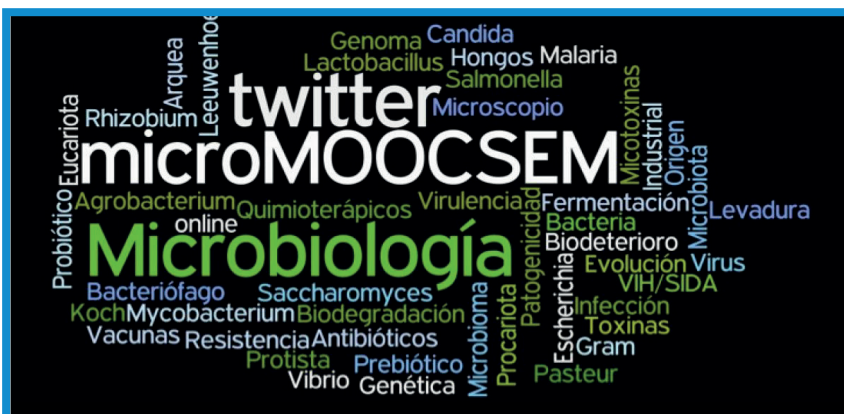


SEM@foro

Revista de la Sociedad Española de Microbiología

JUNIO 2020

N.º 69



Grupo de docencia
y difusión de la
Microbiología SEM



DOCENCIA EN TIEMPOS DE PANDEMIA

Junta Directiva de la SEM

SEM@FORO

NUM. 69 | JUNIO 2020

Presidente

Antonio Ventosa Uvero

Dpto. Microbiología y Parasitología. Facultad de Farmacia.
Universidad de Sevilla.
C/ Prof. García González, 2. 41012 Sevilla.
ventosa@us.es

Vice-Presidente

Rafael Giraldo Suárez

Laboratorio de Amiloides Bacterianos Sintéticos
Departamento de Biotecnología Microbiana
Centro Nacional de Biotecnología. CNB-CSIC
C/ Darwin nº 3, 28049 Madrid
rgiraldo@cnb.csic.es

Secretario

Juan Alfonso Ayala Serrano

Centro de Biología Molecular Severo Ochoa.
CSIC-Universidad Autónoma de Madrid.
C/ Nicolás Cabrera, 1. 28043 Madrid.
jayala@cbm.csic.es

Secretaria Electa

Alicia Prieto Orzanco

Centro de Investigaciones Biológicas
CSIC. C/Ramiro de Maeztu, 9. 28040 Madrid

Tesorero

Víctor Jiménez Cid

Dpto. Microbiología II. Facultad de Farmacia.
Universidad Complutense de Madrid. 28040 Madrid.
vicjim@ucm.es

Editores de publicaciones

International Microbiology

José Berenguer

Centro de Biología Molecular Severo Ochoa.
Departamento de Biología Molecular.
CSIC-Universidad Autónoma de Madrid.
C/ Nicolás Cabrera, 1. 28043 Madrid.
jberenguer@cbm.uam.es

SEM@foro

Manuel Sánchez Angulo

Departamento de Producción Vegetal y Microbiología.
Universidad Miguel Hernández.
03202 Elche (Alicante).
m.sanchez@umh.es

NoticiaSEM

Inmaculada Llamas Company

Departamento de Microbiología.
Facultad de Farmacia. Universidad de Granada.
Campus de Cartuja. 18071 Granada.
illamas@ugr.es

Directora de la Colección Española de Cultivos Tipo

Rosa Aznar Novella

Dpto. Microbiología y Ecología.
Facultat de Ciències Biològiques. Univ. de València.
C/ Dr. Moliner 50. 46100 Burjassot (València).
rosa.aznar@uv.es

Responsable Cursos de Formación Continua on-line

Diego A. Moreno

Universidad de Castilla La-Mancha
Facultad de Farmacia
Avda. Dr. José María Sánchez Ibáñez, s/n. 02008 Albacete
Diego.Moreno@uclm.es

Vocales

Mª José Figueras Salvat

Unitat de Biologia i Microbiologia. Facultat de Medicina i
Ciències de la Salut. Universitat Rovira i Virgili.
C/ Sant Llorenç, 21. E-43201 Reus (Tarragona).
mariajose.figueras@urv.cat

Inés Arana Basabe

Dpto. de Inmunología, Microbiología y Parasitología.
Facultad de Ciencias y Tecnología.
Universidad del País Vasco (UPV/EHU).
C/ Barrio Sarriena s/n. E-48940 Leioa (Bizkaia).
ines.arana@ehu.es

Montserrat Llagostera Casas

Dpto. de Genètica i Microbiologia. Universitat Autònoma
de Barcelona. Cerdanyola del Vallès. 08193 Barcelona.
montserrat.llagostera@uab.cat

Ignacio Belda Aguilar

Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología
(Unidad de Microbiología)
Facultad de Biología
Universidad Complutense de Madrid
C/ José Antonio Novais 12, 28040-Madrid
ignaciobelda@ucm.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

Hongos Filamentosos y Levaduras (Micología)

Humberto Martín Brieve

Dpto. Microbiología II. Facultad de Farmacia.
Universidad Complutense.
Pza. Ramón y Cajal s/n. 28040 Madrid.
humberto@ucm.es

Biología de Microorganismos Patógenos

Oscar Zaragoza

Centro Nacional de Microbiología. Servicio Micología.
Ctra. Majadahonda-Pozuelo, km. 2.
28220 Majadahonda-Madrid.
E-mail: ozaragoza@isci.es

Microbiología Industrial y Biotecnología Microbiana

José Antonio Gil Santos

Dpto. Biología Molecular. Facultad Biología.
Universidad de León. 24004 León.
jose.a.gil@unileon.es

Microbiología de los Alimentos

Gonzalo García de Fernando Minguillón

Dpto. Nutrición, Bromatología y Tecnología
de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, UCM.
Avda. Puerta de Hierro s/n. 28040 Madrid.
e-mail: mingui@vet.ucm.es

Microbiología Molecular

Adela González de la Campa

CSIC-ISCIII, Centro Nacional de Microbiología.
Cta. Pozuelo km. 2. 28220 Majadahonda (Madrid)
agcampa@isci.es

Microbiología del Medio Acuático

Alicia Estévez Toranzo

Departamento de Microbiología.
Facultad de Biología / CIBUS.
Universidad de Santiago de Compostela.
Campus Universitario Sur, s/n.
15782 Santiago de Compostela - (A Coruña).
alicia.estevez.toranzo@usc.es

Microbiología de Plantas

Emilia López Solanilla

Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas (CBGP).
Dpto Biotecnología-Biología Vegetal. ETSIAB.
Campus Montegancedo
Universidad Politécnica de Madrid
28223 Pozuelo de Alarcón
emilia.lopez@upm.es

Protistología

Ana Martín González

Dpto. Microbiología III. Facultad de Biología.
Universidad Complutense.
C/ José Antonio Novais, 2. 28040 Madrid.
anamarti@bio.ucm.es

Taxonomía, Filogenia y Diversidad

Jesús López Romalde

Dpto. Microbiología y Parasitología.
Facultad de Farmacia, Univ. de Santiago de Compostela.
15706 Santiago de Compostela (A Coruña).
jesus.romalde@usc.es

Docencia y Difusión de la Microbiología

Inés Arana Basabe

Dpto. de Inmunología, Microbiología y Parasitología.
Facultad de Ciencias y Tecnología.
Universidad del País Vasco (UPV/EHU).
C/ Barrio Sarriena s/n. E-48940 Leioa (Bizkaia).
ines.arana@ehu.es

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

Director: **Manuel Sánchez Angulo**. E-mail: **m.sanchez@umh.es**.

Co-editor de la Sección de Docencia y Difusión: **Inés Arana Basabe**

Webmaster de la SEM: **Jordi Urmeneta Masó**. E-mail: **jurmeneta@ub.edu**. Departamento de Microbiología. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona. Avda. Diagonal, 645. E-08028 Barcelona.

La SEM y el Director 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-12838-2013

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

E-mail: **info.dcg@design2aa.com** • **www.design-2aa.com**

www.sem microbiologia.org/sec/SEM@FORO



Collage realizado con el logo del grupo de Docencia y Difusión, los logos del proyecto MicroMundo y las "nubes" de términos usados en el curso on-line microMOOCSEM y en la reciente iniciativa #laSEMrespondeCOVID19

Visite la página web de la SEM:
www.semicrobiologia.org
Encontrará información actualizada sobre congresos, reuniones, cursos y becas

Socios protectores de la SEM:

Francisco Soria Melguizo, S.A.



Fundación Medina



Para solicitar más información, inscripciones o publicidad, diríjase a la Secretaría de la

Sociedad Española de Microbiología

CIB-CSIC

c/ Ramiro de Maeztu, 9

28040-Madrid

Tel.: 686716508

secretaria.sem@semicrobiologia.org

NOTA DEL PRESIDENTE

Antonio Ventosa 2

EDITORIAL

Manuel Sánchez Angulo 4

NUESTROS GRUPOS

Informes de los grupos especializados 5

ARTÍCULOS

In memoriam: Margarita Salas 7

Las enzimas limpiadoras 9

StrainsApp: el catálogo de microorganismos españoles accesible "on-line" 12

Centrómeros mosaico: una novedosa organización de la cromatina centromérica en hongos que han perdido CENP-A 14

REUNIONES Y CONGRESOS

XVIII WORKSHOP: "Métodos rápidos y automatización en microbiología alimentaria" 15

XXII Congreso Nacional de Microbiología de los Alimentos 17

ESPECIAL GRUPO DE DOCENCIA Y DIFUSIÓN DE LA MICROBIOLOGÍA SEM

- Grupo de docencia y difusión de la microbiología..... 18
- De SWI@Spain a MicroMundo
- Cuatro años de jóvenes microbiólogos en lucha contra las superbacterias desde D+D SEM..... 20
- Cursos SEM Formación on-line..... 22
- Compartir iniciativas: el mejor caldo de enriquecimiento..... 24
- Micromón València (Universitat de València) 26
- La estrategia 'overall winner' del equipo CEUMicroMundo/SWICEU 28
- Apuesta del Departamento de Microbiología y Parasitología de la Universidad de Sevilla por la Innovación Docente y la Difusión en Microbiología 30
- Grupo de Innovación Docente en el Grado de Biotecnología..... 32
- El Proyecto SWI-MicroMundo en la Universidad Autónoma de Madrid 34
- "Lo esencial es invisible a los ojos: Descubriendo el mundo microbiano a la sociedad giennense" 36
- Ciencigenia y Liderazgo en el proyecto MicroMundo: más allá de la divulgación científica 38
- Ciencia Clandestina: una iniciativa ecléctica de divulgación 40
- Mundo Microbio: Grupo de Innovación Docente de la Universidad de Vigo 42
- Grupo "Medicina Veterinaria e Investigación Terapéutica" De la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria 44
- Micromundo Alicante: 2 cursos y una crisis 46
- La aventura de MicroMundo@Unizar 48
- Ensamblando el puzle genético que regula la producción de antibióticos en *Streptomyces* 50
- Pasado, presente y futuro del Proyecto Micromundo en el Campus de Toledo de la UCLM..... 52
- MicroMundo@UCM: Resistiremos contra las resistencias..... 54
- Grupo SWI-Tiny Earth-MicroMundo de Albacete 56
- Grupo Docente 42 de Microbiología: La importancia de los microorganismos 58
- Cuando "MicroMundo" llegó a la Universidad de León: MicroMundo@ULe..... 60
- CAMPYSALMO: del laboratorio a las aulas..... 62
- MicroMundo UR y Resistencia a Antibióticos..... 64
- Grupo MICROMOL 66
- La divulgación del Grupo de Microbiología Molecular de la UAB..... 66
- TxikiMikro 68
- Docencia después de la pandemia..... 70
- #laSEMrespondeCOVID19: la SEM al servicio de la sociedad..... 72

ENTREVISTA JISEM

Carmen Ascaso. Consejos para jóvenes microbiólogos 74

NUESTRA CIENCIA

..... 78

TESIS

Resúmenes de tesis doctorales 79

Nota del Presidente

Antonio Ventosa

Presidente de la SEM



Cuando escribo estas letras estamos todavía en un periodo crítico de la pandemia por coronavirus SARS-CoV-2, y en nuestro país está comenzando la denominada “desescalada”, y por tanto, ya con mucha confianza en que todo mejore, pero con mucha incertidumbre acerca del futuro próximo. Aunque es previsible que se produzcan nuevos contagios y brotes, también es incierto como se monitorizarán y controlarán para evitar una vuelta hacia atrás. En estos momentos es totalmente necesario concienciar a los ciudadanos de la necesidad, ahora más que nunca, de seguir las recomendaciones de las autoridades sanitarias, para evitar nuevos contagios que pongan en riesgo el camino ya andado y los sacrificios realizados por parte de la sociedad, de una manera disciplinada que debemos agradecer y reconocer. Es fundamental seguir respetando las indicaciones que se nos vayan haciendo llegar en función de la situación, que puede ser variable tanto geográficamente como en los ámbitos en los que convivimos, respetando las distancias sociales, la utilización de mascarillas y las medidas de higiene adecuadas, como lavarse las manos con frecuencia, etc. . .

Mis primeras palabras las quiero dedicar a todos vosotros, en la confianza de que a pesar del periodo tan extraordinario vivido en los últimos meses, estéis todos bien, así como vuestras familias, compañeros y amigos. Desgraciadamente, como ya se informó en el boletín electrónico NoticiaSEM del mes de mayo (no. 141), debo referirme a la triste pérdida, debido al coronavirus, de nuestro compañero, el Profesor Tomás Ruiz Argüeso, Catedrático Emérito de la Universidad Politécnica de Madrid. Tomás ha sido un excelente docente, un investigador muy querido y reconocido a nivel nacional e internacional, respetado por todos sus compañeros, con una personalidad que le hacía dejar huella allí por donde pasaba y sobre todo, una excelente persona y mejor

amigo. Descanse en paz. También nos sumamos, en nombre de la Sociedad Española de Microbiología, al pesar por la reciente pérdida de dos microbiólogos muy ligados a la SEM, el Prof. Milton S. da Costa, de la Universidad de Coimbra y el Prof. Arnold L. Demain, del cual se ha publicado una nota en el pasado número 140 de NoticiaSEM por parte de nuestro compañero, el Prof. Juan Francisco Martín.

Durante estos pasados meses hemos padecido un periodo que difícilmente pudimos imaginar anteriormente, y ha tenido que ser precisamente un virus el causante de esta situación, más propia de una película de ciencia ficción que de una realidad en la que todos nos hemos visto involucrados. Debemos reconocer que ni la comunidad científica ni las autoridades sanitarias, instituciones de salud pública y mucho menos los políticos vimos venir la gravedad de la situación hasta que desafortunadamente la tuvimos encima. Desgraciadamente, los recortes y escasa financiación durante los pasados años con motivo de la anterior crisis económica en materias de sanidad e investigación han puesto al descubierto nuestras carencias y falta de previsión y ahora nos lamentamos de no tener los medios materiales y humanos necesarios para afrontar adecuadamente este grave periodo que estamos viviendo. No obstante, nuestros profesionales sanitarios están en primera línea del control de la pandemia y nos sumamos al agradecimiento de nuestra sociedad por su dedicación y enorme esfuerzo para enfrentarse a una situación extraordinaria que nuestras generaciones no habíamos vivido nunca, motivada por el nuevo coronavirus SARS-CoV-2, del que tan solo hace unos meses no se conocía absolutamente nada. En este sentido, es de destacar la excelente respuesta de la comunidad científica, que nos ha permitido conocer a marchas forzadas, tanto las características del nuevo virus como algunas medidas que

han permitido paliar sus efectos demoledores. Confiamos en que este enorme esfuerzo y el trabajo que se está llevando a cabo por los científicos, entre ellos, destacados grupos de investigadores españoles, desemboque en el descubrimiento de una vacuna, así como en terapias adecuadas para afrontar la enfermedad Covid-19. También confiamos en que, a pesar de la situación económica que se avecina, que tendremos que afrontar a nivel mundial en los próximos años, nuestros políticos sean conscientes de la necesidad de financiar adecuadamente sectores que son el pilar del bienestar de nuestra sociedad, como son el sistema de salud y la ciencia. Me gustaría hacer mención al reciente comunicado elaborado por la Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE), la Federación de Asociaciones Científico Médicas Españolas (FACME), la CRUE-Universidades Españolas y la Alianza de Centros Severo Ochoa y Unidades María de Maeztu (https://www.cosce.org/pdf/comunicado_sobre_ciencia_resolucion_crisis_coronavirus.pdf), en el que se expone con firmeza la necesidad de invertir en ciencia, muy especialmente en tiempos de crisis como los que estamos viviendo, para que podamos saber dar las respuestas adecuadas a lo que desde la sociedad se nos demanda, como son soluciones a esta pandemia ocasionada por el coronavirus SARS-CoV-2. También se reclama una mayor coordinación del sistema científico y tecnológico con las autoridades que toman las decisiones políticas.

El presente número de SEM@foro está dedicado al grupo de Docencia y Difusión de la Microbiología (D+D). Esta asignación de cada número de nuestra revista se hace de forma rotatoria entre todos los grupos especializados de la SEM, y resulta especialmente destacable que este número que hoy llega a tus manos esté dedicado al grupo D+D, que viene realizando una labor encomiable

durante todos estos meses de pandemia, informando adecuadamente acerca de la misma a través de medios como televisión, prensa y radio, así como mediante las redes sociales. Son muchos los científicos y particularmente los microbiólogos que además de su dedicación profesional en centros sanitarios, laboratorios, etc., han explicado a la sociedad española las características del virus, vías de contagio, medidas a adoptar para evitar su contagio, etc..., prácticamente a medida que se ha ido teniendo la información científica y evitando entrar en valoraciones políticas o supuestos no basados en el propio conocimiento científico. Desde aquí agradezco a los socios de la SEM que han colaborado, y que todavía vienen haciéndolo de una forma inmediata, dando respuestas a las muchas incertidumbres y preguntas que la sociedad se ha planteado y se sigue haciendo en cuanto a cómo evitar el contagio y a realizar una vida lo más normal posible, dentro de la anormalidad en la que vivimos actualmente. En este número especial dedicado al Grupo D+D, que ahora cumple 10 años desde su creación, se presentan las actividades que vienen realizando más de 25 grupos en distintos ámbitos, especialmente en aspectos como la problemática de la resistencia a los antibióticos, a través del proyecto SWI-MicroMundo, o la más

actual de respuesta desde la SEM a la situación de pandemia a través fundamentalmente de las redes sociales Twitter o Facebook (@SEMmicrobiología, #laSEMrespondeCOVID19 y #EUROMicroMOOC). Recomendando la lectura de los artículos elaborados por los diferentes grupos al respecto, que se detallan a continuación en un editorial del Director de nuestra revista, Manuel Sánchez Angulo.

Por último, me gustaría hacer una referencia al futuro. Debemos tener esperanza en que superaremos, sin ninguna duda, el periodo actual, pero también deberíamos aprovechar para hacer un análisis sosegado y reflexivo acerca del futuro y especialmente del que se ha venido en llamar el periodo post-coronavirus. Seguramente el confinamiento nos ha permitido a todos nosotros reflexionar acerca de la sociedad actual, de aspectos que hasta ahora no hemos venido considerando o valorando suficientemente y de otros que en realidad son muy superfluos y que no deben tener el valor que les hemos venido dando. Desde la SEM también queremos hacer un análisis profundo acerca de nuestros objetivos, actividades y precisamente el próximo año 2021 en el que celebramos nuestro 75 aniversario, consideramos que sería adecuado realizar un debate en profundidad acerca del

futuro de nuestra sociedad. Desde este foro invito a todos los socios a que nos hagan llegar, bien a través de la secretaría de la SEM o a mi personalmente, sus comentarios, ideas e inquietudes al respecto. Como sabéis muchas de las reuniones científicas que estaban programadas para el presente año han tenido que ser suspendidas o aplazadas. También hemos tenido que aplazar la celebración del curso de Iniciación a la Investigación en Microbiología, para el próximo año. La sociedad actual se mueve hacia un entorno más virtual, de teletrabajo y reuniones a través de la red y posiblemente la SEM deba también valorar esta posibilidad en un futuro cercano. No obstante, pensamos que debemos seguir manteniendo un contacto personal entre todos nosotros, a través de reuniones especializadas reducidas o de nuestro congreso nacional que confiemos podamos celebrar el próximo año y en el que espero tener la oportunidad de saludaros. Con mis deseos de que salgamos de esta situación a la mayor brevedad posible y de que sepamos afrontar el futuro con ilusión y mucha esperanza, os mando un fuerte abrazo (virtual).

