microbiología puede ofrecer soluciones naturales a problemas sanitarios, agroalimentarios y ambientales reales. Este enfoque biológico ayuda a despertar vocaciones científicas en una etapa decisiva y refuerza el interés por los grados de Ciencias Biológicas y Ciencias de la Salud, además de proporcionar formación científica y habilidades divulgativas (Biosca *et al.*, 2024).

El proyecto tiene, además, una dimensión social, ya que no se limita a las sesiones de laboratorio en los Institutos de Educación Secundaria (IES), sino que busca llegar a distintos públicos mediante acciones divulgativas presenciales y digitales. FAGO@VAL ha ganado visibilidad en publicaciones nacionales como SEM@foro (Biosca *et al.*, 2024), en la web de la UV, en su propia web (<https://www.uv.es/fagoval/>) y cuenta de X (Twitter) @fagoval, donde ha difundido su participación en varios talleres de Expociencia. Esta combinación permite que el mensaje alcance a estudiantes universitarios y preuniversitarios, así como al público en general, y convierte la divulgación sobre los fagos en una parte sustancial del proyecto, que también busca la aceptación social de la fagoterapia para curar infecciones bacterianas multirresistentes (Biosca *et al.*, 2024).

FAGO@VAL integra de manera natural la estrategia “Una sola salud” y los ODS, ya

que los fagos pueden contribuir a la salud humana, animal, vegetal y medioambiental, y a alcanzar los ODS 3 (Salud y Bienestar), 4 (Educación de Calidad), 6 (Agua Limpia y Saneamiento), 12 (Producción y Consumo Responsables) y 17 (Alianzas) (Biosca y Álvarez, 2024). A ello cabe añadir el ODS 5 (Igualdad de Género), ya que el proyecto incluye entre sus acciones promover la igualdad, la diversidad y la participación de profesoras e investigadoras, lo que ofrece referentes importantes para el alumnado. Hay también otros ODS a los que los fagos pueden contribuir directa e indirectamente (Álvarez y Biosca, 2025).

Las perspectivas de futuro de este proyecto son amplias. En el ámbito científico, puede ampliarse mediante el aislamiento y la caracterización de nuevos fagos con aplicaciones clínicas, ambientales o agrícolas. En agricultura, esta vía resulta especialmente prometedora, como refleja el uso de virus bacteriófagos como bioestrategia para combatir las bacteriosis de las plantas y conseguir una agricultura más saludable y sostenible (Biosca *et al.*, 2024, 2026; Biosca y Álvarez, 2025). En el ámbito educativo, el reto consistirá en consolidar la red de centros participantes y seguir ampliando su impacto social. En definitiva, FAGO@VAL demuestra que la universidad puede enseñar, investigar y divulgar al mismo tiempo, y que la salud global y la sostenibilidad también se construyen desde las aulas.

## Financiación y agradecimientos

Proyectos de Innovación docente SFPIE PID-2079790, SFPIE\_PIEE-2736253, SFPIE\_PIEE-3327062 y SFPIE\_PIEE-3899066 del Vicerrectorado de Formación Permanente, Transformación Docente y Ocupación de la *Universitat de València*, proyecto AICO/2021/261 de la *Conselleria* de Innovación, Universidades, Ciencia y Sociedad Digital de la *Generalitat Valenciana* y proyecto I+D+i PID2021-123600OR-C44, financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER Una manera de hacer Europa. Agradecemos al profesorado y alumnado de educación secundaria, bachillerato y universidad que han apoyado o participado en FAGO@VAL.

## Bibliografía

- Álvarez, B. y Biosca, E.G. (2025). Harnessing the activity of lytic bacteriophages to foster the Sustainable Development Goals and the “One Health” strategy. *Viruses* 17: 549. <https://doi.org/10.3390/v17040549>
- Biosca, E.G. y Álvarez, B. (2024). Bacteriófagos, Objetivos de Desarrollo Sostenible y Salud Global. *SEM@foro* 78: 9-12.
- Biosca, E.G. y Álvarez, B. (2025). Virus bacteriófagos como bioestrategia frente a bacteriosis de plantas para una agricultura más saludable y sostenible. *Revista Española de Fitopatología* 12: 22-28.
- Biosca, E.G., Delgado-Santander, R., Morán, F., Figàs-Segura, À., Vázquez, R., Català-Senent, J.F. y Álvarez, B. (2024). First European *Erwinia amylovora* lytic bacteriophage cocktails effective in the host: characterization and prospects for fire blight biocontrol. *Biology* 13:176. <https://doi.org/10.3390/biology13030176>
- Biosca, E.G., Salas-Lastres, I., Català-Senent, J.F., Morán F., Palacio-Bielsa, A. and Álvarez, B. (2026) Development of the first European *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *euvesicatoria* lytic bacteriophage cocktail effective in controlling bacterial spot disease in pepper plants. *Front. Microbiol.* 17:1821339. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2026.1821339>
- Biosca, E.G., Vázquez, R., Maicas, S., Fouz, B., Rico, H., Zueco, J., Pérez-Solsona, A., Morán, F., Salas, I., Català-Senent, J.F. y Álvarez, B. (2024). Innovación educativa y búsqueda colaborativa de bacteriófagos frente a las superbacterias: FAGO@VAL. *SEM@foro* 78: 7-8.
- Jesudason, T. (2025). Advancing the use of bacteriophages to tackle AMR. *Lancet Microbe.* 15:101204. <https://doi.org/10.1016/j.lanmic.2025.101204>
- WHO. (2025). Building the evidence for the use of bacteriophage therapy. <https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EURO-2025-11441-51213-78039>

# SWICEU: ciencia ciudadana, del laboratorio a las aulas y a la sociedad

MARÍA TERESA PÉREZ-GRACIA<sup>1</sup>; ANTONIO TARÍN<sup>1</sup>; CAROLINA GALIANA<sup>1</sup>; JOSÉ IGNACIO BUESO<sup>1</sup>; BEATRIZ SUAY<sup>1</sup>; SARA FERNÁNDEZ<sup>1</sup>; ELISA MARCO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Microbiología. Departamento de Farmacia. <sup>2</sup>Unidad de Cultura Científica. Departamento de Comunicación Periodística. Universidad CEU Cardenal Herrera. Valencia, España.

✉ [teresa@uchceu.es](mailto:teresa@uchceu.es)

La resistencia a los antibióticos se ha convertido en uno de los grandes retos sanitarios de nuestro tiempo. Frente a este problema, en 2017 nace en la Universidad CEU Cardenal Herrera (CEU UCH) el proyecto SWICEU, para aprender microbiología haciendo microbiología, sin conocimientos científicos previos, fuera de los laboratorios y a cualquier edad. Su objetivo es doble: promover la participación ciudadana en la búsqueda de nuevos antibióticos en el medio natural y concienciar sobre su uso responsable. Inspirado en iniciativas internacionales como *Small World Initiative* y *Tiny Earth*, e integrado en la red MicroMundo, SWICEU traslada al aula, y también fuera de ella, el proceso experimental que llevó a Alexander Fleming al descubrimiento de la penicilina.



Miembros del equipo SWICEU del curso 2025/2026 de la Universidad CEU Cardenal Herrera de Valencia. M<sup>o</sup> Teresa Pérez; Antonio Tarín; Carolina Galiana; José Ignacio Bueso; Beatriz Suay; Sara Fernández; Elisa Marco; Arantxa Sanz; Paula Monserrat; M<sup>o</sup> José Coca; Claudia Damas; Ivan Pociello; Rania Abbadi; Marcela Hidalgo; Clara Más; Pablo Jiménez; Amparo Navarro; Francina Sánchez; Natalia Ramírez; Paula Sánchez; Nahara Vilaplana; Manuela Jaramillo; Ignacio Cases; M<sup>o</sup> Belén Coca; Ana Lavao.

## ➤ Investigación real desde el aula

Uno de los elementos diferenciales de SWICEU es que el alumnado no simula ciencia: hace ciencia real. Estudiantes universitarios de Ciencias de la Salud guían a escolares de Secundaria y Bachillerato en todas las fases del trabajo experimental: recogida de muestras de suelo, diluciones, siembra en placas, aislamiento de colonias y ensayos de antibiosis frente a bacterias testigo.

En las nueve ediciones del proyecto los escolares han aislado más de 10000 colonias de microorganismos y 391 cepas con potencial actividad antibiótica, que se conservan en los laboratorios de la CEU UCH para su posible caracterización futura.

Más allá del dato cuantitativo, el valor científico del proyecto reside en su capacidad para acercar la investigación biomédica a etapas tempranas de formación, despertando vocaciones científicas y

fomentando el pensamiento crítico. Por esta razón, el proyecto SWICEU es uno de los embajadores de los Sapiencia Premis de la Red de Universidades Valencianas para el fomento de la Investigación, el Desarrollo y la Innovación (RUVID), que promueven vocaciones científicas entre los más jóvenes.

El proyecto SWICEU ha implicado a más de 1200 jóvenes entre universitarios y preuniversitarios. El papel del universitario resulta especialmente enriquecedor: aprende, pero también lidera, acompaña y comunica. En ese tránsito entre laboratorio y aula se consolidan competencias científicas, vocaciones investigadoras y una forma de entender la ciencia como servicio a la sociedad.

## ➤ Pueblos con-Ciencia: ciencia ciudadana

En los últimos años, SWICEU ha dado un paso más con el proyecto “Pueblos

con-Ciencia”, su vertiente de ciencia ciudadana. Vecinos de municipios como Cheste o Alfara del Patriarca han participado directamente en la recogida de muestras de suelo, el aislamiento de microorganismos y la detección de cepas con capacidad de antibiosis. Personas sin formación científica pasan a formar parte, durante unas semanas, del proceso investigador. Comprenden mejor cómo trabaja la microbiología y por qué la resistencia a los antibióticos es un problema que nos afecta a todos. Su experiencia científica y sus testimonios se incorporan a una serie audiovisual que dedica cada capítulo a un municipio participante.

## ➤ Ciencia que sale del laboratorio

Otro de los pilares fundamentales de SWICEU es la divulgación científica. Cada edición incorpora acciones diseñadas por los propios estudiantes para explicar de forma accesible qué son las resistencias

antimicrobianas y por qué el mal uso de los antibióticos compromete su eficacia. Vídeos, campañas en redes sociales, recursos visuales, cómics, canciones y formatos interactivos se han convertido en aliados para llevar la microbiología fuera del laboratorio.