Antonio Ventosa
Presidente de la Sociedad Española
de Microbiología



Editorial

Manuel Sánchez Angulo

Director Editorial de SEM@foro



Hace justo 4 años Víctor Jiménez Cid dejó que subiera a bordo de SEM@foro y empezó a enseñarme a manejar el timón de una nave completamente remozada y que él había puesto en su actual rumbo. No puedo quejarme porque hasta ahora la singladura ha sido relativamente tranquila. Y eso debo de agradecerse al apoyo y aliento de mis compañeras y compañeros de la Junta Directiva y los Grupos Especializados, y también a todos aquellos que durante estos años habéis mandado vuestras contribuciones para la revista. En especial quiero mencionar a Montserrat Llagostera por la confianza depositada en mí cuando me propuso para continuar la labor de Víctor y a Antonio Ventosa por sus constantes ánimos e interés para relanzar las publicaciones de la SEM. También debo reconocer que he aplicado la famosa máxima que reza de esta manera: *si una cosa funciona, no la toques*. Y Víctor la dejó funcionando estupendamente.

Cuando en enero de este año comencé a organizar junto con Inés Arana el especial dedicado al grupo de Docencia y Difusión de la Microbiología, pensaba que iba a ser una tarea parecida a las anteriores. Pero no ha sido así. Mientras recibía las colaboraciones que componen este número, las cifras oficiales de hospitalizados y fallecidos por COVID-19 no dejaban de aumentar. Y lo más escalofriante es que dicha cifra seguramente será mayor cuando se revisen los informes MoMo del Instituto de Salud Carlos III. Cuando pase todo esto, habrá que examinar con detalle qué es lo que ha pasado y cómo se puede evitar que pase otra vez. Pero ahora no es el momento.

Lo que sí está claro es que el SARS-CoV-2 ha cambiado por completo las reglas del juego en muchos aspectos de nuestra vida, también el docente. En tan solo unos pocos días un

gran número de profesores hemos pasado de impartir clases *in vivo* a darlas *on-line*. Nos hemos tenido que adaptar a unas condiciones de trabajo totalmente nuevas, diseñando evaluaciones y pruebas sobre la marcha. Y aún no sabemos si dichas condiciones van a seguir vigentes en el comienzo del próximo curso. Creo que en la próxima reunión del grupo D+D vamos a tener muchas nuevas experiencias que compartir.

Esta crisis sanitaria ha vuelto a poner de relieve la importancia de lo que conocemos como "cultura científica de una sociedad". Hemos podido comprobar que las redes sociales son un instrumento poderosísimo para la comunicación. Pero una cosa es el medio y otra es el mensaje. Los *bulos* y las *fake news* están siendo numerosos y han sido varias las personas; científicos, personal sanitario, divulgadores, etc.; que han puesto su granito de arena para frenar su expansión aprovechando precisamente las redes sociales. Y aquí quiero destacar y agradecer a todos los que desde el grupo D+D han estado atendiendo y respondiendo a las numerosas preguntas que nos dirigían, tanto los medios de comunicación, como muchas personas interesadas en conocer por boca de los expertos, lo que estaba ocurriendo. El resumen que hace Nacho Belda de la iniciativa #laSEMrespondeCOVID19 demuestra que la SEM ha estado a la altura.

La diseminación de dichos bulos podría deberse en parte a la falta de cultura científica de la sociedad. Pero en mi opinión esa es la respuesta fácil. Yo creo que hay otros dos parámetros muy importantes a considerar. Uno de ellos es la confianza. Deberíamos recordar que no se confía en la ciencia, se confía en las personas. Me explicaré con un ejemplo. Mientras escribo esto me acaban de pasar por *WhatsApp* un vídeo del premio

Nobel Luc Montaigner en el que dice que el SARS-CoV-2 tiene secuencias del VIH y que ha sido creado artificialmente. Cualquier persona normal, incluso con un alto nivel de cultura científica, puede dar por bueno dicho bulo simplemente apelando a que Montaigner es un científico de prestigio y que por lo tanto confía en él. El otro parámetro a tener en cuenta es la transparencia informativa, un aspecto en el que insistió mucho Margarita del Val en un reciente seminario *on-line*. El secretismo es la mejor de las sombras para incubar los bulos y fomentar la desconfianza.

En este número especial del grupo D+D hay toda una serie de ejemplos de cómo generar cultura científica dentro de la sociedad al mismo tiempo que creamos confianza utilizando transparencia. Sin duda la nave insignia de todos esos ejemplos es la iniciativa MicroMundo, puesta en marcha y coordinada por Víctor, y que está permitiendo que podamos explicar a los más jóvenes que una de las principales amenazas para la salud pública a medio-largo plazo es el incremento de las infecciones por microorganismos resistentes a los antibióticos. Sorprende comprobar cómo a partir de una misma premisa y fundamento, cada uno de los grupos de la Red MicroMundo ha ido innovando y creando su propia versión particular de la iniciativa.

Para terminar, me gustaría animar a todos los socios a que participen en las publicaciones de la SEM. Estos tiempos han vuelto a poner sobre el tapete la importancia de la formación en microbiología, tanto en los niveles de la educación básica, como en los niveles de la educación superior. Así que ahora es uno de los mejores momentos para dar a conocer nuestra ciencia y debemos aprovecharlo. Como dice el lema oficioso del grupo D+D: ¡Todo por la Micro!

MICROBIOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

El **XXII Congreso Nacional de Microbiología de los Alimentos** (XXII CMA2020) (<https://www.webcongreso.com/xxiicma2020>) tendrá lugar en la Universidad de Jaén (Jaén) del 15 al 18 de septiembre de 2020. En esta ocasión estará organizado desde una perspectiva global e inclusiva, inspirada en el enfoque "One Health". Los miembros del equipo de investigación "Microbiología de los Alimentos y del Medio Ambiente", presidido por Antonio Gálvez del Postigo, junto con Magdalena Martínez Cañamero, Rosario Lucas, Elena Ortega, Rubén Pérez, M. José Grande y Antonio Cobo forman parte del Comité Organizador e invitan a todos ustedes a participar activamente en este Congreso que con tanta ilusión están organizando.

El programa científico se extenderá desde el día 15 de septiembre por la tarde hasta el día 18 a las 14.00 h e incluirá sesiones con una ponencia invitada y varias seleccionadas entre las comunicaciones presentadas a póster. La temática irá desde biodiversidad microbiana de los alimentos a probióticos e interacciones de alimentos-microbiota intestinal, pasando por nuevas tecnologías, toxiinfecciones o análisis de riesgos en la industria alimentaria.

Para facilitar los traslados a Jaén, y si las condiciones sanitarias no lo desaconsejan, el Congreso tiene previsto contratar uno o más autobuses, gratuitos para los inscritos y sus acompañantes, para desplazarse desde la estación de Atocha de Madrid el día 15 de septiembre a las 13.30 h y volver desde Jaén a la estación de Atocha al finalizar el Acto de Clausura el día 18 de septiembre.



Se está preparando también un programa cultural que incluya una visita guiada por el centro histórico, así como una inmersión en el mundo del aceite de oliva. Además, se organizará una visita optativa, al final del congreso, a las ciudades Patrimonio de la Humanidad de Úbeda y Baeza, para aquellos que puedan quedarse un poco más en Jaén.

El grupo de Microbiología de los Alimentos ha convocado los premios al mejor joven investigador y a las mejores tesis doctorales de los años 2018 y 2019. En ediciones anteriores se premiaba a una sola tesis del bienio anterior a la celebración del Congreso pero, considerando la calidad de las tesis presentadas, se ha optado por premiar una tesis por año. Los tres premiados expondrán sus investigaciones en el Acto de Clausura del Congreso. En el siguiente número de SEM@foro se darán a conocer los premiados.

Por necesidades de SEM@foro, estas líneas se escribieron en pleno confinamiento y no podemos saber en qué situación se encontrará nuestro país cuando lleguen al lector. Confiamos en que el Congreso pueda celebrarse con normalidad, sin restricciones de cercanía en las sesiones, ni impedimento alguno para que los compañeros puedan saludarse, abrazarse o besarse con la confianza y seguridad que siempre hemos tenido. De no ser así, si la pandemia persistiera o todavía se desaconsejaban las reuniones "multitudinarias" que un Congreso Nacional de Microbiología de los Alimentos conlleva, se están barajando diferentes posibilidades, diversas soluciones, de las que iremos informando a su debido tiempo, cuando sepamos a qué atenernos.

HONGOS FILAMENTOSOS Y LEVADURAS



Humberto Martín
Presidente del Grupo

Os recuerdo en primer lugar que dada la situación de la pandemia COVID-19 y la probabilidad de no poder asegurar una reunión presencial con las garantías adecuadas, y dentro de la normalidad, para la celebración del XV Congreso Nacional de Micología en Valencia del 9 al 11 de septiembre de 2020, el comité organizador aplazó la celebración de la reunión hasta los días 7-9 de septiembre de 2022. Quisiera agradecer especialmente al Presidente del Comité Organizador, Eulogio Valentín, y al resto de miembros su gran trabajo en la planificación del congreso. Confiamos en que dentro de dos años podamos disfrutar de esta gran cita para todos los microbiólogos interesados en el mundo de los hongos.

Por otra parte, ya se ha fallado el premio "Fleming 2020", que ha sido otorgado al trabajo titulado "Early Diverging Fungus *Mucor circinelloides* Lacks Centromeric Histone CENP-A and Displays a Mosaic of Point and Regional Centromeres", cuyos autores son María Isabel Navarro-Mendoza, Carlos Pérez-Arques, Shweta Panchal, Francisco E. Nicolás, Stephen J. Mondo, Promit Ganguly, Jasmyn Pangilinan, Igor V. Grigoriev, Joseph Heitman, Kaustuv Sanyal y Victoriano Garre, publicado el año pasado en la revista "Current Biology". Podéis disfrutar de un resumen del trabajo galardonado en la página 14 de este número de Sem@foro. Nuestra más sincera enhorabuena a los ganadores.

Para finalizar, simplemente os quería comentar que este año corresponde la renovación de la Junta Directiva de nuestro grupo, de manera que se convocarán las elecciones después del verano.

BIOLOGÍA DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS



Óscar Zaragoza Hernández
Presidente del Grupo

La Junta Directiva ha estado valorando desde principios de año la posibilidad de realizar antes del verano una reunión del GEBMP. Mientras se valoraban diferentes opciones y sedes, ha emergido la incidencia del coronavirus, y más concretamente, múltiples recomendaciones de evitar congresos, seminarios y reuniones por parte del personal sanitario. Como este hecho puede alterar la posible asistencia de algunos miembros del GEBMP, se ha acordado intentar organizarla para finales de año. En las próximas semanas se espera que cuando la situación planteada por la aparición del coronavirus se normalice, se concrete sede, fechas y programa científico.

Se está planificando una reunión online de los miembros de la Junta directiva para discutir las futuras actividades del grupo, así como la posibilidad de realizar "congresos o seminarios" virtuales para que los miembros de GEBMP puedan compartir entre sí sus líneas de trabajo.

MICROBIOLOGÍA DEL MEDIO ACUÁTICO



Alicia Estévez Toranzo
Presidenta del Grupo

Ante la incertidumbre sobre las condiciones de movilidad, aforo, etc., que puedan darse en las fechas previstas para la celebración de la XIII Reunión del Grupo Especializado en Microbiología del Medio Acuático en Granada (1-2 octubre 2020), **se ha decidido posponer dicha Reunión para el 2022**, dado que en el 2021 tendría lugar el Congreso Nacional de la SEM.

La entrega del Premio a la Mejor Tesis Doctoral realizada por socios del Grupo y defendida durante el bienio 2018/2019, se llevaría a cabo durante la celebración del Congreso Nacional de Microbiología en Burgos.

En nombre de la Junta Directiva del Grupo, aprovecho este informe para desear a todos los miembros del Grupo y de la SEM buena salud y un manejo de la situación lo menos estresante posible.

TAXONOMÍA, FILOGENIA Y DIVERSIDAD



Jesús López Romalde
Presidente del Grupo

En primer lugar transmitir, de mi parte y de parte de toda la Junta Directiva del grupo Especializado en Taxonomía, Filogenia y Diversidad, un mensaje de ánimo para todos los miembros del Grupo y de la Sociedad en estos tiempos difíciles marcados por el confinamiento debido al estado de alarma consecuencia de la pandemia de Covid-19. Esperamos que todos os encontréis bien y con ánimo para retomar actividades en cuanto comience el desescalado.

Debido precisamente a la alerta sanitaria, el comité organizador del congreso Taxon XVIII, de acuerdo con la SEM, ha decidido aplazar la reunión hasta los días **21, 22 y 23 de octubre de 2020**. Los cambios de fechas ya están disponibles en la página web del congreso: <https://agenda.uib.es/42789/detail/xviii-reunion-del-grupo-de-taxonomia-filogenia-y-biodiversidad.html>

Cuidaos mucho!

In memoriam Margarita Salas

Alicia del Prado Díaz



Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (CSIC-UAM) Universidad Autónoma de Madrid, Cantoblanco, 28049, Madrid

La ciencia española se ha quedado huérfana. El día 7 de noviembre, Margarita Salas nos dejó como siempre había querido hacerlo: con la bata puesta, trabajando hasta el último momento en el laboratorio y pendiente de cada uno de nuestros trabajos.

Todos conocemos los indudables méritos de la Dr. Salas, podríamos estar todo el día hablando de sus trabajos científicos y distinciones, pero hoy quería resaltar que sus aportaciones no han sido tan sólo científicas, también ha sido una mujer pionera en muchos aspectos, en 2003 fue la primera científica en ocupar un sillón en la RAE, en 2007 la primera mujer española en entrar a formar parte de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos y en 2016 la primera mujer en conseguir la Medalla Echeagaray, entre otras muchas distinciones. Creo que una de las cosas que nos ha enseñado ha sido todo lo que se puede conseguir con esfuerzo y tesón.



La autora del artículo junto a Margarita Salas.

Ella aprendió de la mano de un gran maestro, Severo Ochoa y con él descubrió cosas que hoy en día aparecen en todos los libros de Biología, como la dirección del código genético. Al volver a España junto con Eladio Viñuela, se encontró con un desierto científico, pero eso no desanimó a Margarita Salas, que ha dedicado más de 50 años a estudiar al pequeño fago Phi29 que tantas satisfacciones le ha dado. Durante estos años nos ha enseñado muchas cosas, la primera que a partir de una investigación básica se pueden conseguir importantes aplicaciones biotecnológicas, como ha ocurrido con la DNA polimerasa de Phi29 y su patente, porque como ella decía: "Un país sin investigación es un país sin desarrollo" y "Una investigación básica de calidad es fundamental para un posterior desarrollo, porque de ella saldrán resulta-

dos no previsibles a priori". Lo segundo, su pasión por enseñar. La Dr. Salas fue profesora durante 23 años de Genética Molecular en la Universidad Complutense de Madrid. Ella siempre cuenta que esto le dio muchas satisfacciones y además le permitió seleccionar excelentes estudiantes de doctorado. Esto le ha permitido ser para todos aquellos que hemos tenido la suerte de doctorarnos con ella, una gran maestra. Creo que uno de los principales méritos que tenemos que agradecerle es haber levantado la investigación en España, haber creado lo que nosotros llamamos la gran familia de Phi29, de la que me siento muy orgullosa de formar parte. Bajo su dirección se han formado muchos de los que hoy en día son brillantes investigadores en nuestro país y fuera de él, y que actualmente tienen sus grupos propios y siguen transmi-

tiendo a sus estudiantes todas aquellas cosas que Margarita Salas les enseñó a ellos sobre el rigor científico y la pasión por investigar. Esta faceta suya fue premiada en 2017 con el Premio Mentoring de Nature. Pero su importancia no es solamente nacional, hace unos meses también le otorgaron el Premio Inventor Europeo, por el Logro de toda una vida, siendo también una de nuestras científicas más internacionales. Después de 36 tesis doctorales dirigidas, de más de 50 defendidas en el laboratorio y más de 400 artículos científicos, él último fue publicado hace tan solo unos meses, en el que tengo el orgullo de firmar con ella.

En mi opinión, una de las muchas cosas que tenemos que agradecerle es haber sido un referente y una inspiración para todos,

pero especialmente para las jóvenes científicas, por demostrarnos que independientemente de si eres hombre o mujer se puede ser un gran investigador. Creo que, con su trayectoria y sus logros, sin necesidad de nada más, consigue despertar admiración y vocaciones científicas entre los más jóvenes, enseñándonos que se puede ser uno de los mejores científicos de nuestro país siendo mujer.

Para mí Margarita, ha sido una de las personas más influyentes en mi vida, aprender de ella ha sido mucho más que un sueño, estar con ella en el laboratorio, me ha permitido estar en sitios en los que ni siquiera nunca imaginé estar. En estos años trabajando en el laboratorio junto a ella, he aprendido mucho, muchísimo de ciencia, a trabajar con cons-

tancia y con rigor científico, pero sobre todo la importancia del esfuerzo, a seguir siempre adelante, a reponerme del fracaso e intentarlo de nuevo, porque ningún descubrimiento se consigue en un solo día. Me ha enseñado la emoción por descubrir, por investigar, a trabajar con pasión y a disfrutar haciéndolo, a no dejar nunca de hacerme preguntas y a tener siempre un espíritu crítico, que es lo que ella ha hecho siempre y lo que ha convertido en su seña de identidad. Toda una vida dedicada a la ciencia que no termina aquí, que perdurará en cada uno de sus discípulos y en los discípulos de sus discípulos, dejando un legado imborrable en todos nosotros y en la ciencia en España.

Por todos sus logros, por ser un referente como investigadora y también como mujer,

por romper tantos moldes y demostrarnos que con constancia y esfuerzo no hay metas inalcanzables, los científicos siempre estaremos en deuda con ella. Todos los que la conocíamos recordaremos su fuerza, su constancia, su entusiasmo, su personalidad discreta y su saber estar y nunca olvidaremos todas sus enseñanzas.

Por último recordar una frase que ella solía decir: "El investigador tiene que ser riguroso, tener libertad e imaginación y estar dispuesto a que el inmenso placer de investigar guíe su vida. El trabajo es duro, pero la recompensa merece la pena", para seguir como ella hacía animando a todos lectores, especialmente a los más jóvenes, a seguir investigando, a descubrir la pasión por la ciencia y la satisfacción de descubrir.