Con el tiempo, esa vocación divulgadora ha incorporado también el juego como herramienta educativa. Así surgieron propuestas como el *street scape* Enigma en el campus, o Hipótesis, un juego de investigación ambientado en un laboratorio microbiológico. A estas iniciativas se han sumado campañas como “Act & Play” y “Usas o abusas”, lanzadas durante la *World Antibiotic Awareness Week* para acercar al público un problema que a menudo sigue percibiéndose como lejano. La experiencia acumulada en SWICEU demuestra que jugar, crear y comunicar no trivializa la ciencia, sino que la convierte en una herramienta más cercana, memorable y eficaz. La serie “Pueblos con-Ciencia” se incorpora como producto audiovisual innovador a estas acciones divulgativas del proyecto SWICEU.

### ➤ Impacto científico, educativo y social

El impacto de SWICEU puede entenderse desde tres dimensiones complementarias: científica, por la generación de cepas microbianas con potencial interés antibiótico; educativa, por el desarrollo de competencias y vocaciones investigadoras; y social, por la participación ciudadana y la sensibilización sobre el uso prudente de los antibióticos y la comprensión de las resistencias bacterianas. Además, el proyecto ha sido reconocido en convocatorias competitivas de divulgación científica (FECYT) y forma parte de la Red de Grupos de Investigación en Resistencias del PRAN.

### ➤ Mirando al futuro

Nueve años después de su inicio, SWICEU ha demostrado que una placa de Petri puede ser mucho más que un material de laboratorio. Puede ser una puerta de entrada a la ciencia, una herramienta para despertar vocaciones y un puente entre universidad y sociedad. En un momento en el que necesitamos más cultura científica y más conciencia sobre el uso responsable de los antibióticos, proyectos como este recuerdan algo esencial: la lucha frente a las resistencias no depende solo de los laboratorios, sino también de la educación y del compromiso colectivo.



Figura 2. Dimensiones científica, educativa y social del proyecto SWICEU.

## Algunas publicaciones y actividades generadas por el grupo

Bueso-Bordils, J.I., Suay-García, B., Galiana-Roselló, C., Marco-Crespo, E., Pérez-Gracia, M.T. Evaluation of the Impact of the Tiny Earth Project on the Knowledge About Antibiotics of Pre-university Students in the Province of Valencia on Three Different School Years (2017–2020). *Front Microbiol* 2020, 11: 576315. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.5763>

Tarín-Pelló, A., Marco-Crespo, E., Suay-García, B., Galiana-Roselló, C., Bueso-Bordils, J.I., Pérez-Gracia, M.T. (2022). Evaluation of Knowledge About Antibiotics and Engagement with a Research Experience on antimicrobial resistance (AMR) between pre-university and university students on five School Years (2017-2021). *Front Microbiol* 13: 959187. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.959187>

Tarín-Pelló, A., Marco-Crespo, E., Suay-García, B., Galiana-Roselló, C., Bueso-Bordils, J.I., Pérez-Gracia, M.T. (2022). Innovative gamification and outreach tools to raise awareness about antimicrobial resistance. *Front Microbiol* 13: 977319. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.977319>

Castro-Sánchez, E, Garelick, H, Pérez-Gracia, MT, Aminov, R. (2024). The Role of Education in Raising Awareness Towards Antimicrobial Resistance. *Front Microbiol* 15. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1444502>

Gil-Serna, J., Antunes, P., Campoy, S., et al. (2025). Citizen Science to Raise Antimicrobial Resistance Awareness in the Community: The MicroMundo Project in Spain and Portugal. *Microb Biotech* 18: e70123. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.70123>

Tarín-Pelló, A., Suay-García, B., Pérez-Gracia, M.T., Fernández-Álvarez, S. (2025). Antibióticos ‘inteligentes’: ¿puede acabar la IA con la resistencia antimicrobiana?. *The Conversation*. 29 de julio. <https://doi.org/10.64628/AAO.uccj6atsv>. <https://theconversation.com/antibioticos-inteligentes-puede-acabar-la-ia-con-la-resistencia-antimicrobiana-260112>

Tarín-Pelló, A., Fernández-Álvarez, S., Suay-García, B., Marco-Crespo, E., Bueso-Bordils, J.I., Galiana-Roselló, C., Pérez-Gracia, M.T. (2026). The new Flemings now sing: a methodological evaluation of gamification and citizen science strategies to raise awareness on antimicrobial resistance. *Immunol Cell Biol* 104: 265-75. <https://doi.org/10.1111/imcb.7009>

📍 Noticias SWICEU (2017-2026). <https://medios.uchceu.es/actualidad-ceu/etiqueta/swiceu/>

📍 SWI CEU UCH en YouTube. (2017-2026). <https://www.youtube.com/playlist?list=PLDt-M0gErNryEdJvK9Qv-GhX2GMM9UFQSu>

📍 Microhistorias SWI@CEU. (2017-2026). <https://www.youtube.com/playlist?list=PLDt-M0gErNrzKnK9fJvU-tRuURX0nSBm>

# El desarrollo de la Microbiología en España

**ALFONSO V. CARRASCOSA**

Departamento de Biodiversidad y Biología Evolutiva. Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC).  
Miembro Colaborador del Instituto de Estudios Madrileños.

✉ [av.carrascosa@csic.es](mailto:av.carrascosa@csic.es)

Esta colección pretende ser una enciclopedia de la historia de la microbiología española. Obtuvo su primer respaldo de la Sociedad Española de Microbiología (SEM), concretamente a través del Grupo Especializado en Docencia y Difusión de la Microbiología, durante el XXIII Congreso Nacional de Microbiología, que el 12 de julio de 2011 recibió el proyecto con agrado, y creó en apoyo de la misma una Comisión de Historia de la Microbiología, presidida por mí y con la finalidad de investigar la microbiología española desde una perspectiva histórica, de cara a su difusión. A principios de 2012 se presentó el proyecto al Prof. Julio Rodríguez Villanueva, entonces Vicepresidente del Consejo Científico de la Fundación Ramón Areces, para solicitarle una carta de apoyo al mismo, debido a su autoridad indiscutible en la materia, carta que no dudó en firmar de inmediato. En ella hacía referencia a que él mismo había escrito sobre la historia de la microbiología española, concretamente en el discurso de toma de posesión del título de Académico de Honor de la Real Academia de Ciencias de Sevilla, pronunciado el 18 de mayo de 2005 y titulado "El desarrollo de la Microbiología en España", discurso que finalmente sería publicado por la Fundación Ramón Areces <https://www.fundacionareces.es/fundacionareces/publicaciones/el-desarrollo-de-la-microbiologia-en-espana.html>, al solicitarle publicarlo nosotros como volumen 0 de la enciclopedia. Se comenzó la redacción del volumen I, falleciendo lamentablemente don Julio en el transcurso de la misma, por lo que la Dra. M<sup>a</sup> José Báguena Cervellera y yo mismo, entonces coordinadores de la obra, decidimos dedicarla en su honor, tomando además el nombre del mencionado discurso. La gene-



rosidad de la Fundación Ramón Areces ha hecho posible publicar en acceso libre el volumen I <https://www.fundacionareces.es/recursos/doc/portal/2019/04/23/el-desarrollo-de-la-microbiologia-en-espana-vol-i.pdf> y el volumen II <https://www.fundacionareces.es/recursos/doc/portal/2019/04/23/desarrollo-de-la-microbiologia-en-espana-vol-ii.pdf>, de los que di cuenta en SEM@foro.

Fue el pasado 2024 cuando por fin vio la luz el volumen III, también a vuestra disposición en descarga gratuita aquí <https://www.fundacionareces.es/fundacionareces/publicaciones/el-desarrollo-de-la-microbiologia-en-espana-vol-iii.html?tipo=2>, que incluyó los siguientes capítulos:

➤ Capítulo 1. BALDOMERO ÍÑIGO LEAL Y LA ESCUELA DE MADRID DE MICROBIOLOGÍA ENOLÓGICA Alfonso V. Carrascosa

➤ Capítulo 2. LOS INICIOS DE *HELICOBACTER PYLORI* EN ESPAÑA Teresa Alarcón, Diego Domingo y Manuel López-Brea

➤ Capítulo 3. CÉSAR NOMBELA CANO: MICROBIÓLOGO, GESTOR Y HUMANISTA Víctor J. Cid, Javier Arroyo, Concha Gil, Humberto Martín, Jesús Pla, Gloria Molero, Lucía Monteoliva y María Molina

➤ Capítulo 4. EL IMPACTO DE J. R. VILLANUEVA EN LA MICROBIOLOGÍA: UNA REFLEXIÓN PERSONAL Mariano Gacto Fernández

Aprovechando esta oportunidad me complace comunicaros que la empresa sigue adelante, y ya está preparado el Volumen IV, de próxima publicación, íntegramente dedicado a microbiólogas españolas, en el que la Dra. Ana Martín González, Catedrática de Microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid y yo mismo profundizamos en el papel jugado por algunas mujeres en el desarrollo de la microbiología en España.

Espero que esta breve reseña sea de utilidad para animar a todos los que la leyeren a participar con sus contribuciones al que sería Volumen V de esta enciclopedia de la historia de la microbiología española.

# Libros

**MANUEL SÁNCHEZ ÁNGULO**

Área de Microbiología. Departamento de Producción Vegetal y Microbiología. Universidad Miguel Hernández.

✉ [m.sanchez@umh.es](mailto:m.sanchez@umh.es)



## Título: Los últimos días de los dinosaurios

Autor: Riley Black

Editorial: Capitán Swing

ISBN: 979-13-990392-2-1

Pocos seres vivos crean tanta fascinación como los dinosaurios. Durante 135 millones de años estos gigantes fueron el grupo de vertebrados dominantes de los diferentes ecosistemas planetarios. Pero todo eso cambió en un solo día de hace 66 millones de años, cuando un asteroide de unos 10 km de diámetro impactó contra la Tierra en un lugar cercano a la actual península de Yucatán, causando la extinción de tres cuartas partes de todas las especies que habitaban la Tierra.

El libro de la paleontóloga y divulgadora científica Riley Black nos habla tanto del antes, pero sobre todo del después de dicho evento catastrófico. Y para ello se centra en lo que ocurrió en una determinada zona del planeta, la formación de Hell Creek, que se encuentra principalmente en Montana. Este sitio es crucial porque contiene una secuencia de rocas que documenta los dos millones de años del Cretácico antes del impacto, la capa de ceniza del evento mismo y el millón de años posterior en el Paleoceno. Es decir, no solo nos relata la catástrofe, sino también como los seres vivos sobrevivieron y comenzaron a extenderse ocupando los nuevos nichos ecológicos que habían surgido.