Nuevos socios de la SEM

- Baca González, María Victoria
- Baños Martínez, Alicia
- Bustos Caparrós, Esteban
- Cabello Yeves, Elena
- Camacho Fernández, Eva María
- Carnicero Mayo, Yaiza
- Cebrián Sastre, Esmeralda
- Celador Albarrán, Rubén
- de Llanos Frutos, Rosa
- Delgado Zahinos, Celia
- Díez Galán, Alba
- Egea Zorrilla, Alejandro
- Elizalde Bielsa, Aitor
- Felipe Ruiz, Alonso
- Fernández Mauricio, Carlos
- Galvis Serrano, Nestor Fabian
- García Lavilla, Beatriz
- García López, Miriam
- García Rodríguez, Diego
- Garde López-Brea, Sonia
- Gionchetta, Giulia
- Gómez Albarrán, Carolina
- González Machado, María del Camino
- Herencias, Cristina
- Jiménez, Guadalupe
- Lestón Cambeiro, Luz
- López Cárcel, Luis
- Magañas Dueñas, Viridiana
- Martínez Moreno, Marcos Felipe
- Mas Pons, José Antonio
- Mazarro Ruiz de Martín-Esteban, Jesús Alberto
- Merchan Ignacio, Francisco
- Mingo Casas, Patricia
- Montero Curiel, María
- Mourenza Flórez, Álvaro
- Muelas Zarzuela, Ines
- Pascual Ortiz, Marina
- Pérez Martín, Laura
- Pérez Tejeiro, José Miguel
- Pulido Sánchez, Marta
- Rabelo Ruiz, Miguel
- Rincón Tomás, Blanca
- Rodríguez Mestre, Mario
- Sainz Mejías, Maite
- San Segundo Lobato, Paula
- Stchigel Glikman, Alberto Miguel
- Straková, Dáša
- Teso Pérez, Claudia
- Tomas Fornes, David
- Usseglio, Paolo
- Velando Soriano, Félix
- Vílchez García, Jesús

Altas desde 22/10/2019 hasta 14/04/2020

Las enzimas limpiadoras

Carmen-Lisset Flores y Carlos Gancedo

Instituto de Investigaciones Biomédicas "Alberto Sols" CSIC-UAM. 28029 Madrid



El funcionamiento correcto del metabolismo es fundamental para la vida de los organismos. Los libros de bioquímica han presentado una imagen del metabolismo que, si bien facilita su estudio, en ocasiones no refleja la complejidad de la red metabólica. En general el metabolismo se muestra como una maquinaria perfecta en la que las enzimas de las distintas vías aparecen como los actores principales de la gran función de la vida. Sin embargo, a veces, esas enzimas generan productos impropios, bien porque la reacción enzimática tome un camino "equivocado" desde el complejo activado o porque la enzima actúe sobre un sustrato no adecuado. Por otra parte, algunos metabolitos pueden sufrir transformaciones no enzimáticas y generar productos no deseados. Esos productos pueden ser tóxicos y hay que eliminarlos o mantenerlos a bajas concentraciones. En este breve artículo queremos llamar la atención sobre los actores secundarios del metabolismo, las enzimas *limpiadoras* que permiten a las células llevar una vida normal. Nos provoca a ello un reciente artículo de revisión sobre algunas de esas enzimas, ignoradas

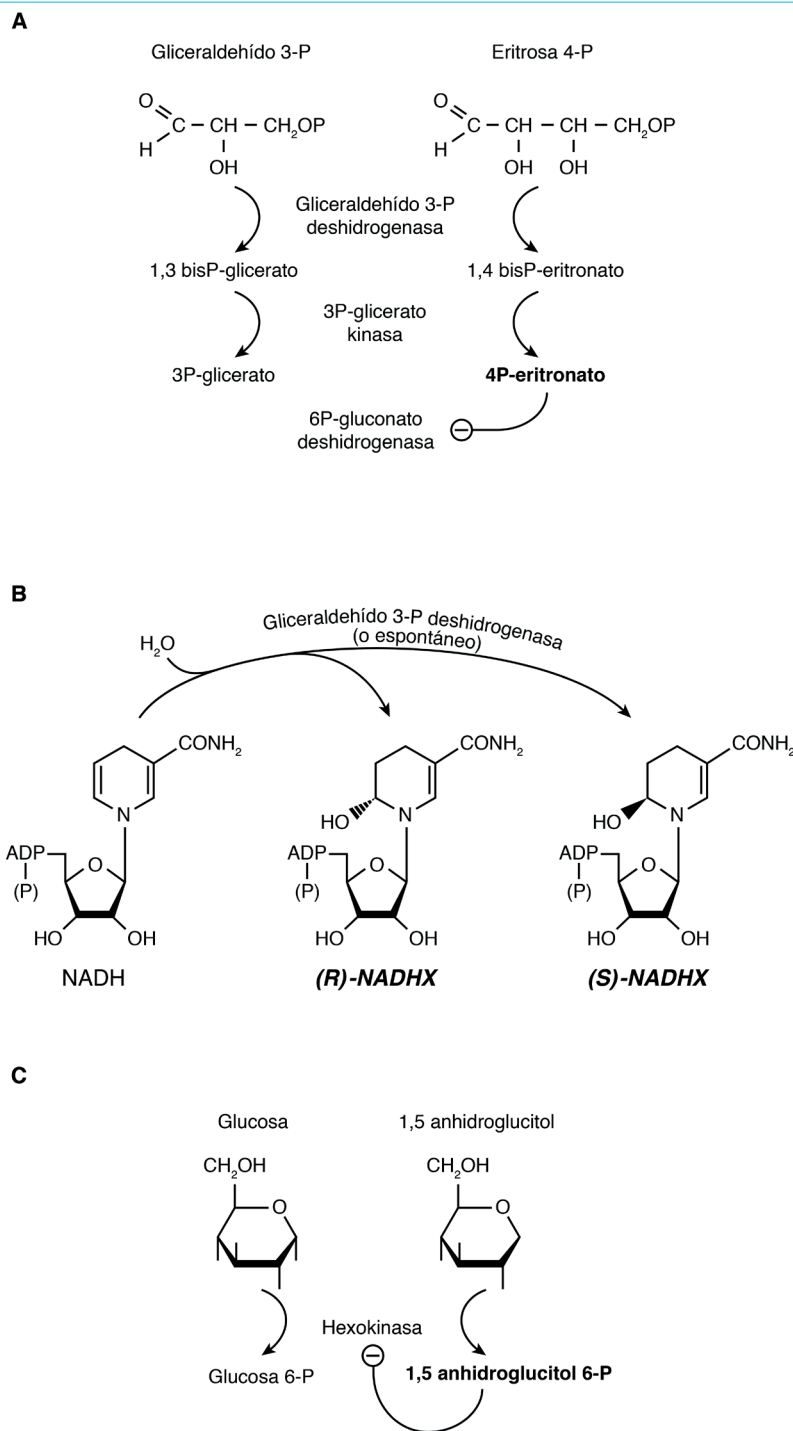


Figura 1. Ejemplos de producción de metabolitos erróneos. - Los metabolitos erróneos se muestran en negrita. Las enzimas limpiadoras que los eliminan se mencionan en el texto.

A. La gliceraldehído 3-P deshidrogenasa puede actuar sobre la eritrosa 4-P iniciando la formación de eritronato 4-P un potente inhibidor de la 6 P-gluconato deshidrogenasa. A la izquierda se muestra la reacción metabólica principal.

B. Formación de NADHX a partir de NAD. Este producto se forma por la acción de la gliceraldehído 3-P deshidrogenasa o espontáneamente y es un inhibidor de deshidrogenasas dependientes de NAD.

C. La acción de la hexokinasa sobre el 1,5 anhidroglucitol, produce 1,5 anhidroglucitol 6-P que es un inhibidor de la propia enzima. A la izquierda aparece la reacción metabólica de la enzima.

o desconocidas hasta hace poco, publicado por el grupo de Emile van Schaftingen del Instituto De Duve de la Universidad Católica de Louvain-la Neuve (Bélgica) (Bommer *et al.*, 2020). Ese tipo de enzimas limpiadoras se ha descrito en eucariotas pluricelulares, levaduras y bacterias, sugiriendo que son fundamentales para distintas formas de vida. En esta rápida pincelada ilustrativa consideraremos solo algunos casos representativos, remitiendo para más información a la revisión mencionada y a los artículos allí citados.

La gliceraldehído-3-P deshidrogenasa, una abundante enzima glicolítica (alrededor de 170000 moléculas por célula de levadura), es capaz de actuar marginalmente sobre eritrosa 4-P produciendo, conjuntamente con la 3P-glicerato kinasa, 4 P-eritronato que inhibe fuertemente la 6 P-gluconato deshidrogenasa y por tanto bloquea la vía de las pentosas fosfato (Fig 1A). Collard *et al.* (2016) mostraron que en mamíferos existe una enzima, la P-glicolato fosfatasa, capaz de hidrolizar el metabolito espúreo. En levadura se había descrito una fosfatasa, Pho13, con gran especificidad para p-nitrofenil-P cuya función fisiológica era desconocida. Posteriormente se describió la actividad de esta fosfatasa frente a formas fosforiladas de la histona 2A y de caseína, sugiriendo un papel de Pho13 en procesos de fosforilación reversible de proteínas. Pues bien, Pho13 ha resultado ser la enzima que, en levadura, “limpia” el 4 P-eritronato. En mutantes con una delección de *PHO13* aumenta la expresión de genes codificantes de enzimas implicadas en la vía de las pentosas fosfato (Collard *et al.* 2016)) lo que permite compensar el efecto inhibidor del 4-P-eritronato.

También Collard et al (2016) mostraron que una actividad marginal de otra enzima glicolítica clave, la piruvato kinasa, producía en mamíferos 2 P-L-lactato, que resulta ser un inhibidor de la enzima que genera fructosa-2,6-bisP, el más potente activador de la fosfofructokinasa. Por tanto, la acumulación del 2 P-L-lactato provocaría una inhibición de la glicolisis; la misma P-glicolato fosfatasa que hidroliza el 4 P-eritronato, se encarga de eliminar el 2 P-L-lactato evitando el colapso de la glicolisis.

Otro caso que implica una actividad marginal de la gliceraldehído-3-P deshidrogena-

sa es la producción de una forma de NADH con un grupo hidroxilo en C6 (NADHX) en las configuraciones epiméricas *R* o *S* (Fig. 1B). Esas formas no funcionan como coenzima en las reacciones enzimáticas e inhiben las deshidrogenasas dependientes de NAD. La forma *S* es recuperada mediante la acción de una deshidratasa que consume ATP; para recuperar la forma *R* se requiere adicionalmente una epimerasa que transforma la configuración *R* en *S*. El NADHX se forma también espontáneamente y lo mismo sucede con la forma NADPHX. El mismo sistema de reparación actúa sobre las formas modificadas de las dos coenzimas y se ha identificado en todos los dominios de la vida. Su deficiencia causa problemas neurodegenerativos letales en mamíferos (Van Bergen *et al.* 2019, Becker-Kettern *et al.* 2018), depleción de la reserva de serina en levaduras (Becker-Kettern *et al.* 2018), o dificultad en la adaptación a estrés en *Bacillus subtilis* (Petrovova *et al.* 2014). Curiosamente la carencia de la deshidratasa no parece causar problemas en plantas (Colinas *et al.* 2014). Todavía faltan conocimientos para explicar cómo la ausencia del mismo sistema limpiador produce efectos diferentes en distintos organismos. Como se ha apuntado en otro contexto “in biology, details matter a lot, and we don’t understand the details” (Silver *et al.* 2014)

El último caso que mencionaremos es el debido a la producción de un metabolito tóxico resultante del uso de un substrato erróneo por la hexokinasa. La hexokinasa, que inicia la glicolisis fosforilando glucosa a glucosa 6-P, fosforila también análogos de la glucosa. Sols y Crane mostraron hace más de cincuenta años (Sols y Crane 1954) que uno de esos análogos era el anhidroglucitol (Figura 1 C), un azúcar que se forma en la degradación de glicanos y que se encuentra en numerosos alimentos (Yamanouchi et al 1992). Pues bien, el producto de esa fosforilación, el anhidroglucitol 6-P es un fuerte inhibidor de la propia hexokinasa (Sols y Crane 1954). En mamíferos se ha encontrado que una acumulación de anhidroglucitol-6P causa neutropenia. ¿Cómo se evita normalmente que ese compuesto se acumule? Hay dos proteínas cuya acción secuencial se encarga de eliminarlo: el transportador de glucosa 6-P al retículo endoplásmico, que también transporta anhidroglucitol 6-P, y una fosfata-

sa que convierte éste en anhidroglucitol que se excreta en orina. Una deficiencia en alguna de esas proteínas causa la acumulación del anhidroglucitol-6P que, al inhibir la hexokinasa en los neutrófilos dependientes de la glicolisis para la obtención de ATP, origina el problema mencionado (Veiga-da-Cunha *et al.* 2019).

Una pregunta interesante es la de si, a lo largo de la evolución, algún producto *erróneo* podría haber sido reclutado para desempeñar alguna función, convirtiéndose así en un metabolito más. Un ejemplo de esto podría ser el caso del diadenosin tetrafosfato (Ap4A). Este compuesto, un dinucleótido formado por dos adenosinas unidas en enlace 5'-5' por cuatro fosfatos, es producido por las aminoacil-tRNA sintetasas cuando no está presente el correspondiente tRNA. Se ha encontrado en numerosos organismos (Zamecnik, 1983) y se le ha propuesto como una alarmona. Sin embargo, un estudio en el que se examinan cuidadosamente una serie de criterios para ser calificado como tal parece demostrar que este no es el caso en *Escherichia coli* (Despotović *et al.* 2017). En contraste, recientemente se ha sugerido su posible papel como regulador en mastocitos (Yu *et al.* 2019). Por ello la idea general de reclutar un subproducto para una función sigue siendo atractiva ya que los caminos de la evolución son impredecibles.

Lo expuesto muestra que, en contra de opiniones extendidas, todavía ignoramos bastante sobre el metabolismo y que como el gran enzimólogo Alberto Sols decía a veces, “las enzimas son específicas, pero menos”. Quizá esta llamada de atención sobre las enzimas *limpiadoras* - a las que el grupo de Van Schaftingen denomina enzimas reparadoras del metabolismo- despierte interés para identificar nuevas enzimas de este tipo en microorganismos.

Agradecimientos

El trabajo en el laboratorio de los autores es posible gracias a la ayuda CIVP18A3896 de la Fundación Ramón Areces. Agradecemos los comentarios críticos y apoyo de Juana M. Gancedo y las sugerencias de José M. Siverio (Facultad de Ciencias, Universidad de La Laguna).

REFERENCIAS

- Becker-Kettern, J., Paczia, N., Conrotte, J.F., Zhu, C., Fiehn, O., Jung, P.P., Steinmetz, L.M., Linster, C.L. NAD(P)HX repair deficiency causes central metabolic perturbations in yeast and human cells. *FEBS Journal* **285**, 3376-3401 (2018).
- Bommer, G.T., Van Schaftingen, E., Veiga-da-Cunha, M. Metabolite repair enzymes control metabolic damage in glycolysis. *Trends Biochem Sci.* **45**, 228-243 (2020).
- Colinas, M., Shaw, H.V., Loubéry, S., Kaufmann, M., Moulin, M., Fitzpatrick, T.B. A pathway for repair of NAD(P)H in plants. *J Biol Chem.* **289**, 14692-14706 (2014).
- Collard, F., Baldin, F., Gerin, I., Bolsée, J., Noël, G., Graff, J., Veiga-da-Cunha, M., Stroobant, V., Ver-
tommen, D., Houddane, A., Rider, M.H., Linster, C.L., Van Schaftingen, E., Bommer, G.T. A conserved phosphatase destroys toxic glycolytic side products in mammals and yeast. *Nat Chem Biol.* **12**, 601-607 (2016).
- Despotović, D., Brandis, A., Savidor, A., Levin, Y., Fumagalli, L., Tawfik, D.S. Diadenosine tetraphosphate (Ap4A) - an *E. coli* alarmone or a damage metabolite? *FEBS J.* **284**, 2194-2215 (2017).
- Petrovova, M., Tkadlec, J., Dvoracek, L., Streitova, E., Licha, I. NAD(P)H-Hydrate Dehydratase- A metabolic repair enzyme and its role in *Bacillus subtilis* stress adaptation. *PLoS One* **9**(11): e112590. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112590> eCollection 2014.
- Silver, P.A., Way, J.C., Arnold, F.H., Meyerowitz, J.T. Synthetic biology: Engineering explored. *Nature.* **509**, 166-167 (2014).
- Sols, A., Crane R. Substrate specificity of brain hexokinase. *J Biol Chem.* **210**, 581-595 (1954).
- Van Bergen, N.J. *et al.* (35 autores) NAD(P) HX dehydratase (NAXD) deficiency: a novel neurodegenerative disorder exacerbated by febrile illnesses. *Brain*, **142**, 50-58 (2019) Hay una presentación en <https://www.youtube.com/watch?v=IBPo0iq71wk>
- Veiga-da-Cunha, M., Chevalier, N., Stephenne, X., Defour, J.P., Paczia, N., Ferster, A., Achouri, Y., Dewulf, J.P., Linster, C.L., Bommer, G.T., Van Schaftingen, E. Failure to eliminate a phosphorylated glucose analog leads to neutropenia in patients with G6PT and G6PC3 deficiency. *Proc Natl Acad Sci U S A.* **116**, 1241-1250 (2019).
- Yamanouchi, T., Tachibana, Y., Akanuma, H., Mino-da, S., Shinohara, T., Moromizato, H., Miyashita, H., Akaoka, I. Origin and disposal of 1,5-anhydroglu-
citol, a major polyol in the human body. *Am J Physiol.* **263**, E268-E273 (1992).
- Yu, J., Liu, Z., Liang, Y., Luo, F., Zhang, J., Tian, C., Mot-
zik, A., Zheng, M., Kang, J., Zhong, G., Liu, C., Fang, P., Guo, M., Razin, E., Wang, J. Second messenger Ap₄A polymerizes target protein HINT1 to transduce sig-
nals in FcεRI-activated mast cells. *Nat. Commun.* **10**, 4664 (2019) doi.org/10.1038/s41467-019-12710-8.
- Zamecnik, P. Diadenosine 5',5'''-P₁,P₄-tetraphosphate (Ap₄A): its role in cellular metabolism. *Anal. Biochem.* **134**, 1-10 (1983).

COLILOQUIO



StrainsApp: el catálogo de microorganismos españoles accesible “on-line”

Lidia Rodrigo-Torres¹, Aurora Zuzuarregui Miró², José Miguel López Coronado³ y Rosa Aznar Novella⁴

Colección Española de Cultivos Tipo (CECT). ¹Gestora REDESMI. ²Gestora recursos microbianos CECT.

³Responsable de informática y patentes. ⁴Directora de la CECT, REDESMI y MicroBioSpain.



Miembros de REDESMI y MICROBIOSPAIN en la jornada “MICROBIOSPAIN: la colección de microorganismos españoles accesible “on-line”, celebrada el pasado 28 de febrero en el CNTA (San Adrián, Navarra)



StrainsApp es una aplicación web que ha desarrollado la CECT (Colección Española de Cultivos Tipo) con un doble objetivo: i) facilitar a las colecciones de investigación registradas

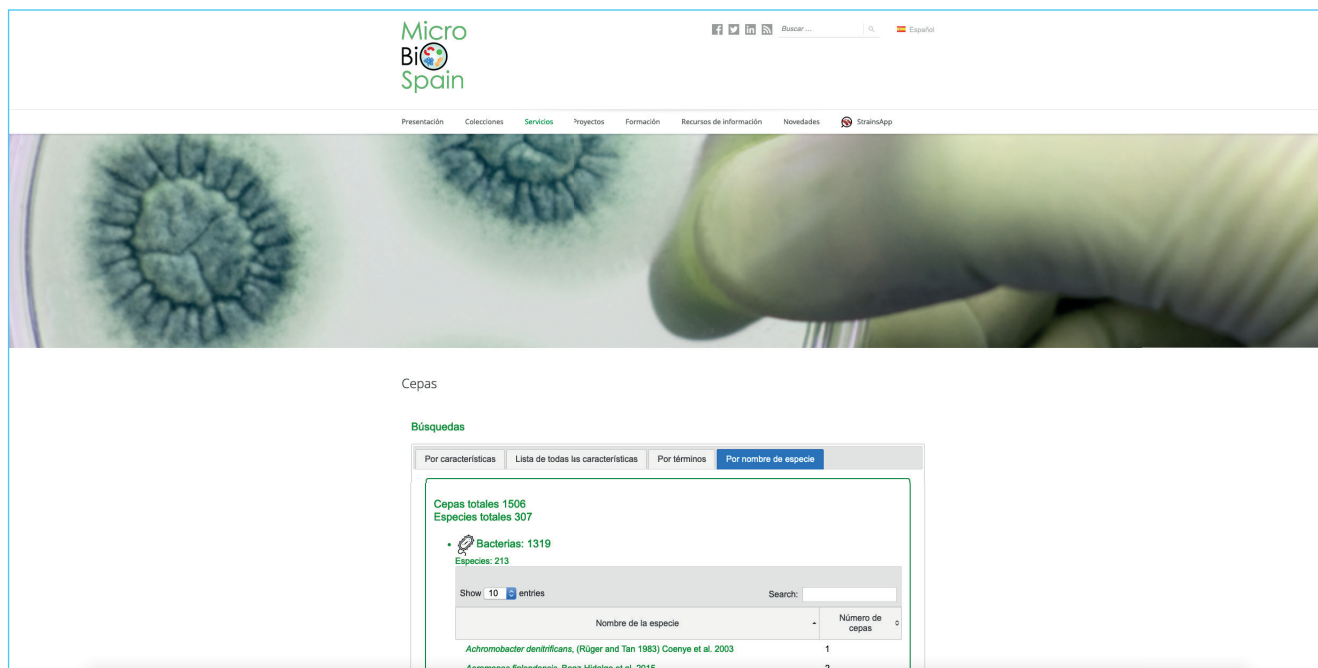
en REDESMI (Red Española de Microorganismos) la gestión de las cepas que mantienen y ii) permitir la consulta pública on-line de esas cepas, visibilizando y facilitando el acceso a estos recursos microbianos con potencial biotecnológico.

Se trata de una iniciativa que forma parte del proyecto “Conservación sostenible de recursos microbianos españoles bajo estándares de calidad, mediante una aproximación integradora y potenciando su visibilidad”, RMP2015-0001-00-00, financiado por la Agencia Española de Investigación a través del INIA con fondos FEDER. Así mismo, se enmarca en la Red de Excelencia MicroBioSpain CGL2016-81969-REDT, financiada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

Tanto las colecciones de investigación REDESMI como las colecciones públicas españolas, la CECT y el Banco Español de

Algas (BEA), han participado en la selección y designación de los campos de información que serán comunes en la base de datos pública. Estos campos son el punto de partida para cualquier colección que desee incorporar los datos de sus cepas, a la vez que facilitan una búsqueda más eficiente en las consultas públicas al catálogo. Pero además, el investigador responsable podrá crear los campos particulares que requiera para las cepas de su colección, de manera que se recopile la mayor información posible. Por tanto, StrainsApp es una aplicación que permite a las colecciones que la utilicen personalizar completamente la base de datos con la que gestionar sus cepas.

La utilización de StrainsApp (strainsapp.redesmi.es) para introducir datos sobre las cepas y organizar la propia colección es abierta para los miembros inscritos en REDESMI y requiere de usuario y contraseña.



Página de consulta del catálogo de cepas de las colecciones REDESMI a través de la web de MicroBioSpain (www.microbiospain.org/servicios-cepas/)

Los términos de uso de la aplicación han sido consensuados y han de aceptarse para su utilización. Entre otros aspectos, indican que el responsable de la colección puede decidir qué información “relevante en cuanto a aplicación biotecnológica” quiere hacer pública.

La consulta del catálogo de cepas es abierta al público a través de la web de MicroBioSpain (www.microbiospain.org/servicios-cepas/) y el usuario puede contactar con el responsable de la colección, en caso de que una o más cepas susciten su interés, bien para establecer colaboración científica, bien para explorar su posible aplicación o explotación comercial. En la fase inicial, el catálogo cuenta con 1.506 cepas de 16 de las 43 colecciones que actualmente forman parte de REDESMI, cuya información sobre el investigador responsable, la institución a la que pertenece, ubicación y descripción de los grupos de microorganismos que alberga, está recogida en la sección de colecciones de la web de MicroBioSpain (www.microbiospain.org/colecciones).

Con el apoyo de los proyectos arriba mencionados, la CECT y el CNTA (Centro Nacional de Tecnología Alimentaria) organizaron la

jornada **“MICROBIOSPAIN: la colección de microorganismos españoles accesible “on-line”**”, celebrada el pasado 28 de febrero en el CNTA (San Adrián, Navarra). Se planteó como una actividad para fomentar la interconexión del tejido empresarial con el científico y promover la explotación comercial de los recursos microbianos españoles, girando en torno al lanzamiento de la aplicación StrainsApp. Tuvo una gran acogida, incluyendo representantes de REDESMI y un importante número de empresas del sector agroalimentario.

Como ponentes participaron por orden de intervención, Daniel Ramón, Vicepresidente de I+D en Nutrición y Salud de Biopolis – ADM, que nos presentó los principales canales, barreras y opciones para el uso de microorganismos en la industria alimentaria; Noelia Vallejo Pedregal, de la Subdirección General de Biodiversidad y Medio Natural (Ministerio para la Transición Ecológica), que nos habló sobre la normativa de acceso y uso de recursos genéticos en el marco del Protocolo Nagoya; Rosa Aznar como IP que presentó los proyectos sobre recursos microbianos que lidera la CECT; José Miguel López Coronado, responsable de informática de la

CECT, que presentó la aplicación StrainsApp, y los miembros de MicroBioSpain (BEA, CECT, CIAL, IATA, INIA, IPLA, IRTA y CNTA) que presentaron los últimos avances en el uso de microorganismos.

Disponer de un catálogo de microorganismos españoles, así como de una web que integra los grupos de investigación que los mantienen, es una de las actuaciones encaminadas a conformar el nodo español de la Infraestructura de Investigación (RI) Microbial Resource Research Infraestructure (MIRRI) del que por el momento forman parte la CECT y el BEA.

A nivel europeo, MIRRI (www.mirri.org) continúa activo a través de los países que hemos firmado el MoU (Memorandum of Understanding) realizando los trámites para constituirse legalmente como ERIC (European Research Infraestructure Consortium) y, a la vez, mediante la participación en los proyectos “EOSC-Life” www.eosc-life.eu (INFRAEOSC-04-2018, Research and Innovation Action (RIA) GA No.: 824087, 01/03/2019 - 28/02/2023) y ismirri21.mirri.org (INFRADEV-03-2019 RIA GA No.: 871129, 01/02/2020 - 31/01/2023) que facilitarán su implementación.

Centrómeros mosaico: una novedosa organización de la cromatina centromérica en hongos que han perdido CENP-A

María Isabel Navarro Mendoza, Carlos Pérez Arques, Francisco E. Nicolás, Victoriano Garre Mula

Departamento de Genética y Microbiología, Facultad de Biología, Universidad de Murcia, 30100 Murcia

RESOLUCIÓN DEL PREMIO "FLEMING 2020"

El grupo especializado de Hongos Filamentosos y Levaduras concede bienalmente el "Premio Fleming" al mejor trabajo de investigación presentado a concurso, en el ámbito de la Micología y realizado en un laboratorio de España en los dos años previos. En la presente edición, y entre las diez magníficas publicaciones presentadas a concurso, la comisión compuesta por la Junta Directiva del grupo especializado ha otorgado el premio "Fleming 2020" al trabajo titulado "Early Diverging Fungus *Mucor circinelloides* Lacks Centromeric Histone CENP-A and Displays a Mosaic of Point and Regional Centromeres", cuyos autores son María Isabel Navarro-Mendoza, Carlos Pérez-Arques, Shweta Panchal, Francisco E. Nicolás, Stephen J. Mondo, Promit Ganguly, Jasmyn Pangilinan, Igor V. Grigoriev, Joseph Heitman, Kaustuv Sanyal y Victoriano Garre, publicado en *Current Biology*. 2019. 29(22):3791-3802.e6. A continuación podéis disfrutar de un resumen de este trabajo elaborado por sus autores.

Los centrómeros son regiones cromosómicas de los eucariotas que aseguran un reparto preciso del material genético durante la división celular, evitando la aparición de alteraciones en el número de cromosomas que recibe cada célula hija. A pesar de que su función está conservada, existe una gran diversidad de centrómeros que muestran diferencias en su secuencia, estructura y organización; un hecho que se conoce como la paradoja del centrómero. A los centrómeros se une el cinetocoro, un macrocomplejo proteico que ancla el huso acromático a los cromosomas haciendo posible su movimiento. CENP-A es la proteína clave del cinetocoro en la unión directa con el DNA para formar los nucleosomas centroméricos que determinan la identidad del centrómero. El Reino Fungi es un modelo excelente de diversidad de centrómeros para el estudio de la dinámica del complejo centrómero-cinetocoro. En este reino, el tamaño de los centrómeros oscila desde los pequeños centrómeros puntuales de *Saccharomyces cerevisiae*, de unos 100 pares de bases, hasta los enormes centrómeros regionales de algunos hongos filamentosos, como *Neurospora crassa*, que abarcan hasta 300 kilobases. Sin embargo, toda esta diversidad está caracterizada en los hongos más evolucionados del subreino Dikarya, mientras que el complejo cinetocoro-centrómero permanecía inexplorado en los linajes de hongos basales.

Nuestro trabajo ha caracterizado por primera vez los centrómeros de un hongo basal,

Mucor circinelloides, y ha demostrado que las especies pertenecientes al orden Mucorales carecen de la proteína CENP-A. La ausencia de CENP-A se ha descrito en unos pocos eucariotas, donde ocasiona una drástica reorganización del complejo cinetocoro-centrómero. En algunos insectos, la ausencia de CENP-A ha provocado una transición a cromosomas holocéntricos, sin un centrómero definido. En contraste, los tripanosomas que carecen de CENP-A han adquirido un nuevo y exclusivo grupo de proteínas del cinetocoro para compensar esta pérdida evolutiva. En *M. circinelloides*, el marcaje fluorescente de tres proteínas conservadas del cinetocoro (Mis12, Dsn1 y CENP-T) ha revelado que sus cromosomas son monocéntricos y con una estructura novedosa, probablemente como consecuencia de la pérdida de CENP-A. Los nueve centrómeros identificados comparten características híbridas de centrómeros puntuales y regionales, lo que nos ha llevado a denominarlos como centrómeros mosaico. En estos centrómeros, el cinetocoro se une a una pequeña región de unos 200 pares de bases rica en AT, seguida de una secuencia específica que está conservada en todos los centrómeros y que sugiere la existencia de una proteína que se une a esta región sustituyendo funcionalmente a CENP-A. Esta característica se asemeja a los centrómeros puntuales de *S. cerevisiae*, donde la identidad del centrómero está determinada de manera genética por la secuencia de DNA. Sin embargo, los centrómeros de *M. circinelloides* se

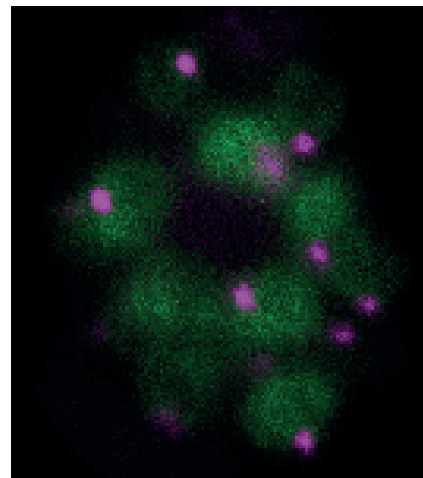


Figura. Espora multinucleada de *M. circinelloides*.

En color verde se muestran los núcleos debido a que esta estirpe expresa la histona H3 marcada con eGFP. En cada núcleo se observa un punto magenta que corresponde al cinetocoro monocéntrico visualizado por la proteína del cinetocoro Dsn1 marcada con mCherry. En este hongo, todos los centrómeros se localizan en un solo punto del núcleo a lo largo de todo el ciclo celular.

encuentran embebidos en grandes regiones pericentroméricas plagadas de Grem-LINE1s, una nueva familia de retrotransposones, similares a los elementos LINE1, específicos de hongos basales que carecen de CENP-A. Estos elementos móviles están fuertemente regulados por silenciamiento génico (RNAi), lo que recuerda a la regulación epigenética de los centrómeros regionales de otros organismos. Por tanto, la estructura en mosaico de los centrómeros de *M. circinelloides* sugiere que su identidad está determinada tanto por mecanismos genéticos como epigenéticos.

Nuestro trabajo pone de manifiesto la enorme diversidad de centrómeros de los eucariotas y subraya la importancia de estudiar los linajes de hongos basales para tener una visión global de esa diversidad y de los mecanismos de regulación de la cromatina centromérica, permitiendo entender de forma más precisa la evolución de estos elementos esenciales de los cromosomas.

XVIII WORKSHOP MRAMA

“Métodos rápidos y automatización en microbiología alimentaria”

Josep Yuste Puigvert y Marta Capellas Puig

 (<http://jornades.uab.cat/workshopmrma>)

Centre d'Innovació, Recerca i Transferència en Tecnologia dels Aliments (CIRTTA)
y *Departamento de Ciencia animal y de los alimentos, Facultad de Veterinaria, Universitat Autònoma de Barcelona.*
08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès)



XVIII WORKSHOP “MÉTODOS RÁPIDOS Y AUTOMATIZACIÓN EN MICROBIOLOGÍA ALIMENTARIA”
Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona
Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), 26 a 29 de novembre de 2019



Del 26 al 29 de noviembre de 2019, tuvo lugar el XVIII *workshop* sobre Métodos rápidos y automatización en microbiología alimentaria (MRAMA), en la Facultad de Veterinaria de la *Universitat Autònoma de Barcelona* (UAB; Bellaterra, Cerdanyola del Vallès), dirigido por la Dra. Marta Capellas Puig y el Dr. Josep Yuste Puigvert, profesores de Ciencia y Tecnología de los alimentos, y organizado por el *Centre d'Innovació, Recerca i Transferència en Tecnologia dels Aliments* (CIRTTA) y el Departamento de Ciencia animal y de los alimentos de la UAB. Celebrado 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**, profesor 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 profesor de nuestro Departamento, transmitió magistralmente a los asistentes sus amplios conocimientos 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 **Sra. Paloma Bellver Moreira**, del *Laboratorio de Saúde Pública de Galicia*, en Lugo, explicó su experiencia en la implantación del cribado, molecular

o inmunológico, para investigar patógenos alimentarios y ambientales. El **Dr. Oscar J. Esteban Cabornero**, de Queserías Entrepinares, en Valladolid, participó con una interesante ponencia acerca de la integración de herramientas moleculares y conceptuales en el control de microorganismos de la industria biotecnológica, destacando su aplicación en el sector quesero. Se abordó, en forma de **mesa redonda**, un tema de gran importancia como es la mejora en la valoración del papel de la microbiología y su interacción con las funciones de Calidad, Producción, I + D y Gerencia, en sectores diversos: cárnico (**Sr. Narcís Grèbol Massot**, *Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries*, Monells), avícola (**Sr. Pascal Monzó Martos**, Productos Florida, Vila-real), productos de la pesca (**Sra. Àngels Videla Ces**, Grupo Videla, El Prat de Llobregat), panificación y

bollería (**Dr. Joan Quílez Grau**, Europastry, Barberà del Vallès) y vitivinícola (**Dr. Xavier Rubires Ferrer**, Miguel Torres, Penedès). El **Dr. Arben Merkoçi**, del *Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia*, en Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), informó exhaustivamente sobre nanobiosensores para aplicaciones en la seguridad y la protección de los alimentos y el medio ambiente. Y el **Sr. Tomaž Levak**, de Trace Labs – Origin-Trail Core Developers, en Liubliana (Eslovenia), presentó la tecnología *blockchain*, herramienta que pretende revolucionar la seguridad 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 XVIII *workshop* MRAMA, fueron: 3M España, BC Aplicaciones Analíticas, bioMérieux España, Bioser, BioSystems, BIOTECON Diagnostics (Alemania), BIPEA (Francia), Condalab, GenoChem World, HiMedia Laboratories (Alemania), IDEXX Laboratories, iMiCROQ, Intertek Ibérica Spain, ITRAM HIGIENE, IUL, Grupo Kersia – Hypred Ibérica, Laboratorios MICROKIT, LGC Standards, Macrogen Spain, Merck Life Science, MicroPlanet Laboratorios, Nirco, Premiumlab, Quimivita, Raypa y Thermo Fisher Diagnostics.

También colaboran con el *workshop* MRAMA: Asesoría y Consultoría Sanitaria (ACONSA), ainia, centro tecnológico, Eppendorf Ibérica, Productos Florida, PanReac AppliChem, Estrategias Alimentarias – Revista *eurocarne*, Publica – Revista *Técnicas de Laboratorio*, Sweet Press – Revista *Tecni-food*, la *Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació* (ACCA), la Sociedad Española de Microbiología (SEM), la Asociación de Consultores y Formadores de España en Seguridad Alimentaria (ACOFESAL), la Sociedad Española de Seguridad Alimentaria (SESAL), la *Agència de Salut Pública de Barcelona*, la *Agència de Salut Pública de Catalunya*, y la Sociedad Española de Químicos Cosméticos (SEQC).

El *workshop* ha sido una actividad exitosa, tanto por los ponentes y sus ponencias, como por la asistencia de público y la participación de las empresas de microbiología. Reunió a 205 personas, de diversos colecti-



Foto con los ganadores del sorteo de 3 ejemplares de *Relatos microscópicos*. De izquierda a derecha:

1. **Miguel Roig Comamala**: colaborador en el *workshop*; Publica – Revista *Técnicas de Laboratorio* (Barcelona)
2. **Marta Capellas Puig**: codirectora del *workshop*; Departamento de Ciencia animal y de los alimentos – CIRTTA (UAB)
3. **María Carolina Varela Andrés**: estudiante del máster en Calidad de alimentos de origen animal (UAB)
4. **Laura Teixidó Devesa**: AbBcn (Bellaterra -Cerdanyola del Vallès-)
5. **Mª Clara González Ares**: Laboratorio de Saúde Pública de Galicia (Lugo)
6. **Josep Yuste Puigvert**: codirector del *workshop*; Departamento de Ciencia animal y de los alimentos – CIRTTA (UAB)

vos 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, restauración colectiva, cacao y chocolate, panificación y bollería, bebidas analcohólicas –aguas, zumos, purés y concentrados de frutas, licuados vegetales, bebidas refrescantes– y alcohólicas –cervecero, vitivinícola, cava–, ingredientes, aditivos y aromas), biotecnológico, nanotecnológico, farmacéutico, limpieza y desinfección industriales, material para laboratorio, etc.; (ii) Profesores y estudiantes de la UAB (grados en Ciencia y Tecnología de los alimentos, Veterinaria; tercer ciclo), otras universidades y centros docentes; (iii) Otros centros de investigación; (iv) Administración.

Durante tres días, se realizaron unas **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) *¿Peligros microbiológicos en los sistemas APPCC? ¿Por fin, identifícalos correctamente en tu empresa!*, a cargo del **Sr. Jon Basagoiti Azpitarte** (Imaging Management Systems, Ermua); (ii) *Seguridad alimentaria: buscando las evidencias de no conformidad* (BRC, IFS y FSSC

22000), a cargo de SGS ICS Ibérica; (iii) *Uso de los recursos para microbiología predictiva disponibles en internet*, a cargo de la **Sra. Montse Vila Brugalla** (*Agència de Salut Pública de Barcelona*); (iv) *La problemática creciente del fraude alimentario: Next Generation Sequencing para identificar especies*, a cargo de Thermo Fisher Diagnostics.

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, y constató, junto con las ponencias del *workshop*, la importancia del correcto muestreo, relacionado directamente con la contaminación del producto; la relevancia de la automatización en el laboratorio; la diversidad de necesidades en cuanto a métodos microbiológicos, según el sector, adaptándose siempre a los criterios y las normativas; la dificultad para conseguir el equilibrio entre la seguridad y la demanda de alimentos con pocos o sin aditivos por parte del consumidor; así como los progresos en el desarrollo de soluciones que aportan rapidez, precisión, sensibilidad y especificidad.

El XIX *workshop* MRAMA se celebrará del 24 al 27 de noviembre de 2020.



En medio de la situación excepcional que estamos atravesando, seguimos trabajando en el **XXII Congreso Nacional de Microbiología de los Alimentos** (XXII CMA2020), que tendrá lugar en la **Universidad de Jaén** (Jaén) del **15 al 18 de septiembre de 2020**. Es la reunión bianual del Grupo Especializado y en esta ocasión estará organizado desde una perspectiva global e inclusiva, inspirada en el enfoque "One Health". Ahora, más que nunca, esta orientación tiene relevancia y, mientras la posibilidad siga abierta, nos afanamos en estar preparados para poder reunirnos y poner nuestra ciencia en común, barajando también alternativas semipresenciales, si fuera necesario.