Black usa el recurso de la ficción para explicarnos lo que está sucediendo con esos seres vivos del pasado. Pero esa ficción está basada en la evidencia científica más actual. Un botón como muestra, el primer episodio comienza de la siguiente manera: "El *Triceratops* apesta. Hará unas pocas horas que el inmenso herbívoro se desplomó. Enjambres negros de moscas zumban en torno a su hocico inmóvil y sus ojos vidriosos...". Posteriormente sabremos que el animal falleció debido a un cáncer óseo y no por el ataque de un depredador como el *Tirannosaurus*. Pero su destino es similar, ya que su cadáver es poco a poco consumido por los diferentes carroñeros. De esa forma se nos describen las diferentes redes tróficas y ecológicas de los animales del Cretácico. De manera muy inteligente el relato de ficción no está inte-

rrumpido por ninguna cita bibliográfica lo que agiliza mucho la lectura. Para el lector interesado, todas las citas se encuentran en un apéndice final que recoge los artículos como el publicado en la revista *The Lancet* en el año 2020 sobre la descripción del primer caso de osteosarcoma descrito en un dinosaurio.

Cada capítulo nos describe un momento preciso. El momento antes del impacto, el impacto, la primera hora, el primer día, el primer mes, el primer año, cien años después, mil años después, cien mil años después, y un millón de años después. Estos intervalos nos van describiendo cómo algunos grupos de animales que sobrevivieron al impacto inicial, como los amonites, poco a poco van desapareciendo. Otros en cambio, debido a su comportamiento de vida en madrigueras subterráneas, pudieron sobrevivir y evolucionar en los actuales mamíferos. También nos habla de cómo los pequeños dinosaurios avianos consiguieron evitar el destino de los otros dinosaurios gracias a que sus picos dentados les permitieron encontrar sustento en las semillas de las plantas con flores. Incluso tiene algunos segmentos dedicados al papel crucial de los microorganismos, como por ejemplo el colapso de la fotosíntesis debido al polvo generado tras el impacto. Y por supuesto en la recuperación de los ecosistemas durante el Paleoceno.

Al final de la lectura del libro queda bastante claro que la supervivencia de los diferentes animales y plantas que luego medraron durante el Paleoceno fue una combinación de suerte y de adaptaciones previas, que por azar eran las adecuadas para enfrentarse a las nuevas condiciones. La vida del planeta sufrió una reinención total tras el impacto y probablemente no estaríamos leyendo estas líneas si no hubiera sido por dicho evento.

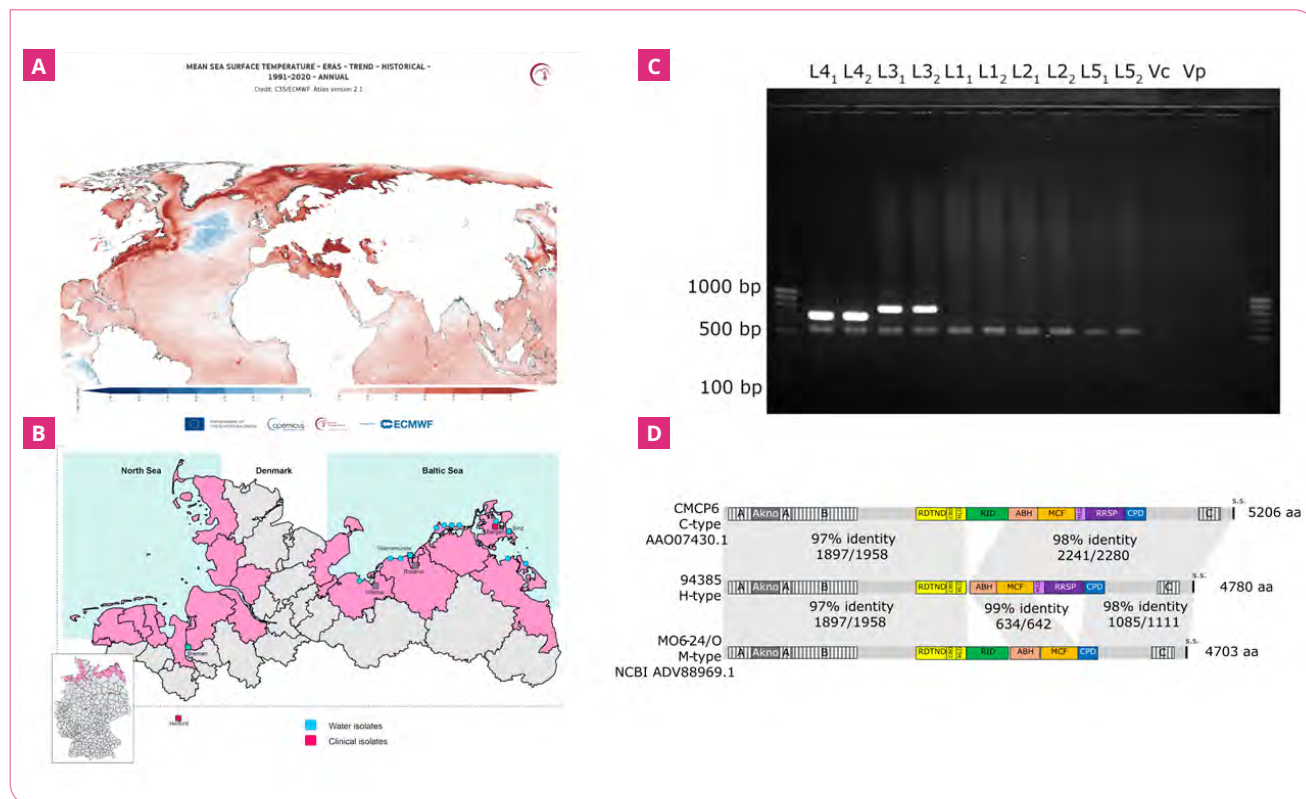
Una lectura muy entretenida y adecuada para disfrutar durante estas vacaciones,

## Emergencia y expansión del linaje europeo L4 de *Vibrio vulnificus*

HÉCTOR CARMONA-SALIDO, RUBÉN SALVADOR-CLAVELL Y CARMEN AMARO\*

Instituto Universitario de Investigación en Biotecnología y Biomedicina, Universitat de València

✉ carmen.amaro@uv.es



**Figura 1.** Mapa climático (A) y principales resultados del estudio (B, C, D). (A) Tendencia histórica de la temperatura superficial del mar (1991–2020). La intensidad del color rojo indica el grado de calentamiento. (B) Distribución geográfica de los nuevos aislados del linaje L4. (C) Resultados representativos de la PCR múltiplex para la identificación del linaje L4 y su discriminación frente a otros linajes de *V. vulnificus* y especies relacionadas: Vc, *V. cholerae*; Vp, *V. parahaemolyticus*. (D) Estructura comparada de las tres variantes de la toxina MARTX encontradas en el linaje 4. Los dominios tóxicos aparecen en código de colores. Se indica el nombre de la cepa (izquierda), el tipo de MARTX identificada y los porcentajes de identidad entre regiones homólogas.

*Vibrio vulnificus* es un patógeno marino zoonótico capaz de causar infecciones graves y sepsis fulminante en personas con factores de riesgo, especialmente sobrecarga de hierro o hepatopatías crónicas. Su distribución geográfica está estrechamente vinculada a la temperatura del agua marina, y el progresivo calentamiento global está favoreciendo la expansión de este microorganismo hacia latitudes más septentrionales (Figura 1A).

En este trabajo analizamos retrospectivamente la evolución y distribución del

linaje europeo L4, previamente considerado minoritario y representado únicamente por dos cepas aisladas en el Mediterráneo occidental en 1994. El análisis filogenómico de 221 aislados clínicos y ambientales recuperados en España y Alemania entre 1994 y 2017 permitió identificar 49 nuevas cepas L4 procedentes del mar Báltico alemán, aisladas entre 2003 y 2017 (Figura 1B). Estos resultados demuestran que un linaje inicialmente detectado en el Mediterráneo occidental estaba ya establecido en ecosistemas del norte de Europa antes del incremen-

to reciente de casos notificados en esa región, en un contexto de calentamiento sostenido de las aguas costeras.

Para facilitar su detección, desarrollamos una PCR múltiplex específica capaz de identificar *V. vulnificus* y discriminar simultáneamente el linaje L4 del L3 (un linaje restringido al Mediterráneo oriental) (Figura 1C). La herramienta mostró una concordancia completa con la asignación filogenómica, lo que la convierte en un instrumento útil para programas de vigilancia ambiental y clínica.

El linaje L4 se caracteriza por una elevada plasticidad genómica. Destaca la notable variabilidad capsular, con catorce genotipos diferentes, así como la presencia de tres arquitecturas distintas de la toxina MARTX. Entre ellas identificamos una nueva variante (tipo H), presente en casi la mitad de las cepas L4 y mayoritariamente en aislados ambientales (Figura 1D). El análisis genómico sugiere que esta variante se originó mediante un evento de recombinación intradominio dentro del gen *rtxA1*, que eliminó regiones implicadas en el control funcional interdominio y dio lugar a una arquitectura compuesta exclusivamente por dominios activos. Esta reorganización estructural podría traducirse en una mayor actividad citotóxica en comparación con la toxina ancestral, aunque su repercusión funcional requiere validación experimental. El predominio de esta variante en cepas ambientales subraya el papel del medio acuático como escenario evolutivo donde pueden generarse nuevas

combinaciones génicas potencialmente más virulentas.

Desde el punto de vista funcional, una proporción significativa de las cepas L4 mostró resistencia a la actividad bactericida del suero humano en condiciones de sobrecarga de hierro, lo que reproduce el principal factor de riesgo asociado a la sepsis y sugiere el potencial septicémico del linaje. Además, uno de los 51 aislados L4 portaba el plásmido de virulencia característico de la patovar *piscis*, extendiendo la presencia de este determinante a los cinco linajes conocidos de la especie.

En conjunto, estos hallazgos muestran cómo la evolución microbiana en el medio ambiente, en un escenario de calentamiento global, puede favorecer la diversificación y expansión de linajes con potencial impacto en salud humana y animal, reforzando la necesidad de abordarlos desde una perspectiva integrada One Health.

## Agradecimientos

El trabajo comentado formó parte del programa ThinkInAzul y fue financiado por el MCIU con fondos de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.11) y por la Generalitat Valenciana (GVA-THINKINAZUL/2021/027; Investigadoras Principales: C. Amaro y B. Fouz, Universitat de València (UV)). También fue financiado por los proyectos PID2020-120619RB-I00 y PID2024-162627OB-I00, financiados por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (MCIU), la Agencia Estatal de Investigación (AEI/10.13039/501100011033) y el FEDER, Unión Europea, así como por los proyectos CIAICO/2021/293 y CIAICO/2024/236, financiados por la Conselleria de Innovación, Universidades, Ciencia y Sociedad Digital (GV, España).