<https://www.webcongreso.com/xxiicma2020>

Fechas importantes:

- Hasta el **15 de junio** para la **inscripción con cuota reducida**.
- Hasta el **29 de junio** para las **comunicaciones completas**.
- Antes del **10 de julio** se designarán las comunicaciones escogidas para **oral**.
- Hasta el **4 de septiembre** para las **últimas inscripciones**.

Premios relacionados:

- Premio Especial del Grupo de Microbiología de los Alimentos 2020 para **INVESTIGADORES JÓVENES** del Grupo de Microbiología de los Alimentos de la SEM. Hasta el **15 de mayo** de 2020, a las 14:00 horas.
- Premios a las **Mejores Tesis Doctorales** en Microbiología de Alimentos de los años 2018 y 2019. Hasta el **15 de mayo** de 2020, a las 14:00 horas.
- Premio al **Mejor Póster** del congreso.

Grupo de docencia y difusión de la microbiología

Inés Arana Basabe¹ y Montserrat Llagostera Casas²



ines.arana@ehu.eus

¹Dpto. de Inmunología, Microbiología y Parasitología. Universidad del País Vasco (UPV/EHU).

²Dpto. de Genética i Microbiologia. Universitat Autònoma de Barcelona. Cerdanyola del Vallès. 08193 Barcelona.



Asistentes Comisión Gestora que se reunió en Sevilla el 9 de abril de 2010 y que dio origen al grupo de Docencia y Difusión de la Microbiología



El grupo D+D SEM surgió de la ilusión de la Prof. Montserrat Llagostera y de un pequeño grupo de socios y socias de la SEM que durante la celebración del XXII Congreso Nacional de Microbiología en Almería (2009) se plantearon que debía existir un foro para revisar la docencia de la microbiología, difundir el conocimiento acumulado en la SEM y divulgar la microbiología a la sociedad. A partir de ese germen comenzó una andadura capitaneada con paso firme por la Prof. M. Llagostera que condujo a la aprobación de la creación del grupo por la Junta de la SEM

de enero de 2010 y a la constitución de una Comisión Gestora integrada por 14 personas que representaban a los diferentes grupos especializados de la SEM.

Esta Comisión Gestora se reunió en Sevilla en 2010 y se estableció la denominación que nos acoge y el logo que nos identifica y se asentaron las bases del trabajo a realizar.

Me he tomado la libertad de rescatar esta imagen de los socios y socias que participaron en dicha reunión junto a Antonio Ventosa que auspició la misma.

Parece que fue ayer... y ya son 10 años de trabajo, ilusión, crecimiento y acercamiento a la sociedad. ¡GRACIAS POR VUESTRO IMPULSO!

A lo largo de este tiempo el grupo ha ido evolucionando sin perder su esencia: servir a las inquietudes de los y las miembros de la SEM, a la propia SEM y, por ende, a la sociedad.

Así, las preocupaciones iniciales se centraron en la adaptación de los planes de estudio al denominado espacio *Bolonia*. En el año de constitución del grupo se realizaron diversas reuniones sectoriales (Sevilla, Granada, Alicante, Palma de Mallorca) en las que se difundieron y debatieron propuestas que iban surgiendo respecto a planes de estudio y nuevas metodologías docentes; Jordi Urmeneta, nuestro webmaster, generó la web del grupo y comenzó el crecimiento.

En 2011, durante la celebración del XXIII Congreso Nacional de la SEM en Salamanca,

el grupo se constituyó oficialmente y se realizaron las primeras elecciones de la Junta Directiva. ¡Ya éramos un grupo!

A lo largo de estos años, el grupo ha asumido el apoyo a la organización de los Cursos de Iniciación a la Investigación en Microbiología (desde 2018, Cursos de Iniciación a la Investigación en Microbiología-Prof. J. R. Villanueva), elaborando estándares de selección, comunicación, certificación, cartelería, encuestas, estadísticas y elaboración de informes. Para ello, cuenta con la inestimable ayuda del grupo de Jóvenes Investigadores de la SEM (JISEM) acogido en el grupo D+D. La adscripción de JISEM ha supuesto la aportación de ideas diferentes, arriesgadas (novedosas) y muy atractivas para la difusión y divulgación de la microbiología; así como, un foro de encuentro de los y las más jóvenes que incluso celebran reuniones informales propias.

A lo largo de estos años de crecimiento, hemos realizado varias reuniones (Madrid, 2012 y 2018; Alicante, 2014; Bilbao, 2016 [la de 2020, por las circunstancias no se celebrará]) y simposios en congresos (Salamanca, 2011; Barcelona, 2013; Logroño, 2015; Valencia, 2017 y Málaga, 2019) en las que se han presentado y tratado temas muy diversos: docencia preuniversitaria, innovación docente, la diferencia entre difusión y divulgación científica, problemática de los y las doctorandos, MicroMundo, etc. Y también, hemos participado como grupo en congresos y reuniones científicas y docentes como por ejemplo los que organiza FEMS. Y este, es un punto importante. En 2017, el grupo D+D tuvo relevancia en la organización de una sesión de docencia en FEMS-SEM, con gran éxito de asistencia, y con diversas actividades gracias a la implicación de Kika Colom y la participación de miembros del grupo; e incluso, con un punto alocado como la venta

de camisetas D+D. Esta relación con FEMS ha llevado a participar al grupo (representado por Kika Colom) en la elaboración de un *curriculum* europeo de microbiología que se está debatiendo.

A lo largo de este tiempo también se han realizado actividades pioneras como impartir microbiología vía Twitter; primero de forma local, a nivel nacional; después, en Latinoamérica y en Europa gracias a la iniciativa de los Prof. Ignacio López Goñi y Manuel Sánchez y un magnífico equipo de colaboradores nacionales e internacionales.

La difusión y la divulgación siempre han sido siempre un fin. Así, la labor, actualmente de Inmaculada Llamas y Manuel Sánchez (gracias a sus predecesores) como directores NoticiaSEM y SEM@foro, respectivamente, nos permite conocer nuestra ciencia y cuestiones relacionadas con la misma. Junto a todo ello, el grupo ha promovido que la SEM disponga de Facebook y Twitter y también de blogs relativos a la Microbiología; ha organizado, y fallado, ya el II Concurso de Relatos Microscópicos y la realización de un calendario para socios y socias con las mejores fotografías *microbiológicas* del año. También, miembros del grupo participan en actividades divulgativas como la Noche de los investigadores, Naukas, Ferias científicas, etc.

Y, debemos hablar de dos actividades que en los últimos años han centrado muchos esfuerzos y han aportado alegrías, trabajo y ánimos renovados: MicroMundo y la relación con los medios de comunicación.

MicroMundo es la locura (bendita locura) en la que Víctor J. Cid embarcó a partir del 2016-17 a diferentes grupos nacionales y en la que, desde la problemática de la resistencia bacteriana a los antibióticos y la experimentación basada en la búsqueda de

actividades antimicrobianas en aislamientos del suelo, se ha desarrollado un proyecto de aprendizaje-servicio dirigido a alumnado pre- y universitario, a familias y a la sociedad en general. Podéis encontrar TODA la información (Premio de Antibiotic Guardian en la categoría de compromiso con la sociedad otorgado por el sistema de salud británico), contada por su instigador y diferentes grupos implicados, en este número de SEM@foro.

La otra vertiente ha alcanzado una gran relevancia en los tiempos del coronavirus, la divulgación en diferentes medios de comunicación. El grupo D+D siempre ha colaborado con los medios de comunicación que lo han requerido para resolver dudas, informar de diferentes cuestiones, etc. Pero en los últimos tiempos esta labor se ha incrementado. Todos y todas habréis podido constatar la presencia de nuestros y nuestras divulgadores en televisiones, radios, medios de comunicación escrita de ámbito nacional y autonómico. Esta implicación no sería posible sin el enorme trabajo realizado por los miembros de la Junta del grupo de D+D (y otros colaboradores) que, sin descanso, analizan la información aparecida en diferentes circuitos, la debaten y la ponen a disposición de quienes serán los rostros visibles en los medios usuales de comunicación o a través del Facebook y Twitter de la SEM en una iniciativa desarrollada por JISEM.

Como presidenta de este magnífico grupo de personas (antes que microbiólogos, grandes personas) quiero destacar la visión de futuro de aquellos pioneros y pioneras que iniciaron este grupo D+D. En los tiempos del coronavirus su labor está siendo inestimable.

GRACIAS A TODOS Y TODAS.

¡TODO POR LA MICRO!

De SWI@Spain a MicroMundo

Cuatro años de jóvenes microbiólogos en lucha contra las superbacterias desde D+D SEM

Víctor J. Cid



Dpto. de Microbiología y Parasitología. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid.



Universidad Complutense de Madrid

Universidad Politécnica de Madrid

Universidad de Vigo (Ourense)

Universidad de Santiago de Compostela

Universidad de A Coruña

Universidad del País Vasco

Universidad de Cantabria

IIS Valdecilla (Santander)

Universidad de Navarra

Universidad de Barcelona

Universidad Autónoma de Barcelona

Universidad de Valencia

CEU-Cardenal Herrera (Valencia)

Universidad Miguel Hernández

Universidad de Extremadura

Universidad de Murcia

Universidad de Castilla-La Mancha (Toledo)

Universidad de Sevilla

Universidad de Jaén

Universidad de Oporto

Universidad de Salamanca

Universidad de León

Universidad de Burgos

Universidad de Castilla-La Mancha (Albacete)

Universidad Autónoma de Madrid

Universidad de Zaragoza

Universidad de las Islas Baleares

Univ. Jaume I (Castellón)

Universidad de La Rioja

Universidad de Granada

Instituto Universitário de Ciências da Saúde, Famacção.

Escola Universitária Vasco da Gama, Coimbra.

Universidade do Algarve.

Escola de Medicina da Universidade do Minho.

2016

2017

2018

2019

En reiteradas ocasiones la Organización Mundial de la Salud en su agenda de retos para el s. XXI en Salud Global pone el foco en el capítulo dedicado a enfermedades infecciosas en priorizar la vigilancia epidemiológica y el refuerzo de las líneas preventivas y terapéuticas para enfrentarse a dos grandes problemas: las pandemias virales emergentes y la resistencia a los antibióticos. Que las primeras suponen una amenaza para la sociedad contemporánea está fuera de duda estos días de alerta, confinamiento, luto y debacle socioeconómica por el SARS-CoV-2. Pero la resistencia bacteriana a los antibióticos no debería minusvalorarse en este escenario. El *European Centre for Disease Prevention and Control* (ECDC) estima en 33.000 las muertes anuales por esta causa (Cassini et al., 2019) y, de hecho, probablemente el aumento de ingresos en UCI durante la pandemia de COVID-19 agrave el problema de manera velada por el protagonismo mediático del virus.

Desde que en el curso 2016-17 importamos desde el grupo D+D SEM la estrategia *Small World Initiative* ideada por Jo Handelsman y comenzáramos en la Universidad Complutense una experiencia piloto de adaptación a técnicas pedagógicas de Aprendizaje-Servicio (Valderrama et al., 2018), la aceptación y diseminación del proyecto a Universidades de toda España ha sido asombrosa (Figura 1). Básicamente allí donde hay un miembro de la SEM con inquietud en innovación docente se ha desarrollado un nodo del proyecto (ver www.micro-mundo.org). Esto pone de manifiesto el enorme valor pedagógico y divulgativo de la estrategia. Precisamente un valor añadido del proyecto es su flexibilidad y adaptabilidad al espíritu creativo de los investigadores-docentes implicados, mejorando y adaptando métodos (de Groot et al.,

2020) y al público al que vaya dirigido. Sobre la base de la experimentación basada en la búsqueda de actividades antimicrobianas en aislamientos del suelo, las posibilidades son múltiples, así como las derivadas pedagógicas, muchas de las cuales se verán reflejadas en las reseñas que varios equipos de trabajo han preparado para este número especial de SEM@foro. Los logros de cada equipo son inmensos y todos unidos hemos sido merecedores del Premio de *Antibiotic Guardian* en la categoría de compromiso con la sociedad otorgado por el sistema de salud británico (NoticiaSEM, 132, p6).

Una de las claves del éxito, en especial para lograr el objetivo de generar vocaciones por la Microbiología y la investigación en nuestros jóvenes, es el planteamiento de Aprendizaje-Servicio, que además ha sido clave para que los Rectorados de nuestras universidades concedieran proyectos de innovación docente, dado el impacto de este tipo de proyectos en la comunidad fuera del campus. El año 2018 fue clave para la evolución del proyecto, con la incorporación de grupos en el vecino Portugal, la celebración del simposio SWI@Spain en Madrid y la red denominación de la red ibérica como MicroMundo. Las circunstancias de este 2020, microbiológicamente fascinante pero aciago desde cualquier otro ángulo han impedido que organicemos un segundo simposio temático, pero queda pendiente para más adelante, mientras seguimos innovando y creciendo. Actualmente hay en la red 25 nudos operativos en España, distribuidos en la gran mayoría de todas nuestras comunidades autónomas, con capacidad operativa para involucrar a más de 400 estudiantes universitarios, casi 100 centros educativos y unos 2000 estudiantes de educación secundaria y bachillerato. *Tiny Earth* nos sigue apoyando desde Wisconsin y nuestros colegas en Neu-

chatel (Suiza), Aarhus (Dinamarca) y Nápoles (Italia) han comenzado nodos de *Tiny Earth* en estas localizaciones inspirados por nuestro ejemplo y en estrecha colaboración con nosotros.

Además, no puedo dejar de hacer constar que SWI@Spain/MicroMundo ha sido una aventura fascinante e inspiradora, aunque a veces agotadora, más allá del punto de vista científico, desde una perspectiva humana. Profesores, investigadores, docentes de institutos y colegios, estudiantes universitarios y preuniversitarios hemos creado lazos inquebrantables por una causa común que creemos necesaria. Y, como nos enseñan estos tiempos, luchar unidos contra un enemigo común es una experiencia emocionante.

REFERENCIAS

- Cassini A, Högberg LD, Plachouras D, Quattrocchi A, Hoxha A, Simonsen GS, Colomb-Cotinat M, Kretzschmar ME, Devleesschauwer B, Cecchini M, Ouakrim DA, Oliveira TC, Struelens MJ, Suetens C, Monnet DL; Burden of AMR Collaborative Group. (2019) Attributable deaths and disability-adjusted life-years caused by infections with antibiotic-resistant bacteria in the EU and the European Economic Area in 2015: a population-level modelling analysis. *Lancet Infect Dis.* 19:56-66.
- Valderrama MJ, González-Zorn B, de Pablo PC, Díez-Orejas R, Fernández-Acero T, Gil-Serna J, de Juan L, Martín H, Molina M, Navarro-García F, Patiño B, Pla J, Prieto D, Rodríguez C, Román E, Sanz-Santamaría AB, de Silóniz MI, Suárez M, Vázquez C, Cid VJ. (2018) Educating in antimicrobial resistance awareness: adaptation of the Small World Initiative program to service-learning. *FEMS Microbiol Lett.* 365
- de Groot PWJ, Fernández-Pereira J, Sabariego R, Clemente-Casares P, Parra-Martínez J, Cid VJ, Moreno DA. (2019). Optimizing Small World Initiative service learning by focusing on antibiotics-producing actinomycetes from soil. *FEMS Microbiol Lett.* 2019 366

Cursos SEM Formación on-line

Ana M. García y Diego A. Moreno

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid (ETSII-UPM).
Facultad de Farmacia de la Universidad de Castilla-La Mancha (FF-UCLM)

WEB: https://www.semicrobiologia.org/secciones/cursos/formacion_online

Patrocinados por THOR Especialidades S.A. (<https://www.thor.com>)



ANTECEDENTES

La Junta Directiva de la SEM en mayo de 2009 decide, a propuesta de los profesores Diego A. Moreno y Ana M. García, iniciar la labor formativa a distancia con el nombre SEM formación on-line. De esta forma cumple con uno de sus objetivos estatutarios "Contribuir a la educación microbiológica, a nivel formativo, interprofesional y de educación continuada, prestando atención especial a la programación de cursos de especialización para postgraduados". La oferta académica se inició en octubre del 2010 con dos cursos, en la actualidad se están ofertando siete.

POR QUÉ LA FORMACIÓN A DISTANCIA

La formación on-line, a través de internet, le permite al participante utilizar el horario más adecuado y que sea compatible con su vida laboral y familiar. Para ello solo necesita un ordenador y una conexión a la red para acceder a la documentación y demás información del curso. Los recursos didácticos están alojados en un servidor al que se accede por contraseña individualizada. Cada curso tiene asignado uno o varios profesores tutores que son los encargados de elaborar la documentación de estudio, resolver las dudas, guiar el aprendizaje y hacer el seguimiento de las evaluaciones continuas. El participante dispone de toda la documentación del curso que puede ir descargando secuencialmente. A lo largo del curso podrá contactar con su Profesor Tutor a través del Aula Virtual con el fin de aclarar cuantas dudas se presenten o ampliar conceptos específicos. La formación a distancia exige regularidad y disciplina desde la primera semana del curso. Como



promedio se le deben dedicar unas 5 horas semanales a cada curso.

OFERTA ACADÉMICA DE CALIDAD

El contenido de los cursos es muy diverso, desde **Clínica** (Microbioma Humano, Virus Emergentes, Prevención de Riesgos Laborales en los Laboratorios de Microbiología), **Agroalimentación** (Seguridad Microbiológica de Alimentos, Técnicas Independientes de Cultivo en Microbiología de los Alimentos), **Medio Ambiente** (Biodeterioro y Biodegradación de Materiales) a **Industria Química-Farmacéutica** (Microbiología y Conservación de Cosméticos).

Para su impartición se dispone de un profesorado de primer nivel, que es el principal ingrediente del éxito de estos cursos. Todos los profesores de los Cursos SEM on-line son profesionales con amplia experiencia y reconocidos expertos en cada una de sus áreas de conocimiento. El *staff* está compuesto por (orden alfabético): Mercedes Berlanga, Ana

M. García, Dulcenombre Gómez-Garre, Sonia Leranoz, Baltasar Mayo, María Mazariegos, Diego A. Moreno, Juan Carlos Saiz, Pilar Orús. Asimismo el primer año de impartición de los cursos, un experto externo hace un seguimiento y evaluación. F. Javier Carballo García (2011) Patricia Veiga Crespo (2011), David Rodríguez Lázaro (2013), Alí Alejo Herberg (2014), Fernando Esperón Fajardo (2014) e Ignacio López Goñi (2020) han sido los encargados de llevar a cabo estas evaluaciones.

Los cursos están dirigidos fundamentalmente a empresas que necesitan que su personal técnico se actualice en contenidos en Microbiología, y con la garantía de la Sociedad Española de Microbiología, una de las sociedades científicas más antiguas y prestigiosas en España. No obstante también lo realizan Graduados en diversas titulaciones que quieren ampliar sus conocimientos en Microbiología.

La oferta académica se divide en dos cuatrimestres, el primero de octubre a diciembre y el segundo de marzo a mayo.

Todos los Cursos SEM Formación on-line son de 4 créditos ECTS. Un crédito ECTS equivale a unas 25-30 horas de trabajo académico del participante. Los cursos se imparten a través de la Plataforma Moodle. En la página web de la SEM se puede encontrar la Guía de cada Curso en la que se indica el profesorado, objetivos, temario, bibliografía, metodología, recomendaciones para el estudio, evaluación y cronograma.

La calidad de la oferta académica también queda avalada por las encuestas de satisfacción que realizan los participantes al finalizar el curso. Los resultados de estas encuestas han sido muy satisfactorios, obteniéndose una valoración por encima de 4 puntos (escala de 1 a 5) en aspectos como la organización, accesibilidad, calidad del material docente y satisfacción personal por haber participado en un Curso de la SEM a través de internet.

ACUERDOS DE COLABORACIÓN CON ASOCIACIONES CIENTÍFICAS Y PROFESIONALES

La oferta de Cursos SEM Formación on-line se hace llegar habitualmente a los socios de la SEM vía email, a través de la web de la SEM, de NoticiaSEM y ocasionalmente de SEM@foro. No obstante, con la finalidad de contribuir a la difusión de los cursos se publicitan a través de Emagister y se han establecido acuerdos con diversas sociedades científicas y asociaciones profesionales

tales como SEQC (Sociedad Española de Químicos Cosméticos), STAMPA (Asociación Nacional de Perfumería y Cosmética), ALYCTA (Asociación Española de Licenciados, Doctores y Graduados en Ciencia y Tecnología de los Alimentos) y SEIMC (Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica), entre otras.

EVALUACIÓN Y CERTIFICADO DE APROVECHAMIENTO

La evaluación es continua mediante la realización de exámenes on-line de tipo test de cada una de las Unidades Didácticas que componen el temario.

Al finalizar el mismo se elabora un acta con las calificaciones numéricas y alfabéticas de todos los participantes que han seguido el curso, y a todos aquellos que demuestren su aptitud y superan las pruebas de evaluación se les expide un CERTIFICADO DE APROVECHAMIENTO en formato de DIPLOMA, donde consta el número de créditos, el programa del curso y la calificación obtenida. Todos los Cursos SEM Formación on-line han sido aprobados por la Junta Directiva de la Sociedad Española de Microbiología, por tal motivo el Diploma que se otorga es un Diploma SEM. Estos certificados tienen un número de registro correlativo y están firmados por el Presidente de la SEM y por los Coordinadores de los Cursos. La SEM conserva el Acta de cada Curso impartido, en el que figuran los

participantes y sus calificaciones numéricas y alfabéticas, firmadas por sus respectivos profesores.

PRECIOS Y BECAS

Desde su origen se ha mantenido el precio de los cursos en 250 euros, con un precio especial a los miembros de la Sociedad Española de Microbiología de 150 euros. Tienen un precio reducido los miembros de sociedades con acuerdos con la SEM para la formación on-line y los participantes latinoamericanos. El precio incluye el acceso a la documentación del curso vía on-line, las tutorías, la realización de los ejercicios y evaluaciones, el certificado de aprovechamiento correspondiente y el poder acceder a las becas que se otorgan por rendimiento académico.

Por cada curso se otorgarán un 10 % de becas por rendimiento académico (1 beca por cada 10 participantes matriculados). La beca consiste en la devolución íntegra de la matrícula a aquellos participantes que mejores resultados hayan obtenido al finalizar el curso. Este es otro de los alicientes para potenciar el estudio de los alumnos y adquirir las competencias correspondientes de cada curso.

Hasta la fecha, 932 participantes se han beneficiado de la oferta formativa de los Cursos SEM on-line y se han concedido 81 becas. Aproximadamente el 10 % de los participantes se hacen socios de la SEM.

RESUMEN DE LOS CURSOS SEM FORMACIÓN ON-LINE DESDE SU INICIO

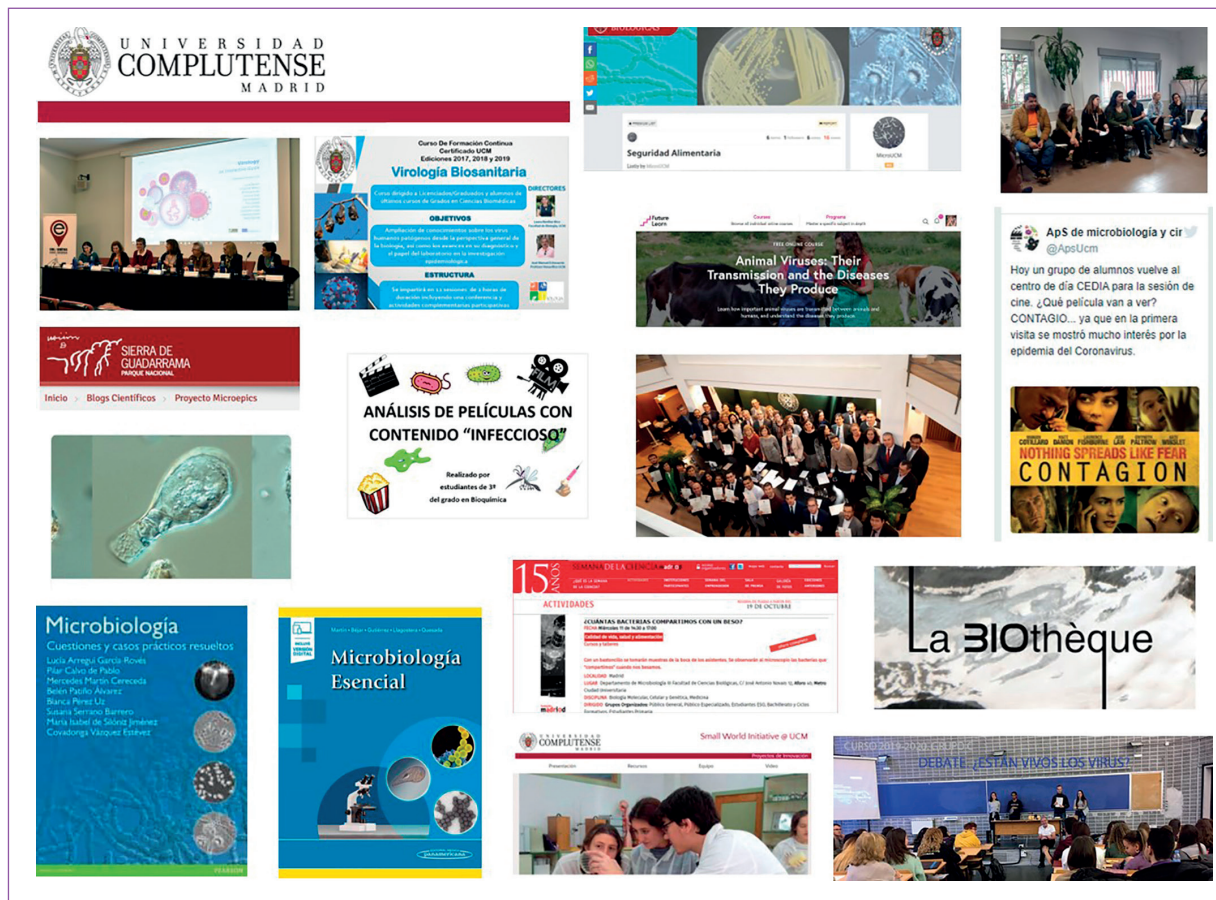
NOMBRE DEL CURSO SEM ONLINE	Acrónimo	Cuatrimestre	Profesorado Coordinadores	Año de inicio	Edición	Alumnos que lo han realizado
Biodeterioro y Biodegradación de Materiales	BBM	Octubre-Diciembre	Ana M. García Diego A. Moreno	2010	10	38
Biotechnología y Seguridad Microbiológica de los Alimentos	BSMA	Marzo-Mayo	Mercedes Berlanga	2010	10	191
Microbiología y Conservación de Cosméticos	MCC	Marzo-Mayo	Pilar Orús Sonia Leranoz	2011	10	490
Técnicas Independientes de Cultivo en Microbiología de los Alimentos	TICMA	Octubre-Diciembre	Baltasar Mayo	2013	7	69
Bioseguridad y Prevención de Riesgos Laborales en los Laboratorios de Microbiología	PRLM	Octubre-Diciembre	María Mazariegos	2014	6	83
Prevención y Control de Virus Emergentes	PVCE	Octubre-Diciembre	Juan Carlos Saiz	2014	6	39
Microbioma Humano: Su Implicación en Salud	MHS	Marzo-Mayo	Dulcenombre Gómez-Garre	2020	1	22

Compartir iniciativas: el mejor caldo de enriquecimiento

M^aJosé Valderrama, Lucía Arregui, Laura Benítez, Marta García, M^aTeresa García, Jéssica Gil, Juan Carlos Gutiérrez, María Linares, Mercedes Martín, Ana Martín, Belén Patiño, Blanca Pérez, Susana Serrano, M^aIsabel de Silóniz, Covadonga Vázquez, Petra Wrent



Unidad Docente de Microbiología. Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid



La Unidad Docente de Microbiología de la Universidad Complutense de Madrid reúne a un nutrido grupo de profesores implicados en actividades de innovación docente y difusión de la Microbiología, decididamente convencidos de la importancia de conseguir la mejor formación de los alumnos y de llevar fuera del ámbito universitario la Microbiología y la cultura científica.

Al estar implicados **en varios Grados y Másteres** podemos tener objetivos diferentes enfocados a nuestra propia docencia. Y también tenemos **distintos intereses o**

cualidades. Y sin embargo, hemos ido formando equipos diversos, que cambian en componentes para distintas actividades, pero que mantienen una estupenda **coordinación e intercambio de ideas e iniciativas.**

Además, incorporamos y colaboramos con **personas ajenas a la Unidad Docente** y con distinta formación o actividad profesional: profesores de otros departamentos y facultades de la UCM u otras universidades, facultativos hospitalarios, investigadores de OPIs, miembros de ONGs, doctorandos, jóvenes graduados y alumnos.

Algunas actividades tienen objetivos eminentemente divulgativos y otras están enfocadas a la docencia con Proyectos de Innovación, pero finalmente muchas aúnan ambos aspectos. Recogemos brevemente las iniciativas de los últimos cinco años, no como un mero listado, sino como sugerencias que puedan ser útiles para otros equipos.

DIVULGAMOS, ABIERTOS A LA SOCIEDAD

Semana de la Ciencia: Con participación ininterrumpida desde 2015 y plazas agotadas

desde el primer día, realizamos talleres prácticos en nuestro laboratorio con temas y títulos tan sugerentes como “Tres segundos en el suelo y... ¿me lo como?”, “La Naturaleza Invisible: conoce a los protozoos de los suelos y ríos de la Sierra de Madrid” o “La manzana de Blancanieves podría estar escondida en tu casa”.

Programa 4º ESO-Empresa: Cada año, alumnos de 4º de ESO realizan estancias de tres días en la Facultad, durante los que les mostramos la actividad de un profesor universitario y la importancia de la enseñanza y la investigación en Microbiología.

Blog Microepics. Protistas Guadarrama: Como parte de un Proyecto de Investigación MINECO y dentro de la web del Parque Nacional de Guadarrama, el blog presenta la función de los protistas en medios naturales y otros aspectos interdisciplinarios relacionados.

La biothèque: Formado por jóvenes investigadores de diferentes disciplinas que, además de divulgar ciencia en su blog, dan charlas abiertas al público en Asociaciones de vecinos o Juntas municipales, como las tituladas “Vacunar o no vacunar, esa es la cuestión” o “Viviendo al límite”.

INNOVAMOS, IMPLICANDO A LOS ALUMNOS EN SU APRENDIZAJE

Noticias en Twitter: Los alumnos escriben tuits de temática microbiológica o bien retuitean noticias del ámbito, incluyendo comentarios adecuados.

Curado de contenidos digitales: Con el objetivo inicial de elaborar una base de datos para seminarios de años posteriores, los alumnos aprenden a seleccionar fuentes adecuadas de información y preparan los contenidos, para hacerlos disponibles a población general en la plataforma list.ly.

Clase Invertida: Los contenidos teóricos son preparados por los alumnos de forma autónoma y las clases presenciales se utilizan para actividades aplicadas con metodologías activas, como resolución de casos prácticos (*Role Play*) o problemas (*WebQuest*).

Debate entre equipos: Ante la pregunta “¿Los virus son seres vivos?” y tras una pre-

paración previa, los alumnos deben defender varios argumentos, con base científica. Liderados por los portavoces del grupo, el debate se abre a todos los alumnos, profesores y científico invitado.

Cineforum: Utilizamos películas de ficción relacionadas con enfermedades infecciosas, disponibles en la biblioteca de la Facultad gracias a un proyecto de innovación anterior. Los alumnos hacen un análisis crítico previo y tras la proyección se realiza un coloquio.

InnovaEmprende: Empleando la metodología *Business Case*, los alumnos de Máster diseñan un Plan de Negocio para el desarrollo y comercialización de un producto biotecnológico innovador y la mejor propuesta recibe un premio. El Proyecto de Innovación ha sido galardonado en la convocatoria UCM Emprendedor Universitario.

DESARROLLAMOS MATERIALES DOCENTES Y CURSOS, DISPONIBLES PARA TODOS

Microbiología: cuestiones y casos prácticos resueltos: Libro con problemas, supuestos y cuestiones aplicadas, como ayuda para establecer conexiones entre diversos conceptos de Microbiología (Pearson).

Microbiología esencial: Este texto de referencia es una iniciativa de profesores de nuestra Unidad Docente, que ha reunido a 40 profesores y expertos de toda España (Panamericana).

Virology: an interactive guide: Libro electrónico en el que participamos junto con docentes de siete países europeos, que incluye ilustraciones de profesores de la Facultad de Bellas Artes, UCM (Innovirology).

Virología Biosanitaria: Curso de formación continua impartido en dos ediciones, con participación de investigadores expertos del Instituto de Salud Carlos III.

MOOC Virus de animales. Curso internacional en línea sobre virus de animales y las enfermedades que producen, impartido por profesoras UCM y de la Escuela Nacional de Veterinaria (Alfort, Francia).

SERVIMOS A LA COMUNIDAD, HACIENDO APRENDIZAJE-SERVICIO

Utilizando esta metodología que une adquisición por los alumnos de competencias específicas de sus estudios con un servicio a la comunidad desarrollamos los proyectos:

Micromundo: En centros de Enseñanza Secundaria (reseña en este nº de SEM@foro).

Cine y compañía para prevenir infecciones: Dirigido a colectivos sociales desfavorecidos, para ayudarles a prevenir enfermedades infecciosas, con proyección de películas, coloquio y palomitas.

¿Y QUÉ PODEMOS CONCLUIR TRAS ESTA LISTA DIVERSA DE COSAS HECHAS?

- Que la **heterogeneidad y diversidad** del grupo es **enriquecedora** y favorece el **aprendizaje compartido** e intercambio de iniciativas.
- Que la incorporación de **profesores jóvenes y alumnos aporta ideas** y contribuye a su formación como docentes.
- Que los alumnos aprenden más cuando se **implican y trabajan en equipo** con sus profesores, y además descubren el valor de actividad docente.
- Y que el **entusiasmo** por enseñar Microbiología y llevarla fuera de las aulas es **altamente contagioso**.

Hace unos años, unos pocos profesores de la Unidad Docente comenzábamos algunos proyectos de innovación en nuestras clases. Y ahora somos un gran grupo, que colaboramos entre nosotros y con muchas otras personas, con muchas ideas y más entusiasmo aún por seguir haciendo D+DM.

Agradecemos a todos los colaboradores, que por motivos de formato no hemos podido citar, de las Facultades de Farmacia, Medicina y Veterinaria UCM, otras Universidades, Instituto de Salud Carlos III, Hospitales Clínico San Carlos y 12 de Octubre, Fundaciones Acción contra el Hambre, Cáritas, RAIS y Solidarios, jóvenes graduados en Bioquímica, alumnos de grado y máster. Todos ellos han enriquecido nuestro grupo con su entusiasmo por la Microbiología.

Micromón València (Universitat de València)

Sergi Maicas, Elena G. Biosca, Belén Fouz, Hortensia Rico, Alfonso Navarro, Jesús Zueco, Ester Carbó, Àngela Figàs, Jaume Segura-García, Elena Alcaide, José J. Mateo, M^a Consuelo Esteve, Pedro Ruiz, Ana Pérez, Estela Pons, Carmen Tortajada, Susana Romo, Carmen Amaro, Eva Sanjuán y Amparo Llorens



Universitat de València



En Julio de 2017 se creó la red SWI@Spain, auspiciada por el grupo de Docencia y Difusión de la Microbiología (DDM) de la Sociedad Española de Microbiología (SEM), para desarrollar la iniciativa internacional *Small World Initiative* (SWI) en la península ibérica. En la Universitat de València (UV) se constituyó entonces el grupo de Innovación Docente en Microbiología (IDM) para implementar el proyecto a nivel local. Avalados por el *Servei de Formació Permanent i Innovació Educativa* (SFPIE) de la UV, el grupo ha llevado a cabo diferentes iniciativas relacionadas con el objetivo fundamental del proyecto: divulgar la problemática actual relacionada con el uso inadecuado de antibióticos, el incremento de bacterias resistentes a éstos y la necesidad de encontrar nuevas moléculas con actividad antibacteriana para combatir las infecciones que provocan.

Profesorado adscrito al departamento de Microbiología y a otras áreas de conocimiento de la UV, junto con estudiantes de los grados de Biología, Bioquímica y Ciencias Bio-

médicas, Biotecnología, Farmacia, Ciencias Ambientales, Ciencia y Tecnología de los Alimentos, y diferentes postgrados oficiales (Investigación en Biología Molecular, Celular y Genética, entre otros) formamos el grupo *Micromón València*, siendo en la actualidad colaborador de la iniciativa *Tiny Earth*.

La actividad principal del grupo se centra en el desarrollo del programa *SWI-Tiny Earth-Micromón*, actualmente implantado en diferentes universidades de todo el mundo, adaptando la experiencia para implementarla en centros de educación secundaria de la red pública valenciana. Los miembros del grupo promueven/participan en otras actividades complementarias (**Tabla 1**).

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Proyecto aula natura

Proyecto piloto de implantación del programa *SWI-Tiny Earth-Micromundo* de manera

escalonada en centros de educación secundaria y primaria de la Comunidad Valenciana.

Taller didáctico de Microbiología

Talleres de Microbiología enfocados a público escolar (quinto y sexto de educación primaria).

Proyecto divulgsuperbac

Exposición de infogramas "*L'amenaça dels bacteris multiresistents als antibiòtics*" en centros de educación secundaria de la Comunidad Valenciana, acompañada de debates, pruebas de evaluación interactivas (Kahoot), *Escape Rooms*, charlas...

Actividades en favor de la igualdad

Charlas y presentaciones enfocadas a presentar el proyecto desde una perspectiva de género y estimular las vocaciones científicas entre las alumnas de secundaria.

Tabla 1. Actividades del grupo de Innovación Docente en Microbiología (IDM) en la Universitat de València.

Actividades	Número	UV		Centros de secundaria		Otros públicos
		Profesores	Alumnos	Profesores	Alumnos	
SWI 2017-2018	10	15	66	14	300	
SWI 2018-2019	13	10	73	17	314	
Aula Natura 2018-2019 ²	1	3	1	1		
Taller didáctico de Microbiología 2020	2	1		2	50	
Divulsuperbac 2019-2020	1	5	24	14	1400 ¹	
Actividades de igualdad	30	2	36		3000 ¹	
Expociència 2018-2020	3	4	24			1500 ¹
Menciones en prensa local y autonómica	>50					
Redes sociales activas	3	1	1			
Documentales: prensa, TV, web	5	5	4			
Conferencias CD Ciencia	34	1		34	3400 ¹	
Programas de radio	4	1	2			
Cursos CEFIRE	3	6		100		
Otras conferencias y talleres	6	2	12			600 ¹
Congresos y jornadas	4	4	6			

¹Estimación en base a otras actividades similares previas o promedio de recuento. Participación media aproximada de 100 personas por actividad.

²Participa también 1 centro de primaria con 2 profesores y 44 alumnos.

Feria científica "Expociència"

Taller múltiple en la feria organizada por el *Parc Científic* de la UV dirigido a un público familiar que pretende acercar la problemática de la resistencia microbiana a los antibióticos mediante dos enfoques complementarios, uno expositivo y otro de manipulación de muestras para el aislamiento de microorganismos con potencial actividad antimicrobiana.

Actividad en redes sociales

Blog del proyecto (<http://swi.blogs.uv.es>), cuentas activas en twitter (@swivalencia, 400 seguidores), Instagram (@swivalencia, 275 seguidores) y canal Youtube (swivalencia).

Divulgación en radio, TV y prensa

Participación en programas de radio de ámbito generalista y de especialización científica. Colaboración en la preparación de documentales en la corporación valenciana de medios de comunicación (À punt), Aula-Codi (UV y La Veu Edicions), SFPIE (UV). Referencias en periódicos en papel y digitales, de ámbito autonómico y local. Colaboración en la preparación de monográficos (Levante-EMV). Programa "Estimulando las vocaciones científicas" en centros de educación secundaria:

impartición de la conferencia "*Bad bugs, no drugs: Apocalipsi microbiana en un món sense antibiòtics*" y debate sobre la temática.