Carmona Salido H., Salvador-Clavell R., Jäckel C., Schulze I., Satchell K. J. F., Hammerl J. A., Amaro C. R. (2025). Emergence, climate-driven expansion, and diversification of a European *Vibrio vulnificus* lineage (L4) with multi-host pathogenic potential. *Emerging Microbes & Infections*, 15(1):2601370. <https://doi.org/10.1080/22221751.2025.2601370>



## Publicación de reseñas de artículos para la sección “Nuestra Ciencia”

La sección «Nuestra Ciencia» publica reseñas de artículos científicos producidos por nuestros socios. La extensión máxima del texto es de 400 palabras y puede incluirse una imagen. Deben incluir la siguiente información: Título de la reseña,

Autor, referencia bibliográfica completa del artículo que se reseña. Si el autor lo desea puede proporcionar su email de contacto.

Envía tus reseñas a la secretaría de la SEM ([secretaria.sem@semicrobiologia.org](mailto:secretaria.sem@semicrobiologia.org)) o a la directora editorial (Magdalena Martínez Cañamero, correo: [canamero@ujaen.es](mailto:canamero@ujaen.es))

## Publicación de resúmenes de Tesis Doctorales

SEM@foro publica resúmenes de Tesis Doctorales realizadas por miembros de la SEM. Deben seguir el siguiente formato: Título, Autor, Director(es), Centro de rea-

lización, Centro de presentación (si es distinto) y Resumen (máximo, 250 palabras).

Envía tus reseñas a la secretaría de la SEM ([secretaria.sem@semicrobiologia.org](mailto:secretaria.sem@semicrobiologia.org)) o a la directora editorial (Magdalena Martínez Cañamero, correo: [canamero@ujaen.es](mailto:canamero@ujaen.es))

SEM@foro se reserva el derecho a no publicar la información si el resumen es excesivamente largo o el tema del trabajo no guarda suficiente relación con la Microbiología.

Los resúmenes de tesis dirigidas por miembros de la SEM no serán publicados en esta sección. Se recomienda enviar a la sección “Nuestra Ciencia” un resumen de alguno de los artículos producidos por la tesis.

# In ovo phage administration to mitigate *Salmonella* Typhimurium colonization in broiler chickens – A new firewall strategy for the poultry industry

JAN TORRES-BONCOMPTE<sup>1,2</sup>, JOSEP GARCIA-LLORENS<sup>1,2</sup>, PILAR CORTÉS<sup>3</sup>, ANNA MARTÍNEZ-SÁNCHEZ<sup>3</sup>, MONTSERRAT LLAGOSTERA<sup>3</sup>, SUSANA CAMPOY<sup>3</sup>, JOSÉ M. SORIANO<sup>1,4</sup>, PABLO CATALÁ-GREGORI<sup>2,5</sup>, SANDRA SEVILLA-NAVARRO<sup>2,5</sup>

<sup>1</sup>Food & Health Lab, Institute of Materials Science, University of Valencia, Valencia, 46980, Spain.

<sup>2</sup>Centro de Calidad Avícola y Alimentación Animal de la Comunidad Valenciana (CECAV), Castellón, 12539, Spain.

<sup>3</sup>Molecular Microbiology Group, Departament de Genètica i de Microbiologia, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Cerdanyola del Vallès, Barcelona, Spain.

<sup>4</sup>Joint Research Unit on Endocrinology, Nutrition and Clinical Dietetics, University of Valencia-Health Research Institute La Fe, Valencia, 46026, Spain.

<sup>5</sup>Departamento de Producción y Sanidad Animal, Salud Pública Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Instituto de Ciencias Biomédicas, Facultad de Veterinaria, Universidad Cardenal Herrera-CEU, CEU Universities, Moncada, 46113, Spain.

✉ [s.sevilla@cecav.org](mailto:s.sevilla@cecav.org)

Las incubadoras representan un punto crítico en la cadena productiva de pollos de engorde, ya que concentran un elevado número de animales en un espacio reducido y constituyen un foco potencial de dispersión de patógenos debido al traslado rutinario de los pollitos hacia las granjas de producción. En este contexto, el control de patógenos en las incubadoras puede reducir de forma significativa su diseminación a gran escala geográfica. El presente estudio se centra en el control de *Salmonella*, uno de los principales agentes causales de brotes alimentarios en humanos asociados al consumo de alimentos contaminados, y una amenaza relevante para la seguridad alimentaria y la salud pública. En este escenario, los bacteriófagos se perfilan como una herramienta innovadora y sostenible para el biocontrol de patógenos en producción animal.

El artículo reseñado presenta un estudio científico innovador que propone una estrategia pionera basada en la aplicación directa de bacteriófagos en los huevos (*in ovo*) antes de la eclosión, como primera barrera preventiva frente a *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. Esta estrategia refuerza la bioseguridad desde las etapas iniciales de la producción avícola y contribuye a limitar la propagación de patógenos a lo largo de la cadena productiva. El estudio fue liderado por el Centro de Calidad Avícola y Alimentación Ani-

mal de la Comunidad Valenciana (CECAV), con la colaboración del Grupo de Microbiología Molecular del Departamento de Genética y de Microbiología de la Universitat Autònoma de Barcelona, la Universidad CEU Cardenal Herrera y el Food & Health Lab de la Universitat de València.

En el trabajo se utilizaron bacteriófagos, virus naturales capaces de infectar y lisar bacterias de manera altamente específica, y se evaluó la seguridad y eficacia de su administración *in ovo* como estrategia preventiva frente a *Salmonella*. Los resultados demostraron que la inoculación de fagos en el líquido amniótico constituye la vía de administración más segura y eficaz. Asimismo, los pollitos eclosionados a partir

de huevos tratados presentaron una colonización significativamente menor que los controles no tratados tras una infección directa con *Salmonella*, y se evitó por completo la transmisión del patógeno en aves expuestas de manera indirecta.

En conjunto, este avance abre nuevas posibilidades sobre la aplicación de la fagoterapia en la industria alimentaria y plantea una alternativa sostenible, prometedora frente al creciente desafío de la resistencia bacteriana a los antimicrobianos. Además, su aplicación desde la incubadora refuerza la bioseguridad en la producción avícola desde las etapas iniciales, protegiendo tanto a los animales como a los productores y consumidores.



Figura 1. Morfología de las calvas de lisis formadas por bacteriófagos de *Salmonella* en cultivos en doble capa de agar.

Torres-Boncomppte J, Garcia-Llorens J, Cortés P, Martínez-Sánchez A, Llagostera M, Campoy S, Soriano JM, Catalá-Gregori P, Sevilla-Navarro S. (2026). In ovo phage administration to mitigate *Salmonella* Typhimurium colonization in broiler chickens – A new firewall strategy for the poultry industry. *Food Control*, Volume 180, 111637. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2025.111637>

# El rol emergente de las vesículas extracelulares microbianas en neuroinflamación y neurodegeneración

JULIO JESÚS ESTRADA VALBUENA<sup>1</sup>, CHAO LI<sup>2</sup>, CLAUDIA PARRA GIRALDO<sup>3</sup>, RAQUEL MARTÍNEZ LÓPEZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid, España.

<sup>2</sup>Facultad de Medicina, Hospital Provincial Sichuan, Universidad de Ciencia y Tecnología de China, 610000 Chengdu, China.

<sup>3</sup>Grupo de Investigación BIOGLOB, Departamento de Veterinaria, Facultad de Biociencias y Ciencias de la Salud, Universidad Europea de Madrid, 28670, Madrid, Spain.

✉ julioest@ucm.es

La comprensión de las patologías del sistema nervioso central (SNC) ha experimentado una metamorfosis conceptual. Tradicionalmente, trastornos como el Alzheimer, el Parkinson y la depresión se consideraban procesos intrínsecos del cerebro. Sin embargo, la ciencia está revelando que estas condiciones son, en realidad, sistemas sistémicos influenciados por una comunicación entre microorganismos y el cerebro. En nuestro artículo publicado en *Medicine Bulletin*, presentamos un actor fundamental en este diálogo: las vesículas extracelulares microbianas (VEMs).

Las VEMs son estructuras a nanoescala, conservadas evolutivamente, que funcionan como transportadores especializados de información biológica. A diferencia de los microorganismos intactos, estas vesículas tienen la capacidad única de circular sistémicamente y atravesar barreras biológicas críticas, como la barrera hematoencefálica. Este “paquete de datos” microscópico contiene proteínas, lípidos y ácidos nucleicos que pueden modular las respuestas neuroinmunes a gran distancia de su origen. En el artículo proponemos un marco conceptual donde la disbiosis periférica se traduce en patología cerebral a través de las VEMs. Por ejemplo, en la enfermedad de Alzheimer, se sugiere que las vesículas derivadas de una microbiota proinflamatoria pueden promover la activación de la microglía y la deposición de β-amiloide. En el Parkinson, el estudio destaca cómo hongos como *Malassezia* podrían influir en la vulnerabilidad de las neuronas dopaminérgicas mediante la

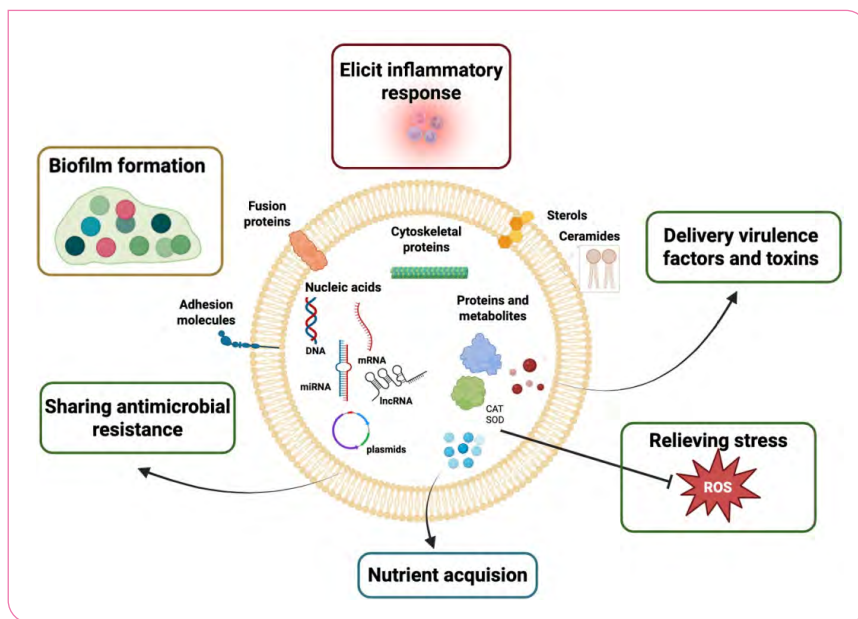


Figura 1. Estructura, composición y funciones de las vesículas extracelulares microbianas.

entrega de metabolitos específicos a través de vesículas. Incluso en trastornos del ánimo, las VEMs podrían alterar la señalización neuroinmune y la plasticidad sináptica, vinculando la salud intestinal con la vulnerabilidad al estrés.