Conferencias monográficas en ciclos de divulgación científica (*Ciutat de les Arts i les Ciències de València*, *Planetari de Castelló*, Semanas de la Ciencia de Quart y Gandia, Bar de Ciencias de Burjassot y Quart, Octubre Centre de Cultura Contemporànea).

Curso de formación para profesorado de secundaria (CEFIRE)

Destinado a profesorado de educación secundaria para adquirir la formación teórico-práctica necesaria para la implantación del proyecto en centros de educación secundaria. Primera edición (2020).

Talleres complementarios

Talleres monográficos de profundización en la relación: suelo-microorganismos que en él habitan

Creación de aplicaciones informáticas

Implantación de un sistema de recogida, procesado y visualización de datos obtenidos

a partir de muestras de suelos. Diseño de una apk en Android (<https://www.uv.es/swi/swi.apk>) utilizada en los nodos *SWI València-Tiny Earth-Micromón València* y *Micro-mundo Porto*.

Asistencia a jornadas y congresos

Participación en *III Jornada d'Intercanvi d'Experiències d'Aprenentatge Servei (ApS)*, IV Congreso del Grupo de Docencia y Difusión de la Microbiología (DDM), Primer simposio de ApS SWI@Spain, exposiciones y jornadas del SFPIE, vicerrectorado de participación y proyección territorial UV, grupo ApS de la UV.

Agradecimientos

Universitat de València (Vicerrectorado de Políticas de Formación y Calidad Educativa (3 proyectos), Servicio de Igualdad (3 ayudas), Servei de Política Lingüística (2 ayudas) y Unidad de Cultura Científica y de la Innovación-Cátedra de Divulgación de la Ciencia); Conselleria d'Educació, Investigació, Cultura i Esport de la Generalitat Valenciana (1 proyecto); Diputació de València; BacPlant; Valgenetics y Fotocopias Burjassot.

La estrategia 'overall winner' del equipo CEUMicroMundo/SWICEU

María Teresa Pérez-Gracia¹; Carolina Galiana¹; José Ignacio Bueso¹; Beatriz Suay¹; Elisa Marco²



¹ Departamento de Farmacia. ² Departamento de Comunicación Periodística. Universidad CEU Cardenal Herrera. Valencia



Foto: Miembros del equipo CEUMicroMundo del curso 2019-20 de la Universidad CEU Cardenal Herrera de Valencia.

El equipo CEUMicroMundo de la Universidad CEU Cardenal Herrera inició su participación en este proyecto en el curso 2017-18. En materia de divulgación sobre el buen uso de los antibióticos, su estrategia comunicativa ha respondido a los siguientes objetivos:

1. Contar las emociones y los avances durante el desarrollo del proyecto científico de búsqueda de nuevos antibióticos y no solo el resultado final. En la divulgación científica estamos acostumbrados a dar difusión a los resultados solo cuando son definitivos, lo que impide compartir las emociones en torno a los avances obtenidos.
2. Comunicar en primera persona: convertir a los protagonistas del proyecto (los estudiantes universitarios y pre-universitarios) en divulgadores de su propio trabajo científico.

3. Combinar soportes comunicativos convencionales e innovadores, en una estrategia de difusión transmedia, detectando soportes y canales adecuados al público mayoritariamente interesado por la ciencia: jóvenes de 15 a 24 años ("generación Z").

MÉTODO: EN BUSCA DE UNA ESTRATEGIA GANADORA

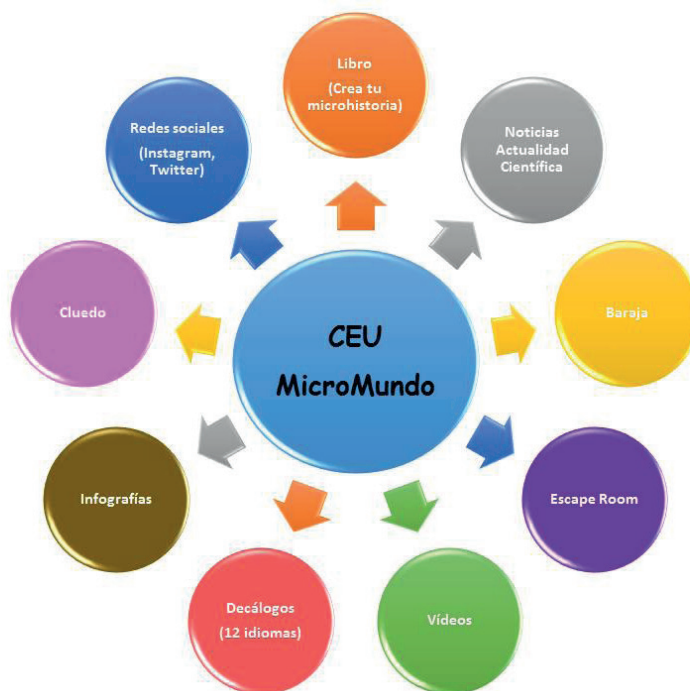
Para lograr estos objetivos, se ha seguido una estrategia de difusión basada en:

- Combinación de medios convencionales de divulgación científica (prensa y web) con contenidos multimedia y redes sociales: elaboración de notas de prensa, galerías de imágenes, infografías y vídeos con tips y decálogos.
- Diseño de formatos lúdicos y herramientas de gamificación para mejorar el aprendizaje y favorecer la creación de contenidos divulgativos de los escolares participantes: guía para la elaboración de "microhistorias con microbios" y baraja de cartas "2050 Infección".
- Fomento de la colaboración entre Salud y Comunicación, incorporando por primera vez en esta red internacional a estudiantes de Comunicación como miembros del equipo, para apoyar en la difusión sobre la evolución del proyecto y en la concienciación sobre los antibióticos.
- Bilingüismo: uso de inglés y español en los contenidos, para incorporar los creados por estudiantes de centros bilingües y para alcanzar a una audiencia internacional.

RESULTADOS O ALGUNAS CIFRAS RELEVANTES.

El desarrollo de esta estrategia ha dado lugar a algunas cifras relevantes sobre la difusión alcanzada:

- Más de 56.000 visitas en contenidos digitales multimedia en la web de la Universidad.
- Aumento de seguidores en redes sociales (91% en Twitter y 202% en Instagram).
- Más de 195.000 impresiones en Twitter.
- Más de 1.900 visualizaciones de los vídeos compartidos en YouTube.
- Presencia en más de 25 medios de comunicación generalistas y especializados, tanto impresos, como digitales y radiofónicos.



CONCLUSIONES... ¡Y RECOMPENSAS!

La estrategia diseñada ha generado:

- Contenidos más emocionales, viviendo 'en directo' los avances del proyecto.
- Formatos transmedia y lúdicos, más audiovisuales y adaptados al entorno 'social media'.
- Jóvenes involucrados en la difusión de su propio proyecto, convertidos en divulgadores del buen uso de los antibióticos.
- Divulgación entre destinatarios ajenos a los directamente implicados en el proyecto, contribuyendo a concienciar a la población general.

Y también nos han regalado algunas recompensas, en forma de premios, que reconocen a nivel institucional y externo los resultados logrados:

- Premio a la Innovac(c)ión Docente 2017-18 de la Universidad CEU Cardenal Herrera.
- Ganadores 3rd Annual 'Do Something About Antibiotics' Challenge 2018 SWI.
- 'Overall winner' de Antibiotic Awareness Campaign 2018 Tiny Earth.

- Primer premio "Mensajes de servicio público" por infografías en Twitter. Tercer premio "videos". Tercer premio "Miscellaneous", por stand instalado en campus con lema "Porque no son caramelos". Antibiotic Awareness Campaign 2019 Tiny Earth.

RETOS PARA LA TERCERA EDICIÓN... ¡Y SIGUIENTES!

Los pasos que pretendemos dar en las nuevas ediciones del proyecto en materia de divulgación y concienciación son:

- Incorporar más idiomas en la edición de contenidos, para una mayor difusión internacional.
- Innovar en el diseño de formatos multimedia, especialmente vídeos e infografías.
- Generar nuevos formatos de gamificación, como juegos de mesa y escape room.
- Incorporar estrategias de concienciación cara a cara (campus universitario, lugares estratégicos de la ciudad y oficinas de farmacia).

ALGUNAS PUBLICACIONES Y ACTIVIDADES GENERADAS POR EL GRUPO.

Pérez-Gracia MT, Galiana C, Suay B, et al. (2018). Descubrimiento de nuevos antibióticos: implantación del proyecto Small World Initiative en la Universidad Cardenal Herrera-CEU (SWI@CEU). VII Jornada de Innovación y Mejora de la Docencia. CEU UCH. ISBN 978-84-09-03231-0

Pérez-Gracia MT, Bueso JI, Galiana C, et al. (2019). Crea tu microhistoria. Guía para creadores de microhistorias con microbios. ISBN 978-84-09-09805-7 (español). ISBN 978-84-09-09804-9 (inglés). Universidad CEU Cardenal Herrera.

Suay B, de Juan J, Tarín A, et al. (2019). 2050 ¡Infección!. Universidad CEU Cardenal Herrera.

Lahoz M, Ramia De Cap J, Marco E, Pérez MT. (2019). Proyecto SWI@CEU: estrategia de comunicación ante el reto de salud global de la resistencia a los antibióticos. 16º Congreso Internacional de Estudiantes CIE. CEU UCH. Valencia

Marco E, Galiana C, Suay B, et al. (2018). SWI@CEU: compartiendo las emociones de los avances de un proyecto científico. I Simposio de la Red SWI@SPAIN. D+D SEM. Madrid.

SWI CEU UCH. (2017-2020). <https://www.youtube.com/playlist?list=PLDt-M0gErNryEdJvK9QvGhX2GMM9UFQSu>
Microhistorias SWI@CEU. (2017-2020). <https://www.youtube.com/playlist?list=PLDt-M0gErNrZKnKU9FJvUitRuRX0nSBm>

Apuesta del Departamento de Microbiología y Parasitología de la Universidad de Sevilla por la Innovación Docente y la Difusión en Microbiología

Cristina Sánchez-Porro, Rafael Ruiz de la Haba, Antonio Ventosa



Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla, 41012 Sevilla



Figura 1. Equipo MicroMundo 2018-2019, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla.

El 9 de abril de 2010 tuvo lugar en el Pabellón de México, sede del Vicerrectorado de Postgrado y Doctorado de la Universidad de Sevilla (US), la reunión de la Comisión Gestora que sentaría las bases

de lo que más tarde se convertiría en el Grupo de Docencia y Difusión de la Microbiología de la Sociedad Española de Microbiología. Desde ese momento y hasta la actualidad nuestro grupo del Departamento

ha permanecido ligado al Grupo D+D, realizando diversas tareas con el objetivo de difundir la Microbiología a la sociedad, tanto a nivel del alumnado universitario como en otros ámbitos educativos.

Son diversas las actividades que hemos venido realizando estos años, desde visitas a nuestros laboratorios de niños de colegios, utilización de diferentes herramientas interactivas para mejorar la docencia o, más recientemente, la participación en proyectos de Innovación Docente en los que utilizamos la gamificación como herramienta educativa. No obstante, cabe destacar nuestra participación activa en el proyecto MicroMundo desde su puesta en marcha en nuestro país.

PROYECTO MICROMUNDO

Tras asistir al I Workshop SWI@Spain magníficamente organizado por la Universidad Complutense de Madrid en julio de 2017 hemos hecho un gran esfuerzo por ser los embajadores de este gran proyecto en la US. Llevamos organizando actividades desde el curso 2017-2018, en el que empezamos tímidamente solo en dos centros educativos (no más de 50 alumnos), hasta la actualidad en la que (antes del confinamiento por Covid-19) teníamos planeado llegar a 10 centros y a más de 700 alumnos. Debido al estado de alarma sólo hemos podido realizarlo en cuatro de ellos, pero tenemos todo listo para retomar la actividad en el próximo curso. Contamos con el apoyo de numerosos profesores y doctorandos de varios Departamentos y Facultades, así como de un número elevado de alumnos del Grado en Farmacia, Doble Grado en Farmacia, Óptica y Optometría y Grado en Biología que están siempre dispuestos a ayudarnos con entusiasmo (Figura 1).

LA MICROBIOLOGÍA Y LOS NIÑOS

Como bien sabemos, solo un pequeño porcentaje de los microorganismos son los agentes causales de enfermedades infecciosas y el resto o bien se desconocen todavía (la mayoría) o bien están implicados en procesos tan importantes para el ser humano como el desarrollo de la microbiota del organismo, la

producción de antibióticos o la elaboración de bebidas y comidas tan populares como el vino, la cerveza, el pan, los yogures, el queso, etc.

Es precisamente este último aspecto tan positivo y beneficioso de los microorganismos el que hemos querido dar a conocer a los niños mediante la realización de diversas prácticas realizadas por ellos mismos en el laboratorio. Queremos conseguir que los estudiantes en su etapa inicial conozcan la Microbiología desde su perspectiva más beneficiosa y amigable y así lo puedan transmitir a sus familiares y amigos.

Llevamos varios años realizando esta actividad con escolares de Infantil y Primaria mediante la visita y realización de diversas sesiones prácticas en los laboratorios de Microbiología de la Facultad de Farmacia. Una vez en el laboratorio les damos una pequeña explicación adaptada a su edad para, a continuación, realizar con ellos prácticas sencillas como siembra de placas de Petri con las manos sucias y limpias, inflado de globos por la acción de las levaduras, tinción y visualización al microscopio de las bacterias del yogur... Es sin duda una experiencia muy gratificante que recomendamos experimentar a todos; la ilusión de unos niños por primera vez en un laboratorio no tiene desperdicio.

LA GAMIFICACIÓN EN MICROBIOLOGÍA

Esta técnica de aprendizaje consiste en trasladar la mecánica de los juegos al ámbito educativo-profesional con el fin de conseguir mejores resultados, ya sea para retener a largo plazo algunos conocimientos, adquirir alguna habilidad, o bien recompensar acciones concretas, entre otros muchos objetivos. Desde nuestro Departamento, dirigida a nuestros estudiantes de Grado, la llevamos aplicando desde hace tiempo con los medios de los que disponemos en cada momento, muchos de ellos financiados a través de pro-

yectos docentes por parte de nuestra Universidad. Por mencionar algunos, empezamos con la utilización de mandos interactivos (sistema EduClick), que posteriormente se han sustituido por los teléfonos móviles de los propios alumnos, para la realización de concursos de preguntas en los que los estudiantes deben contestar a la mayor rapidez si quieren conseguir puntos. Por otro lado, hemos implementado una actividad basada en el concurso televisivo *Pasapalabra*, en el que elaboramos *rosco*s de preguntas que los alumnos deben contestar en equipos y así poder acumular aciertos. Por último, cabe destacar que hemos adaptado el uso de *Escape Rooms* en nuestras propuestas docentes. Estas salas de escape educativas varían en diseño y estilo, pero la premisa básica es la misma: se trata de ambientar una sala en la que un grupo de alumnos están atrapados durante un tiempo específico hasta resolver el enigma planteado a través de un conjunto de pistas. De esta manera, se activan una serie de mecanismos cognitivos que potencian las capacidades de los participantes. El atractivo del juego de escape se fundamenta en diversos factores, siendo uno de los más importantes la motivación que los participantes experimentan cuando son capaces de resolver los retos que se les plantean para escapar. Esta propuesta se ha realizado con los alumnos del Grado en Farmacia y del Grado en Óptica y Optometría en la que se han incluido preguntas, prácticas de laboratorio y retos de muchas de las disciplinas impartidas en nuestra Facultad, incluyendo, por supuesto, la Microbiología. Durante el curso 2018-2019 creamos la sala titulada *FarmaEscape: El incidente* y este curso hemos implementado *FarmaEscape 2: La última cena*.

Todas estas actividades no serían posibles sin la participación de numerosos profesores y doctorandos de nuestro Departamento que siempre están dispuestos a participar con entusiasmo y dedicación y gracias a la financiación recibida con cargo al Plan Propio de Docencia y al Plan Propio de Investigación y Transferencia de la Universidad de Sevilla.

Grupo de Innovación Docente en el Grado de Biotecnología

María del Pilar García Morales¹, Miguel Saceda Sánchez¹, Luis Pérez García-Estañ¹, Manuel Sánchez Angulo²



¹Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. Universidad Miguel Hernández

²Departamento de Producción Vegetal y Microbiología. Universidad Miguel Hernández



De izquierda a derecha: Miguel Saceda, Luis Pérez, Manuel Sánchez y Pilar García

Desde el curso 2016-17 los miembros del Grupo de Innovación Docente en Biotecnología comenzamos una experiencia conjunta en la radio universitaria al crear el programa de divulgación científica “Contraste de fases”. En dicho programa se usa el formato de tertulia para comunicar al gran público los aspectos más relevantes de diversas noticias científicas aparecidas en los medios de comunicación. Los diferentes audios del programa están disponibles en el repositorio sonoro de la UMH (<https://bit.ly/2Tr1EgQ>) y también en la plataforma digital IVOOX. A partir de esa experiencia comenzamos a poner en común las diferentes prácticas y técnicas de aprendizaje que usábamos en nuestras clases para motivar a nuestros alumnos. Dichas actividades se han implantado en las asignaturas

de las que somos responsables, todas ellas incluidas en el grado de Biotecnología de la UMH y consisten en:

UTILIZACIÓN DE TWITTER COMO MEDIO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SÍNTESIS DE LOS ALUMNOS.

Actualmente, una de las redes sociales con más impacto es Twitter y no es de extrañar que haya numerosos ejemplos de su utilización para la divulgación científica, pudiendo constituirse en una herramienta docente. Son conocidas las iniciativas de los cursos #microMOOC de Twitter, diseñadas por Ignacio López-Goñi, de la Universidad de Navarra. Continuando dicha filosofía, hemos dado un giro al concepto ori-

ginal al pedir a los alumnos que sean ellos los que realicen los tuits de los temas o conceptos que se han impartido en clase.

La experiencia ha sido implantada en la asignatura de “Bioquímica” de 1º curso (profesor responsable M. Saceda) y la asignatura “Microbiología Industrial” de 2º curso (profesor responsable M. Sánchez). Al tratarse de alumnos de diferentes cursos, hemos seguido dos estrategias didácticas algo diferentes. En el 1º curso, distintos grupos de alumnos debían realizar un resumen de un tema en forma de un “hilo de 10 tuits”. El resumen era evaluado por el profesor y se valoraba la capacidad de resumir el tema y el formato de los tuits. En la asignatura de 2º curso, los alumnos realizan un trabajo de grupo en el

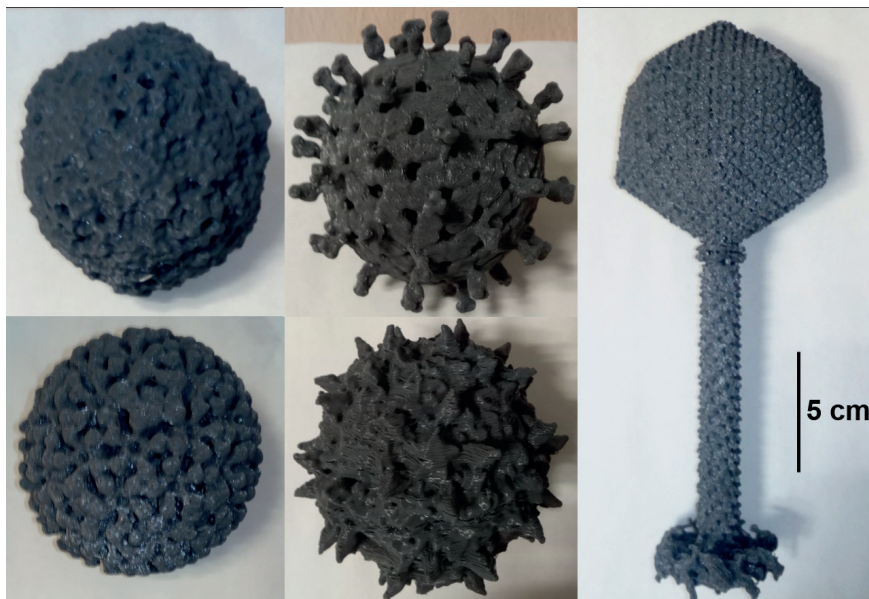
que presentan un artículo científico en una exposición de 20 minutos y lo resumen de manera divulgativa en un “hilo” de Twitter. En ambos casos se pasó una encuesta anónima a los alumnos para valorar la actividad y en todos los casos el porcentaje de los que la consideran útil supera el 60%.