A pesar de las evidencias prometedoras, el campo aún enfrenta retos de estandarización y la necesidad de estudios en humanos a largo plazo. No obstante, las VEMs no solo sirven para entender el origen de estas enfermedades, sino que podrían ser bioingenierizadas como sistemas de entrega de fármacos de alta precisión. En definitiva, este estudio aporta una pieza clave

al rompecabezas de la evolución de la medicina: la salud del cerebro no depende solo de sus neuronas, sino de la armonía de un ecosistema microbiano que utiliza vesículas como mensajeros de salud o enfermedad.

# Tke5: un arma molecular de *Pseudomonas putida* para combatir fitopatógenos recalcitrantes

CARMEN VELÁZQUEZ<sup>1,2</sup>, ALEJANDRO ARCE-RODRÍGUEZ<sup>3</sup>, DAVID ALBESA-JOVÉ<sup>1,2</sup>, PATRICIA BERNAL<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Biofísica (CSIC, UPV/EHU), Leioa, España.

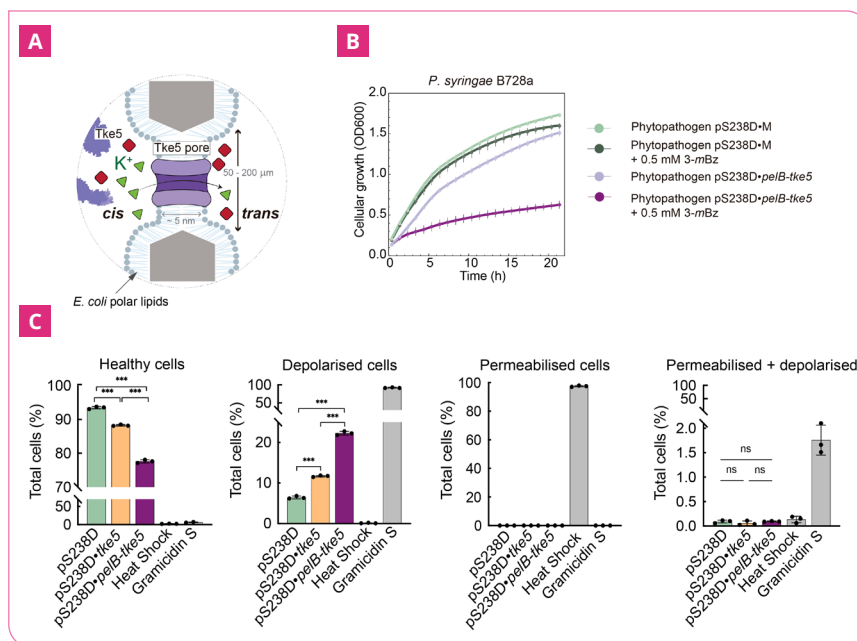
<sup>2</sup>Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Leioa, España.

<sup>3</sup>Departamento de Microbiología, Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

✉ [pbernal@us.es](mailto:pbernal@us.es) | [david.albesa@ehu.es](mailto:david.albesa@ehu.es)

La bacteria del suelo *Pseudomonas putida* es ampliamente reconocida como un agente de control biológico eficaz gracias a su capacidad para inyectar toxinas en sus competidores mediante el Sistema de Secreción de Tipo VI (T6SS, por sus siglas en inglés). Esta "jeringa molecular" le otorga una ventaja adaptativa en entornos polimicrobianos complejos, como la rizosfera, lo que le permite proteger los cultivos principalmente frente a infecciones bacterianas. En *P. putida* KT2440, la cepa modelo de este estudio, existen tres clústeres de T6SS. Aunque el sistema K1-T6SS ha sido ampliamente estudiado, el repertorio de toxinas de los sistemas K2- y K3-T6SS permanecía en gran medida inexplorado.

En este estudio, presentamos la caracterización funcional y biofísica de Tke5, una potente toxina efectora del sistema K3-T6SS de *P. putida* KT2440. Nuestra investigación demuestra que Tke5 es el primer miembro caracterizado de la familia BTH\_I2691 que actúa como una toxina formadora de poros (PFT, del inglés *Pore Forming Toxin*) que se inserta en la membrana citoplasmática de las bacterias diana permitiendo el paso selectivo de iones. Mediante técnicas de electrofisiología en bicapas lipídicas artificiales, determinamos que Tke5 forma canales subnanométricos (diámetro poro < 1 nm) con preferencia por cationes como el K<sup>+</sup> (10 veces más permeable al K<sup>+</sup> que al Cl<sup>-</sup>). Este flujo iónico descontrolado provoca una despolarización fulminante de la membrana y la muerte celular (efecto bactericida), pero de manera sofisticada: a diferencia de otros



**Figura 1.** Caracterización del efector de tipo VI Tke5. A) Esquema de un sistema de Montal-Mueller para formar una membrana sintética donde se inserta un poro formado por la toxina Tke5, B) Curvas de toxicidad de Tke5 frente al fitopatógeno *P. syringae*, y C) Ensayos de citometría de flujo donde se visualiza la despolarización celular inducida por el efector Tke5.

agentes, Tke5 no compromete la integridad estructural ni causa la lisis inmediata de la célula.

Para evitar la autointoxicación, *P. putida* produce la proteína inmunitaria Tki5, que se localiza en la membrana interna y neutraliza a Tke5 mediante una interacción directa, formando un complejo estable. Un hallazgo clave de este trabajo es la actividad bactericida de amplio espectro de Tke5 contra una gran variedad de fitopatógenos de importancia económica, incluyendo géneros como *Pseudomonas*,

*Ralstonia*, *Agrobacterium*, *Dickeya*, *Xanthomonas* y *Erwinia*.

El descubrimiento del mecanismo de acción de Tke5 no solo amplía nuestro conocimiento sobre las armas de competición bacteriana, sino que también posiciona a *P. putida* como una herramienta biotecnológica fundamental para el desarrollo de estrategias de agricultura sostenible, ofreciendo alternativas naturales y eficaces al uso de pesticidas químicos tradicionales.

Velázquez, C., Arce-Rodríguez, A., Altuna-Alvarez, J., Rojas-Palomino, J., Flores-Ceron, A., Cando-Narváez, C., Ruiz, A., De la Peña Noya, J., Civantos, C., González-Magaña, A., Queralt-Martín, M., Alcaraz, A., Albesa-Jové, D. & Bernal, P. (2026). Tke5 is a *Pseudomonas putida* toxin that kills plant pathogens by depolarising membranes. *Communications Biology*. <https://doi.org/10.1038/s42003-026-09863-w>

# Arquitectura molecular del complejo Tap3-Tke5: descifrando la secreción de armas biológicas en *Pseudomonas putida*

CARMEN VELÁZQUEZ<sup>1,2</sup>, MAIALEN ZABALA-ZEARRETA<sup>1</sup>, PATRICIA BERNAL<sup>3</sup>, DAVID ALBESA-JOVÉ<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Biofisika (CSIC, UPV/EHU), Leioa, España.

<sup>2</sup>Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Leioa, España.

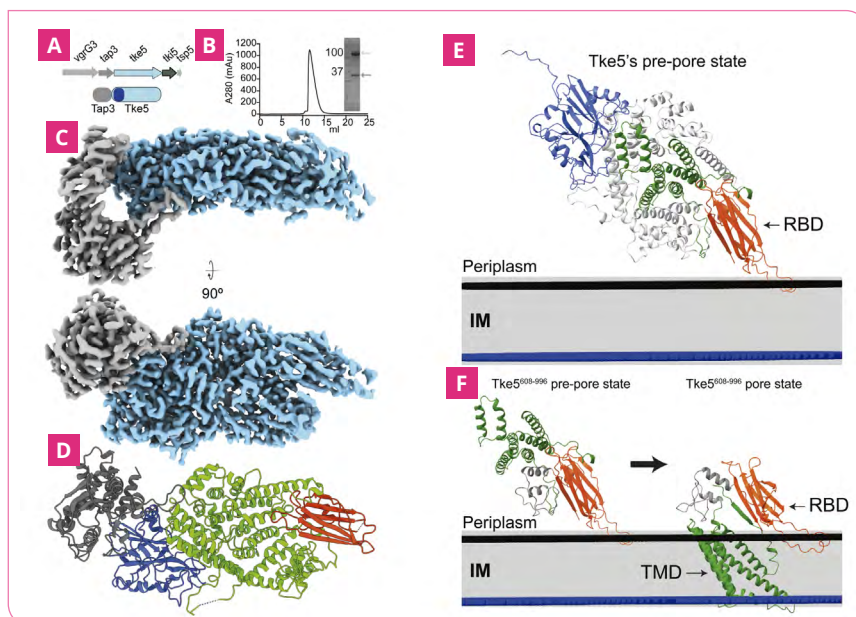
<sup>3</sup>Departamento de Microbiología, Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

✉ pbernal@us.es | david.albesa@ehu.es

La bacteria del suelo *Pseudomonas putida* KT2440 es un organismo de gran interés biotecnológico por su papel como agente de biocontrol, capaz de eliminar fitopatógenos mediante el uso de potentes Sistemas de Secreción de Tipo VI (T6SS, por sus siglas en inglés). Entre su arsenal destaca la toxina Tke5, un miembro de la familia BTH\_I2691 (también conocida como VasX) que actúa formando poros en las membranas de bacterias competidoras. Sin embargo, los mecanismos que permiten el reclutamiento y la exportación de estas grandes toxinas multidominio han permanecido en gran medida desconocidos hasta ahora.

En este estudio, presentamos la estructura del complejo formado por Tke5 y su proteína adaptadora específica, Tap3, resuelta mediante criomicroscopía electrónica (cryo-EM) a una resolución de 2.8 Å. Esta estructura revela que Tap3 adopta un pliegue único en forma de herradura compuesto por dos dominios que atrapan la toxina para cargar con ella el sistema de secreción. Un hallazgo fundamental es el papel del bucle Tap3-Loop31-50, que protruye desde el dominio N-terminal de la proteína adaptadora y representa más del 50% de la superficie de interacción con la toxina.

La caracterización estructural de Tke5 muestra una organización en tres regiones principales: un dominio MIX (Clan II) N-terminal, una región central alfa-helicoidal y un dominio RBD (dominio de unión a receptor) C-terminal rico en láminas beta. Mediante disección funcional, demostramos que el dominio MIX es el responsable directo de la unión con Tap3, facilitando así la carga de la toxina en la maquinaria de secreción. Además, determinamos que la región alfa-helicoidal central es, por sí sola, suficiente para provocar la muerte celu-



**Figura 1.** Caracterización estructural del complejo Tap3-Tke5 y modelo de interacción con la membrana celular. A) Esquema de la organización genética de vgrG3, tap3, tke5, tki5 y tsp5. B) Cromatograma de filtración en gel del complejo Tap3-Tke5 purificado. C) Densidad por criomicroscopía electrónica (cryo-EM) del complejo Tap3-Tke5, mostrada de forma perpendicular al eje más largo del complejo y rotada 90° en el sentido de las agujas del reloj. D) Representación en diagramas de cintas (o "cartoon") de la estructura atómica de Tap3-Tke5, mostrada de forma perpendicular al eje más largo del complejo. E y F) Modelo de la interacción de Tke5 con la membrana interna de una bacteria diana. Tras su liberación en el espacio periplásmico a través del T6SS, se hipotetiza que Tke5 interactúa inicialmente con la membrana interna a través de su dominio de unión al receptor rico en láminas beta C-terminal (RBD, residuos 864-996, mostrado en rojo) insertando en la membrana el dominio formado por hélices transmembranas (mostrado en verde).

lar, identificándola como el módulo tóxico esencial responsable de la formación del poro. Por su parte, el dominio RBD C-terminal actúa como un sensor de membrana que, aunque no es esencial para la toxicidad, facilita la adhesión a la membrana citoplasmática diana.

Finalmente, nuestro trabajo confirma que la proteína inmunitaria Tki5 protege a

la célula productora neutralizando específicamente la toxicidad de la región alfa-helicoidal. Estos resultados proporcionan la primera visión a nivel atómico del reclutamiento de efectores dependientes de MIX y definen un modelo mecánico para la familia de toxinas BTH\_I2691, fundamental para el desarrollo de estrategias avanzadas de protección de cultivos en una agricultura sostenible.

## *Streptococcus dentisani* 7746 codifica en su genoma 14 bacteriocinas reguladas por dos sistemas de quórum sensing

AINHOA REVILLA-GUARINOS<sup>1</sup>, ANNY CAMELO CASTILLO<sup>1</sup>, RUBÉN CEBRIÁN<sup>2,3</sup>, MARÍA D. FERRER<sup>1</sup>, ARANTXA LÓPEZ-LÓPEZ<sup>1</sup>, ANA ADRADOS-PLANELL<sup>1</sup>, SANDRA LAHOZ OLIVA<sup>1</sup>, LAURA LEDESMA<sup>4</sup>, PASCAL HOLS<sup>4</sup> Y ÁLEX MIRA<sup>1</sup>

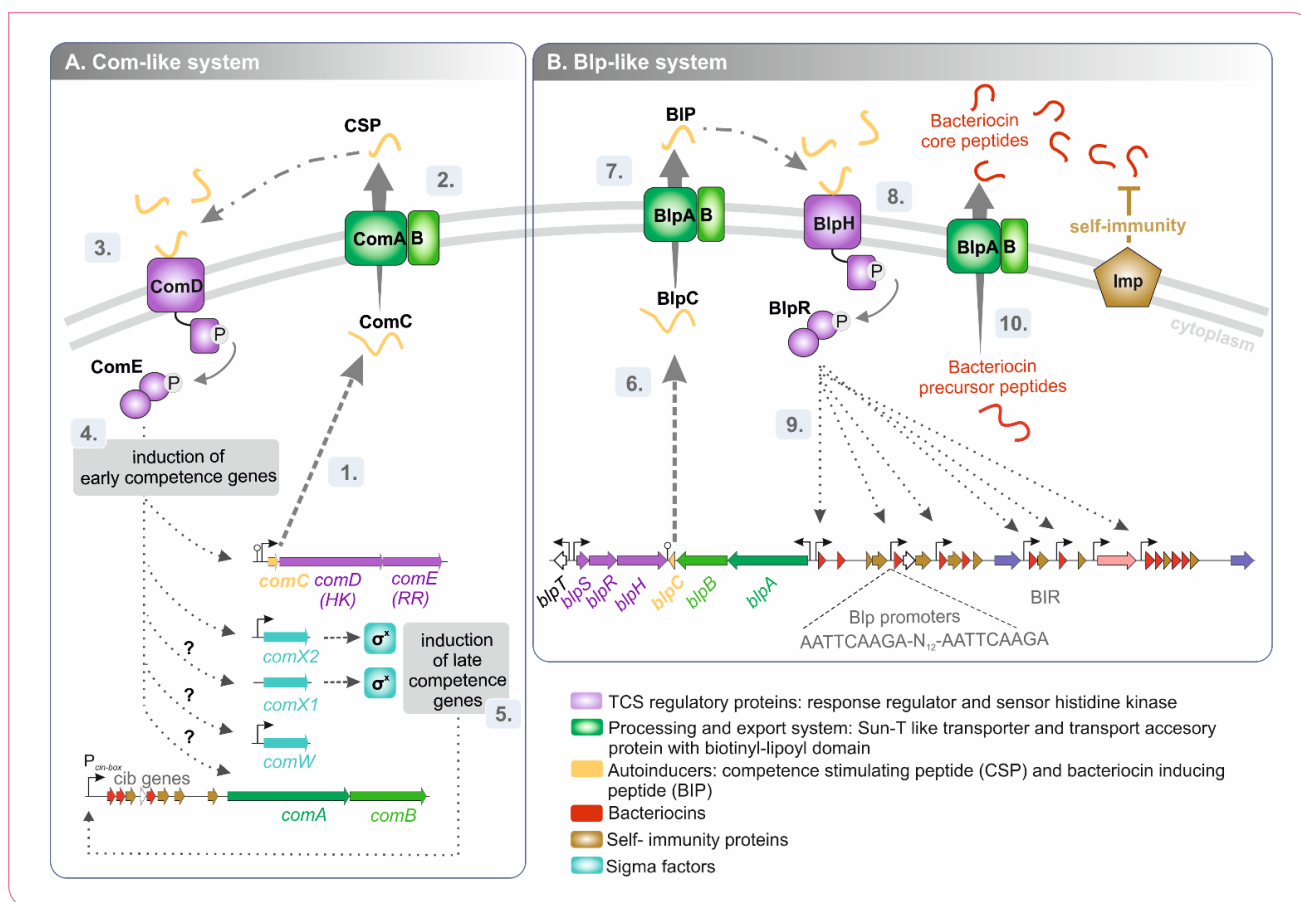
<sup>1</sup>Departamento de Genómica y Salud, FISABIO-Salud Pública, Valencia, España.

<sup>2</sup>Serv. de Microbiología Clínica, Inst. de Investigación Biosanitaria de Granada, H.U. San Cecilio, Granada, España.

<sup>3</sup>Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Infecciosas (CIBERINFEC), Madrid, España.

<sup>4</sup>Louvain Institute of Biomolecular Science and Technology (LIBST), UCLouvain, Bélgica.

✉ [ainhoa.revilla@fisabio.es](mailto:ainhoa.revilla@fisabio.es) | [alex.mira@fisabio.es](mailto:alex.mira@fisabio.es)



**Figura 1.** Modelo propuesto para la regulación del quórum sensing en *S. dentisani* 7746. El sistema Com (panel A) controla la competencia genética y la expresión de las bacteriocinas Denticinas F, G y H mediante el péptido estimulador de competencia (CSP) y el factor sigma<sup>s</sup>. El sistema Blp (panel B) regula la expresión de las 11 bacteriocinas de la región blp-like mediante el péptido inductor de bacteriocinas (BIP) y el regulador de respuesta BlpR. (Figura tomada de Revilla-Guarinos et al., 2026, *Journal of Oral Microbiology*.)

*Streptococcus oralis* subsp. *dentisani* CECT 7746 es una bacteria oral aislada de la placa dental de individuos sin caries ni periodontitis, que se está desarrollando como probiótico. Los sobrenadantes de cultivos líquidos de esta cepa inhiben el crecimiento de una amplia gama de pató-

genos bucales tales como *Streptococcus mutans*, *Fusobacterium nucleatum* o *Prevotella intermedia* (López-López et al., 2017). Esta inhibición es debida a moléculas de naturaleza proteica (López-López et al., 2017) y trabajos previos de otros grupos la habían atribuido a un clúster

de al menos 11 bacteriocinas identificadas en el genoma de la cepa 7746 (Conrads et al., 2019). Las bacteriocinas son péptidos antimicrobianos sintetizados ribosómicamente por bacterias, capaces de inhibir el crecimiento de otros microorganismos competidores.

En este trabajo, hemos cerrado el genoma de la cepa 7746 y hemos rastreado el genoma completo – usando los programas informáticos BAGEL4 y antiSMASH – en busca de más péptidos antimicrobianos y de los sistemas de regulación, producción y exporte de estos péptidos al exterior celular.

Nuestros resultados amplían la información genética sobre el sistema de tipo Blp previamente descrito por otros grupos (Conrads *et al.*, 2019; Kilian and Tettelin 2019). Esta región de tipo Blp (Fig. 1B), alberga 11 bacteriocinas y un sistema regulador completo propio del tipo Blp, análogo al locus *blp* descrito en *Streptococcus pneumoniae*. Los genes *blpR*, *blpH* y *blpC* codifican una histidina quinasa (BlpH), un regulador de respuesta con dominio LytTR (BlpR) y un péptido inductor de bacteriocinas (BIP/BlpC) con motivo líder doble-glicina. La organización genómica, la presencia de los genes delimitadores conservados *blpT* y *pncP*, y la alta conservación de seis de las bacteriocinas (84–98 % de identidad aminoacídica con variantes alélicas neumocócicas) apuntan a que esta región fue adquirida en bloque por transferencia horizontal de genes desde neumococos. Este tipo de eventos es plausible dado que *S. dentisani* y *S. pneumoniae* comparten el nicho oral y que los estreptococos son especialmente propensos a la transformación natural.

Además, hemos identificado una segunda región genómica productora de bacteriocinas que hasta ahora había pasado desapercibida (Fig. 1A). Esta nueva región, codifica tres bacteriocinas inéditas que sitúan el total del arsenal bacteriogénico de la cepa 7746 en 14 péptidos, convirtiendo a *S. dentisani* 7746 en uno de los aislados bacterianos con el mayor repertorio de genes de bacteriocinas conocidos hasta la fecha (como referencia, los aislados pro-

bióticos de *Lactobacillus* suelen albergar entre 1-6 de estas bacteriocinas). El hallazgo central de este trabajo es que las tres nuevas bacteriocinas están codificadas aguas arriba del transportador ComAB y su expresión estaría directamente acoplada al sistema de competencia genética de la bacteria. Concretamente, identificamos en la región promotora de estos genes una caja Cin-box, diana del factor sigma alternativo  $\sigma^Y$ /ComX, lo que indica que estas tres bacteriocinas serían inducidas por competencia (bacteriocinas *cib*) y estarían implicadas en fratricidio: la bacteria las produce durante la fase exponencial para lisar a células genéticamente próximas y capturar su ADN mediante transformación natural. Este nexo entre bacteriocinas y competencia genética añade una dimensión evolutiva completamente nueva al perfil antimicrobiano de *S. dentisani* 7746.

También hemos realizado un análisis de ortología de los péptidos basado en la conservación de la secuencia del péptido precursor, pero sobre todo de la secuencia del péptido maduro. Hemos asignado nuevos nombres a las ocho bacteriocinas cuyos ortólogos en *S. mitis* y *S. oralis* carecerían de denominación: proponemos el nombre Denticinas A–H para estos ocho péptidos (A–E en la región de tipo *blp* y F–H en la región de tipo *com*). Todas las bacteriocinas de 7746 poseen un péptido líder doble-glicina. Las bacteriocinas de la región de tipo *blp* son más largas (44–61 aminoácidos) y contienen residuos de cisteína compatibles con la formación de puentes disulfuro, mientras que las Denticinas F, G y H son más cortas (17–29 aminoácidos) y carecen de cisteínas. Por último, mediante RT-PCR inter-gen demostramos que las 14 bacteriocinas se transcriben activamente durante el ciclo celular.

Nuestros resultados indican que *S. dentisani* 7746 dispone de dos sistemas de

quórum sensing funcionalmente separados —Blp y Com—, cada uno regulando su propio arsenal bacteriogénico posiblemente en respuesta a distintas señales ambientales y sociales (Fig. 1). Actualmente estamos trabajando en la identificación de las dianas microbianas específicas de cada Denticina, mediante síntesis química de los péptidos y ensayos de sensibilidad. Futuros resultados podrían abrir la puerta al diseño de cócteles antimicrobianos para combatir la caries, la periodontitis o la halitosis.

## Referencias

- ▶ Conrads, G. *et al.* (2019). "Isolation and Bacteriocin-Related Typing of *Streptococcus dentisani*." *Front Cell Infect Microbiol* **9**: 110. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2019.00110>
- ▶ Kilian, M. and Tettelin, H. (2019). "Identification of Virulence-Associated Properties by Comparative Genome Analysis of *Streptococcus pneumoniae*, *S. pseudopneumoniae*, *S. mitis*, Three *S. oralis* Subspecies, and *S. infantis*." *MBio* **10**(5). <https://doi.org/10.1128/mbio.01985-19>
- ▶ López-López, A. *et al.* (2017). "Health-Associated Niche Inhabitants as Oral Probiotics: The Case of *Streptococcus dentisani*." *Frontiers in Microbiology* **8**: 379-379. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00379>

.....

# Tesis

## Unravelling the hidden complexity of *Arcobacter butzleri* biofilms: Functional characterisation of biofilm associated genes and matrix components using both classical methods and genetic analysis of mutants

### > Autor:

Adrián Salazar Sánchez  
[adrian.salazar@ehu.es](mailto:adrian.salazar@ehu.es)

### > Directores:

Irati Martínez Malax-etxebarria  
 Rodrigo Alonso Monsalve

### > Centro de realización y presentación:

Facultad de Farmacia de la Universidad del País Vasco EHU

### > Fecha de defensa:

06/11/2025. Tesis de mención "Cum Laude" e "Internacional".

### > Resumen:

La formación de biopelículas constituye un factor de virulencia esencial en *Arcobacter butzleri*, al favorecer su persistencia y diseminación a lo largo de la cadena alimentaria y aumentar el riesgo de infección en humanos y animales. Pese al creciente interés científico, los mecanismos moleculares que regulan este proceso y la composición detallada de la matriz extracelular permanecen insuficientemente caracterizados. Esta tesis doctoral aborda dichas lagunas mediante un enfoque integrado que combina metodologías microbiológicas y moleculares para analizar las biopelículas de *A. butzleri* desde diversas perspectivas.

Mediante estrategias de mutagénesis dirigida y aleatoria se identificaron seis genes (*flaA*, *flaB*, *fliS*, *luxS*, *pta* y *spoT*) implicados en la formación de biopelículas. A su vez, la mutagénesis por transposición reveló 29 genes adicionales potencialmente

relacionados con este proceso y con otras funciones fisiológicas, como la motilidad, el metabolismo, la resistencia antimicrobiana y la adaptación al frío.

Un aporte destacado es el desarrollo y validación del primer vector "shuttle" capaz de replicarse y expresar genes en *Escherichia coli* y *A. butzleri*, lo que constituye una herramienta clave para futuros estudios de manipulación genética y complementación funcional. Asimismo, se caracterizó la matriz de la biopelícula, compuesta principalmente por proteínas y ADN extracelular, junto con carbohidratos y lípidos. Los carbohidratos presentan una estructura similar a la celulosa, sustentada por múltiples técnicas analíticas.

En conjunto, estos resultados profundizan el conocimiento sobre la biología de las biopelículas de *A. butzleri* y subrayan la necesidad de investigaciones adicionales orientadas a su control en contextos alimentarios, clínicos y veterinarios.

## *Trichoderma* beneficial effects on wheat plants: biostimulation under drought and biocontrol of Fusarium head blight

### > Autor:

Alberto Pedrero Méndez  
[alberto.pedrerom@usal.es](mailto:alberto.pedrerom@usal.es)

### > Directores:

Enrique Monte Vázquez  
 M. Rosa Hermosa Prieto

### > Institución:

Universidad de Salamanca

### > Fecha de defensa:

18 de julio de 2025. Tesis de "Mención Internacional", por compendio de artículos. Premio Extraordinario de Doctorado en Agrobiotecnología.

### > Resumen:

Esta Tesis Doctoral se centró en las interacciones de cepas del hongo *Trichoderma* con plantas de trigo y patógenos, y en el papel que desempeña el gen *hex1* en estas relaciones; teniendo como objetivo principal la selección de cepas de *Trichoderma* susceptibles de ser aplicadas en el cultivo del trigo. Los resultados muestran desde cómo la cepa *T. simmonsii* T137, aislada de endosfera de raíz de plantas de trigo sanas, incrementa la tolerancia de plantas de trigo Basileo a un estrés hídrico severo hasta cómo la cepa *T. asperellum*

T25 reduce en más de un 60% el índice de enfermedad de la fusariosis de espiga en trigo Apogee, presentando ambas cepas buenas perspectivas para ser incluidas en ensayos de campo. Además, también muestran cómo otros genes distintos de los que codifican enzimas degradadoras de pared celular o implicados en la producción de metabolitos pueden desempeñar papeles importantes en el biocontrol de *Trichoderma* y sus efectos beneficiosos en las plantas. Estos resultados reflejan el potencial de *Trichoderma* para un cultivo más sostenible del trigo y que su éxito en los sistemas agrícolas requiere de una cuidadosa selección de las cepas.

## Aislamiento, selección y mejora genética de levaduras no-*Saccharomyces* para elaborar vinos tranquilos y espumoso tradicional

### ➤ Autor:

Alberto Martínez Brígido

[albertomb@unex.es](mailto:albertomb@unex.es)

### ➤ Directores:

Manuel Ramírez Fernández  
Luis Miguel Hernández Martín  
Joaquín Bautista Gallego

### ➤ Centro de realización:

Departamento de Ciencias Biomédicas, Área Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad de Extremadura, Badajoz, España.

### ➤ Resumen:

La selección de nuevas levaduras killer no-*Saccharomyces* de amplio espectro antifúngico supone ventajas tecnológicas interesantes para elaborar vinos tranquilos y espumosos. Es conveniente mejorar genéticamente estas estirpes para optimizar su eficiencia en aplicaciones biotecnológicas. Con este objetivo, hemos seleccionado nuevas levaduras aisladas de viñedos y frutas sobremaduras en descomposición para, posteriormente, ser mejoradas genéticamente por métodos clásicos sin generar levaduras transgénicas.

Para abordar esta tarea, procede analizar paralelamente algunos aspectos relacionados con el fenotipo killer, la dotación genética, la reproducción sexual, y el ciclo de vida de estas levaduras no convencionales.

Una estrategia de mejora ha sido obtener clones-espora mejorados a partir de las levaduras seleccionadas previamente. También se ha ensayado con éxito la obtención de "híbridos" interespecíficos

mediante mezcla de esporas o células vegetativas de diferentes especies, mejorando así las propiedades de las levaduras parentales. Finalmente, hemos mejorado la eficacia fermentativa de nuestras levaduras *Torulaspota delbrueckii* incrementando su dotación genética para asimilarla a la de *S. cerevisiae*.

La selección final de clones mejorados, levaduras hibridadas e inóculos de levaduras poliploides nos permite ofrecer a los bodegueros una gama de levaduras más completa y eficaz para controlar la fermentación y diseñar *a priori* el perfil organoléptico del vino.

## Comunidades procariotas en ambientes hipersalinos: análisis metagenómico de su diversidad, funciones y estrategias de osmorregulación

### ➤ Autor:

Alicia García Roldán

[agroldan@us.es](mailto:agroldan@us.es)

### ➤ Directores:

Antonio Ventosa Utero  
Cristina Sánchez-Porro Álvarez

### ➤ Institución:

Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla.

### ➤ Resumen:

Los ambientes hipersalinos son hábitats extremos cuyas altas concentraciones salinas determinan la diversidad, estructura y adaptación de las comunidades procariotas. El objetivo de esta Tesis Doctoral fue analizar la diversidad, metabolismo, relaciones de cooperación y mecanismos de adaptación de los procariotas en el gradiente salino de una salina.

Para ello, se estudiaron 34 metagenomas que revelaron que la diversidad procariota era relativamente elevada y estable en las salinidades intermedias, seguida por una zona de transición ecológica en torno al 32% (p/v) NaCl, a partir de la cual disminuía gradualmente. El estudio metabólico mostró una comunidad dinámica y cooperativa formada por donadores y aceptores que intercambiaban compuestos esenciales, como la biotina o carotenoides, e incluso alternaban sus propios papeles, evitando el colapso de la comunidad. Finalmente, tras una revisión exhaustiva de las estrategias de adaptación a la salinidad, se elabo-

ró una lista de más de 70 genes asociados a los mecanismos *salt in* y *salt out*. El análisis de más de 2.000 MAGs de taxones halófilos demostró la ruptura de la tradicional dicotomía establecida entre dichos mecanismos y el dominio *Archaea* y *Bacteria*.

Estos hallazgos contribuyen a profundizar y comprender la verdadera naturaleza de estos ambientes.



## Nuevos socios de la SEM

Nuevas altas

Desde 16/10/2025 al 28/04/2026

- ▶ Aginaga Etxamendi, Ainara
- ▶ Agirrezabala, Ziortza
- ▶ Aguilar, Asquena
- ▶ Agún García, Seila
- ▶ Alcorta Loyola, Jaime
- ▶ Alfonso Alarcón, María Laura
- ▶ Alkorta, Miren Itziar
- ▶ Álvarez García, Judith
- ▶ Amores Borge, Marina
- ▶ Aranda Pérez, Juan
- ▶ Aransay Sáenz, Marta
- ▶ Arruego Labat, Jorge
- ▶ Barbudo Lunar, Marina
- ▶ Barrera Garbí, Eva
- ▶ Blanot Goossens, Morgane
- ▶ Bolaño Losada, Cristian
- ▶ Bolivar Carrillo, Araceli
- ▶ Calonge Sanz, Alba
- ▶ Caminero Lorenzo, Alejandro
- ▶ Can Ubando, Lorna Catalina
- ▶ Carballo Morales, Juan
- ▶ Carrozo Coronado, Paula
- ▶ Casado Combreras, Miguel Ángel
- ▶ Casado Rodríguez, Ángel
- ▶ Castillo González, Julia
- ▶ Cerezo Collado, Laura
- ▶ Cobeta Martínez, Paula
- ▶ Contreras De Vera, Asunción
- ▶ Corrales Guerrero, Laura
- ▶ Corredera Martín, David
- ▶ Costa Parés, Ona
- ▶ Crespo Torbado, Victoria
- ▶ Cucarella Tormo, Carme
- ▶ Cutiño Gobeia, Ana María
- ▶ Da Silva Rocha, Crislaine Kelly
- ▶ Dávila Bernal, Victoria
- ▶ del Rio Lagar, Beatriz
- ▶ Domínguez Lobo, María Teresa
- ▶ Duque Pérez, Cristina
- ▶ Fernández Ces, Ángel
- ▶ Fernández Llamas, Lucía
- ▶ Ferrández Múrtula, Ana
- ▶ Fita Torró, Josep
- ▶ Flores Ceron, Andony Aurelio
- ▶ Flores Díaz, Amando
- ▶ Forcada Nadal, Alicia
- ▶ Francés Castillo, Ignacio
- ▶ Fuentes Alonso, Elsa
- ▶ Gallego del Sol, Francisca
- ▶ García Acedos, Miguel
- ▶ García Márquez, Jorge
- ▶ García Sánchez, Raúl
- ▶ Gil Korilis, Adrián
- ▶ Gilabert Ruíz, Manuel Jesús
- ▶ Gimeno Tolosana, Jorge
- ▶ Giovannercole, Fabio
- ▶ Gómez Casanova, Natalia
- ▶ Gómez Lozano, Diego
- ▶ Gómez Ruiz, Laura
- ▶ González López, Álvaro Máximo
- ▶ González Rosales, Emma
- ▶ González Sequeiros, Mafalda
- ▶ Gost Palmer, Marc
- ▶ Guevara Menéndez, Paula
- ▶ Gutiérrez Rodríguez, Manuel
- ▶ Guzmán Cortés, Marc
- ▶ Henrich Gutiérrez, Astrid
- ▶ Hernández Oriola, Rosa
- ▶ Herrero González, Patricia
- ▶ Herrero Vieira, Maria Angeles
- ▶ Lezcano Vega, María Ángeles
- ▶ Lizarrondo Sendra, Mainer
- ▶ Lopez-Moya, Federico
- ▶ Lora Plaza, Alejandra
- ▶ Lucena Juan, Ines
- ▶ Magdalena Alonso, Ana
- ▶ Márquez Monge, Carmen
- ▶ Márquez Puchol, Núria
- ▶ Martí Montón, Daniel
- ▶ Martín Esteban, Víctor
- ▶ Martínez González, Sandra
- ▶ Martínez Monreal, Isabel
- ▶ Martínez Zamora, Carlos
- ▶ Mata González, Alba
- ▶ Mateos Budiño, Guillermo
- ▶ Mateos Crespo, Adrián
- ▶ Michán Doña, Carmen María
- ▶ Migliorato, Laura
- ▶ Miñarro Padilla, Anabel
- ▶ Morales Pujante, Carla
- ▶ Moreno Pérez, Antonio Javier
- ▶ Moro González, Pablo
- ▶ Muñoz Marín, María del Carmen
- ▶ Navas Gil, Victoria Helena
- ▶ Nogueira Fuertes, Raquel Amaranta
- ▶ Ocaña Gálvez, Juan Manuel
- ▶ Pedra Vilalta, Marc
- ▶ Peeters, Beatriz
- ▶ Pena Hermida, Estela
- ▶ Peñas Cabanillas, Blanca
- ▶ Pérez Roales, Miguel
- ▶ Perez Sierra, Yaiza
- ▶ Perpiñá Gómez, Carla
- ▶ Planillo, José
- ▶ Prieto Martínez, Laura
- ▶ Puga Conde, Sergio
- ▶ Ramos Corominas, María Núria
- ▶ Redruello Trelles, Maria Begoña
- ▶ Ripoll Hernández, Albert
- ▶ Rodera Fernández, Paloma
- ▶ Rodríguez Blanco, Pablo Manuel
- ▶ Rodríguez Gijón, Alejandro
- ▶ Romero Paramés, Laura
- ▶ Ruiz Cruz, Sofía Isabel
- ▶ Sanchez Aparicio, Maria Teresa
- ▶ Sánchez de Andrés, Álvaro
- ▶ Sánchez López-Varela, Marta
- ▶ Sanegre Francés, Raúl
- ▶ Santos Fernández, Nagore
- ▶ Serrano Fernández, Juan
- ▶ Serrano Morales, María Ángeles
- ▶ Tabuenca Gómez, Carmen
- ▶ Teira González, Eva María
- ▶ Toro Silva, Camilo Andrés
- ▶ Torralba Raluy, Alicia
- ▶ Tremiño Agullo, Lorena
- ▶ Truchado Gambao, Pilar
- ▶ Turpín Gómez, Asunción
- ▶ Ureña Esteban, Nahia
- ▶ Valero de la Morena, María Alicia
- ▶ Valiente Martínez-Sicluna, Luis
- ▶ Velilla Delgado, Sara
- ▶ Vinatea Samperio, Diego
- ▶ Virués Morales, Alejandro
- ▶ Vizuete Cano, Patricia
- ▶ Zamora Caballero, Sara

BIENVENIDAS Y BIENVENIDOS AL STREAMING MICROSCÓPICO DE CIUDAD BACTERIA: BACTEEY TV.

DONDE HAREMOS HISTORIA AL SUMARNOS A LA EXPEDICIÓN SUBMARINA URUGUAY SUB200.

QUE ESTÁ LLEVANDO A CABO EL BUQUE CIENTÍFICO FALKOR TOO, DEL SCHMIDT OCEAN INSTITUTE.

LA EXPEDICIÓN NO SOLO ESTUDIARÁ LA FAUNA MARINA.

SINO QUE ANALIZARÁ TAMBIÉN NUESTRO MUNDO MICROSCÓPICO.



EN ESTOS MOMENTOS NUESTRO CORRESPONSAL ESTÁ POR LLEGAR AL FONDO DEL MAR, PARA MOSTRARNOS ALGO ÚNICO.

¡AUNQUE NO LO CREAM, ESTAMOS A PUNTO DE ENCONTRAR LA MÍTICA CIUDAD PERDIDA DE LA BACTERI-PLÁNTIDA, QUE, SEGÚN LA LEYENDA, ESTÁ HABITADA POR GIGANTES.

NO LE MIENTAS A LA GENTE.

NO VAMOS A HACER NADA DE ESO.

LA BACTERI-PLÁNTIDA NO EXISTE.

FUE UNA INVENCION DEL FILÓSOFO CLÁSICO BACTERI-PLATÓN, QUE LA USÓ COMO UNA ALEGORIA.



LOS INTERRUMPO PORQUE YA ESTAMOS EN CONTACTO CON NUESTRO CORRESPONSAL, NADA MENOS QUE ANCIANOBACTERIA.

QUE EN ESTOS MOMENTOS ESTÁ VIAJANDO HACIA EL LECHO MARINO A BORDO DEL BRAZO DEL ROBOT ROV SUBASTIAN.



ANCIANOBACTERIA, ¿PODRÁS DECIRNOS HACIA DONDE TE DIRIGIS?

CLARO QUE SI, RUDIIL.

COMO SABRÁN, YO ME EMBARQUÉ JUNTO AL RESTO DE LA TRIPULACIÓN EN EL BUQUE FALKOR TOO.



ESTANDO ALLÍ, PUDE VER QUE LA CIENTÍFICA DEL INSTITUTO CLEMENTE ESTABLE CLAUDIA PICCINI, ESTABA ESTUDIANDO EL BIOFILM EN EL FONDO DEL MAR.



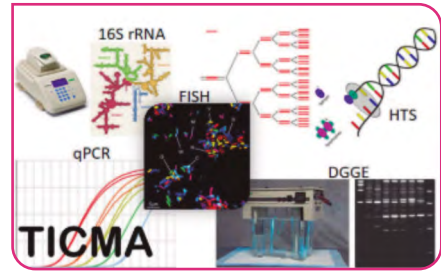




SOCIEDAD ESPAÑOLA DE  
**MICROBIOLOGÍA**



## OFERTA CURSOS SEM ONLINE OCTUBRE 2026



El próximo mes de **OCTUBRE** comienzan los **CURSOS DE FORMACIÓN A DISTANCIA** a través de la **SEM** sobre:

- Prevención y Control de Virus Emergentes (PCVE)
- Bioseguridad y Prevención de Riesgos en los Laboratorios de Microbiología (PRLM)
- Técnicas Independientes de Cultivo en Microbiología de los Alimentos (TICMA)

Los detalles de cada uno de estos cursos así como la información general del programa de formación continua de la SEM están disponibles en la pestaña de cursos de la página web de la sociedad

<https://www.semicrobiologia.org/cursos-online>



El precio de los cursos para los socios de la SEM es de **150 Euros**. Además, por cada curso se otorgan un 10% de becas de 150 euros (1 beca por cada 10 alumnos matriculados) a aquellos participantes que mejores resultados hayan obtenido al finalizar el curso.

Como las plazas son limitadas, si estás interesado/a, debes realizar la preinscripción cuanto antes. Para ello solo tienes que enviar un correo electrónico a Ana M. García ([ana.garcia.ruiz@upm.es](mailto:ana.garcia.ruiz@upm.es)).