UTILIZACIÓN DE JUEGOS DE AULA PARA EL APRENDIZAJE Y EL FOMENTO DEL TRABAJO EN EQUIPO.

Esta actividad se implementó en el curso 2018-2019 en la asignatura de “Bioquímica” de 1º curso del grado de Biología. Se han realizado dos tipos de juegos de aula. El primero tuvo un formato similar a un “*Escape Room*”. Los alumnos por grupos de 10 iniciaban el juego, supuestamente retenidos en una estancia de la que únicamente podían escapar tras conseguir una clave alfa numérica de 12 caracteres. Las distintas partes de la clave se obtenían al resolver una serie de problemas o preguntas de teoría. El segundo juego tuvo un formato de juego de persecución al que se denominó “Zombis en la UMH”. Los alumnos en grupos de 7-8, se convirtieron en una ficha en un tablero en el que se representaba el mapa de la UMH y zonas circundantes hasta la localidad de Santa Pola. Los alumnos debían de escapar de un apocalipsis zombie recogiendo diversos materiales y herramientas que conseguían al resolver problemas y cuestiones de la asignatura. Ambas actividades además puntuaban para la nota de prácticas de la asignatura (10% de dicha nota). En la encuesta posterior (54% de tasa de respuesta) un 34% la considero “muy útil” y un 61% como “útil”.

IMPRESIÓN EN 3D DE MODELOS DE ESTRUCTURAS BIOLÓGICAS PARA DOCENCIA EN BIOLOGÍA Y BIOTECNOLOGÍA CON PROYECCIÓN PARA LA DOCENCIA DE PERSONAS INVIDENTES.

Uno de los paradigmas principales de la Biología es la dualidad Estructura-Función: una determinada estructura biológica existe porque debe realizar una determinada función y viceversa. El objetivo de este proyecto ha sido hacer más accesible al alumnado dicho paradigma. Para ello se han realizado una serie de modelos realizados en impresora



Estructuras realizadas en impresora 3D de diferentes virus.

3D de diversas estructuras biológicas. Los modelos han sido utilizados en las asignaturas “Microbiología Industrial” (2º curso) y “Virología” (3º curso, profesor responsable Luis Pérez). En el caso de esta última ha mostrado su gran utilidad para entender diversos conceptos geométricos que no son fácilmente captados con el uso de las imágenes en 2D y eso se ha visto reflejado en una mejora en el rendimiento de los alumnos en las preguntas relacionadas con la estructura de virus. En la encuesta (42% de tasa de respuesta), los alumnos consideraron que dichos modelos eran útiles (56%) o muy útiles (44%).

UTILIZACIÓN DEL CINE PARA DEMOSTRAR LA RELACIÓN ENTRE LAS DIVERSAS MATERIAS DEL GRADO Y LA REALIDAD COTIDIANA.

Esta actividad se realiza en diversas materias de las impartidas por nuestro grupo. En la asignatura de “Bioquímica” de 1º curso, los alumnos preparan pequeños fragmentos de películas relacionadas con la asignatura y exponen a sus compañeros en qué consiste la asociación de la película con la Bioquímica, estableciéndose un debate. En la asignatura “Microbiología Industrial” de 2º curso, se utilizan pequeños fragmentos de películas famosas (*Micro-Movie Clips*) como una herramienta para mejorar la atención en clase, pues los alumnos consiguen centrarse en el tema a

impartir. Finalmente, en la asignatura “Virología” de 3º curso, se imparte una clase especial denominada *Los Virus en el Cine* en la que se comentan los aspectos científicos de las películas *Estallido* (Wolfgang Petersen, 1995) y *Contagio* (Steven Soderbergh, 2011). Durante la clase, que resulta enormemente interactiva y participativa, se van reproduciendo fragmentos de la película que ilustran los diversos aspectos más relevantes en relación a la epidemia.

REFERENCIAS

- López-Goñi I, Sánchez-Angulo M. (2018). Social networks as a tool for science communication and public engagement: Focus on Twitter. *FEMS Microbiology Letters*, 365:fnx246.
- Sánchez, M. y Saceda, M. (2018). Twitter en las aulas de biotecnología. Ahora es el turno de los alumnos. IV Reunión Nacional de Docencia y Difusión de la Microbiología.
- López-Goñi et al. (2019). #EUROmicroMOOC: using Twitter to share trends in Microbiology worldwide. *FEMS Microbiology Letters*, 366. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnz141>
- García, P., Pérez, L., Saceda, M., y Sánchez, M. (2018). Implementación de nuevas herramientas de innovación docente en el Grado de Biología de la UMH: Evaluación del impacto en el rendimiento académico. VI Simposio Internacional de Innovación Aplicada - IMAT 2019.
- Sánchez, M., Pérez, L., Morales, P., y Saceda, M. (2018). Implementación de nuevas herramientas de innovación docente en el Grado de Biología de la UMH: Evaluación del grado de satisfacción del alumnado. VI Simposio Internacional de Innovación Aplicada - IMAT 2019.

El Proyecto SWI-MicroMundo en la Universidad Autónoma de Madrid

Jose P. Abad, Concepción Abrusci, Pilar Aramburuzabala[#], Nuria Gironés, Filip Lim, Alberto López, Mario Mencia, Catalina Ribas, Miguel A. Rodríguez, Iván Ventoso e Irma Marín



Dpto. Biología Molecular, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid.

[#]Dpto. Pedagogía, Facultad Formación Profesorado y Educación, Universidad Autónoma de Madrid.



De izquierda a derecha y de arriba a abajo Jose P. Abad, Concepción Abrusci, Pilar Aramburuzabala, Nuria Gironés, Filip Lim, Alberto López, Irma Marín, Mario Mencia, Catalina Ribas, Miguel A. Rodríguez e Iván Ventoso

El proyecto MicroMundo se implantó en la Universidad Autónoma de Madrid durante el curso 2018-2019, uniéndose así a otras universidades españolas que iniciaron el proyecto en cursos anteriores. Se realizó una experiencia piloto que involucró a estudiantes universitarios del grado de Biología, y de los Másteres de Microbiología y de Formación de Profesorado de ESO y Bachillerato. El centro dónde se desarrolló fue la Escuela

IDEO (Madrid). Desde el primer momento se pudo contar con el apoyo de las autoridades académicas de la Facultad de Ciencias y del Departamento de Biología Molecular, que se implicó aportando infraestructuras de espacios y equipos y materiales para impartir las prácticas de formación de los SWITAs.

Con los resultados positivos obtenidos en esta experiencia (Pernas *et al.* 2019) se

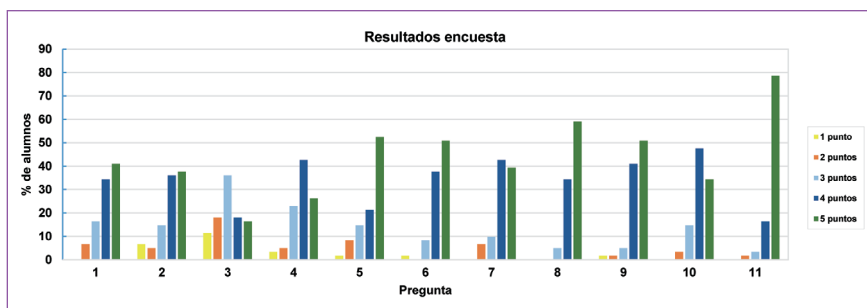
solicitó a la Facultad de Ciencias la implantación del proyecto de forma oficial quedando enmarcado en una asignatura de libre configuración con denominación "Small World Initiative (SWI)+MicroMundo: descubrimiento de antibióticos mediante Aprendizaje-Servicio (ApS)" a la que la Comisión de Gobierno de la UAM dio vía libre asignándole 3 créditos ECTS. El objetivo del curso es la **Formación de los estudiantes universitarios** para:

Fomentar la vocación por las Ciencias Experimentales en los estudiantes de Educación Secundaria y Bachillerato, **Divulgar y concienciar** a la sociedad sobre el uso racional de los antibióticos y **Adquirir capacidades docentes** en prácticas de laboratorio.

Para abordar esta segunda fase del proyecto se planteó la ampliación del número de profesores y estudiantes universitarios implicados, así como del número de centros de enseñanzas medias participantes. Para conseguir la financiación necesaria se siguió contando con las infraestructuras universitarias y se solicitó financiación a través de la convocatoria de Proyectos de Innovación Docentes de la UAM. El proyecto que se tituló **“Implantación del proyecto SWI+-MicroMundo: ciencia ciudadana para el descubrimiento de nuevos antibióticos”** (código C_004.19_INN) fue concedido para el curso 2019-2020 y se planteó con los siguientes objetivos:

1. Implicar en el proyecto y organizar a profesores del Departamento de Biología Molecular que imparten diferentes asignaturas de Microbiología en diversos grados como Biología, Bioquímica, Ciencias Ambientales o Ciencia y Tecnología de los Alimentos, así como de otros centros de la UAM.
2. Implantar **estrategias de Aprendizaje-Servicio** que fomenten el grado de motivación de los estudiantes universitarios por el aprendizaje, y de los preuniversitarios por los estudios de Ciencias Experimentales.
3. Comunicar a profesores de otras áreas científicas de la UAM la existencia de este proyecto y la experiencia acumulada durante su implantación, para el estudio de su posible desarrollo en otras áreas como Química, Bioquímica, Ingeniería química etc.

En el proyecto se implicaron 11 profesores, incluyendo las áreas de Microbiología y Bioquímica y Biología Molecular, y 1 profesora de la Facultad de Formación de Profesorado y Educación. Los institutos participantes fueron Aldebarán (Alcobendas), Mirasierra (Madrid), Príncipe Felipe (Madrid), San Agustín de Guadalix, San Fernando (Madrid), Rosa Chacel



Distribución de respuestas (porcentaje) para las preguntas de la encuesta realizada a los estudiantes preuniversitarios. 1. La participación en este proyecto ha despertado tu interés o curiosidad por la Ciencia; 2. Consideras que esta experiencia te ha acercado a un problema real; 3. Crees que tus resultados pueden contribuir al avance científico; 4. Valora la repercusión del experimento en el conocimiento de la diversidad microbiana en el medio ambiente; 5. Tu participación en el proyecto ha contribuido a conocer mejor el problema de la resistencia a antibióticos; 6. Esta experiencia ha modificado tu percepción sobre el uso de los antibióticos; 7. Ha contribuido este proyecto al conocimiento de la resistencia a los antibióticos; 8. Refleja tu opinión sobre la participación global en este proyecto; 9. Este proyecto ha mejorado tu formación científica; 10. Cómo valoras globalmente tu experiencia trabajando en un problema global; 11. Recomendarías a otros compañeros o centros la participación en este proyecto.

(Colmenar Viejo) y la Escuela IDEO (Madrid), con un número total de 165 estudiantes involucrados. Los estudiantes universitarios implicados fueron 37 y procedían de los grados de Biología, Bioquímica, o Ciencias Ambientales, del Master de Nuevos Alimentos y de estudios predoctorales Sin embargo, debido a las restricciones por la pandemia del COVID19 no se han podido realizar todas las actividades propuestas en todos los institutos, completándose solo en 4 de ellos.

El número de muestras analizadas fue de 41 tomadas generalmente de la zona norte de la Comunidad de Madrid. Se probó la actividad de 311 aislados de los cuales 53 dieron un resultado positivo al inhibir el crecimiento de bacterias grampositivas, gramnegativas o ambas. Estos microorganismos se reaislarán y se volverán a co-cultivar con bacterias SKAPE, posiblemente en el marco de algún Trabajo Fin de Grado.

Ante la necesidad creciente de encontrar nuevos agentes terapéuticos, se está evaluando la inclusión en los próximos años de test para detectar antifúngicos o la presencia de bacteriófagos frente a algún microorganismo SKAPE en las muestras.

Al analizar la encuesta se observa que las respuestas a algunas preguntas en particular a la 3 y a la 4 (Figura) mostraron una distribución amplia de los valores elegidos por

los estudiantes reflejando que aquellos que no obtuvieron ningún resultado positivo de inhibición consideran que no han contribuido al proyecto. Por esta razón sería conveniente reforzar la idea de que están participando en un proyecto de escala internacional cuyo valor radica precisamente en el alto número de muestras analizadas y que los resultados negativos forman también parte del proyecto.

Algunos estudiantes plantearon dudas a la hora de responder a la pregunta *“La participación en este proyecto ha despertado tu interés o curiosidad por la Ciencia”*. Buena parte de estos estudiantes habían sido seleccionados por su instituto debido a su interés por la Ciencia. Teniendo en cuenta que uno de los objetivos del proyecto consiste en promover el interés por las ciencias experimentales se podría aconsejar a los institutos que no se seleccionaran específicamente, estudiantes ya predispuestos o alternatively incluir una pregunta que permita conocer su interés previo en realizar carreras científicas

REFERENCIAS

Pernas C, Esteban L, Hernando A, Martín I, Pérez M, San Segundo P, Shamhood M, Abad JP y Marín I. (2019). Implementación del proyecto Small World Initiative-MicroMundo en la Universidad Autónoma de Madrid. XXVII Congreso SEM, Málaga.

“Lo esencial es invisible a los ojos: Descubriendo el mundo microbiano a la sociedad jiennense”

Antonio Cobo, Antonio Gálvez, María José Grande, Rosario Lucas, Magdalena Martínez Cañamero, Elena Ortega, Rubén Pérez Pulido.



Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad de Jaén. Dirección actual de AC: Departamento de Microbiología, Universidad de Granada.



Miembros del equipo de investigación esperando a alumnos de un taller.

El equipo de investigación “Microbiología de los Alimentos y del Medio Ambiente” de la Universidad de Jaén, con A. Gálvez como IP y con una trayectoria de más de 18 años, ha tenido siempre una especial vocación

por compartir trabajo y conocimientos con la población, ya que consideramos que es responsabilidad de las universidades y centros de investigación el hacer partícipe a la sociedad de las actividades que están

llevando a cabo. A lo largo de estos años hemos liderado o participado en doce proyectos de innovación docente y de divulgación, muchos plurianuales y con resultados que se han consolidado en los Planes de

Ordenación Docente o de Divulgación de nuestra Universidad.

Con la Unidad de Cultura Científica (UCC) llevamos varios años colaborando en diversas iniciativas (Lucas *et al.* 2019). Hemos participado en todas las ediciones de la “Noche Europea de los Investigadores” en modalidades como la de “Microencuentro”, con limitación de asistentes, o en talleres abiertos a todo el público durante siete horas consecutivas. En este evento los integrantes de nuestro grupo representamos el 10% del total de investigadores participantes y el 5% de las actividades llevadas a cabo en Jaén, lo que explica por qué nos sentimos especialmente orgullosos cuando esta feria recibió el premio “Jaén en positivo”, otorgado por la estación de radio COPE-Jaén. Este premio reconoce el trabajo de los que con su esfuerzo demuestran que es posible mejorar la realidad local y enfrentarla con optimismo. El éxito obtenido por nuestro taller nos llevó a participar en otras iniciativas, también de la UCC como la “Semana de la Ciencia” cada noviembre, la “Escuela de Ciencias de la UJA” en primaria, “Café con Ciencia” donde desayunamos con alumnos, o el fomento de las vocaciones STEM entre las niñas, mediante el evento “Greenlight for Girls” (G4G) y talleres en el “Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia”.

Uno de nuestros rasgos distintivos es trabajar con centros educativos no universitarios, y desde hace años nos desplazamos a los propios centros (Cobo Molinos *et al.* 2015; Ortega *et al.* 2015). Comenzamos en 2011 con algunos TFM del máster “Avances en Seguridad de los Alimentos” que se llevaban a cabo estableciendo talleres de microbiología bilingües en colegios de primaria. Seis años más tarde, tuvimos la ocasión de trabajar con alumnos de 4º de la ESO que habían participado en ellos y quisimos conocer, mediante encuestas anónimas, el recuerdo que tenían de aquellas jornadas y cómo había afectado a su concepto de la ciencia. Todos indicaron que estas actividades les habían hecho valorar la ciencia y un 40% añadían que les habían influido en la elección de sus estudios universitarios. Recordaban con detalle nues-

tra actividad, hablando de ella con cariño y orgullo.

Con adolescentes, hemos trabajado a nivel andaluz en el proyecto ScienceIES-PIISA mediante nuestro taller “Conoce el mundo microbiológico de los alimentos” (Grande *et al.* 2019). ScienceIES está enmarcado en el Programa Hypatia, la línea de atención a alumnado de altas capacidades de la Universidad. Llevamos tres años participando en este programa, siendo nuestra actividad una de las mejores valoradas por los estudiantes, alcanzando el primer puesto en 2018. En esta línea, también algunos miembros de nuestro grupo han participado y liderado otros proyectos interdisciplinares que han conseguido menciones como el premio al mejor poster en el XXVII Congreso Nacional de Microbiología o el Premio a la Innovación Docente del Plan de Buenas Prácticas de la UJA.

Para finalizar, estamos muy orgullosos de pertenecer a la red Micromundo, participando en ella desde su creación (Lucas *et al.* 2019), consiguiendo dos proyectos de innovación docente y realizando doce talleres, con 350 alumnos preuniversitarios y un centenar de alumnos de grado, máster y doctorado. El proyecto obtuvo en 2019 el IX Premio “Universidad de Jaén” a la Divulgación Científica y ha pasado a consolidarse dentro del Plan anual de Divulgación Científica y de la Innovación de la UJA.

En MicroMundo, los alumnos se convierten en investigadores por unos días, y nos satisface enormemente ofrecerles la posibilidad de que sean ellos quienes encuentren el nuevo antibiótico que salvaría miles de vidas. Pero, con todo el valor de ese hallazgo, lo importante en estas iniciativas es ver cómo los estudiantes preuniversitarios se imbuían de ciencia y disfrutaban del proceso. Aprenden el método y la ética científica, que en esta época de “fake news” y gratificación inmediata es enormemente importante. Pero además lo hacen descubriendo la existencia de una forma de vida totalmente novedosa para ellos, una vida microscópica que nos rodea en números de miles de millones sin que seamos conscientes de ello. Nos encanta ver sus caras de sorpresa cuando les devolvemos las

placas que inocularon días antes, pero que nos entregaron vacías, y se las traemos llenas de colonias de múltiples formas, tamaños, colores e, incluso, olores.

Por ello, a lo largo del proyecto y tras visitar diferentes barrios y pueblos, estamos seguros de que también habremos configurado un mapa de biodiversidad microbiana de la provincia que creemos que no tendrá nada que envidiar al que se publicita sobre la flora y fauna de nuestro entorno. De esta manera, el logo turístico de nuestra tierra: “Jaén, Paraíso Interior” cobra un significado más amplio, en el que se incluye también la belleza microbiana, que está presente y, que como dijo el Principito, es esencial, pero invisible a nuestros ojos.

REFERENCIAS

- Cobo Molinos A, Pérez Pulido R, Grande Burgos MJ, Hidalgo Pestaña M, Abriouel Hayani H, Benomar El Bakali N, Gálvez del Postigo Ruiz A, Lucas López R, Ortega Morente E y Martínez Cañamero M.** (2015) Establecimiento de talleres en seguridad microbiológica para colegios públicos de primaria como trabajos fin de máster en el máster oficial «Avances en Seguridad de los Alimentos». *Sem@foro*, Junio 2015, 59: 49-51.
- Grande Burgos MJ, Morales L, Rodríguez J, Iglesias B, Parras A, Pérez Pulido R, Cobo A, Ortega E, Martínez Cañamero M, Lucas R y Gálvez A.** (2019) Iniciación e investigación del mundo microbiológico de los alimentos para alumnos de secundaria. En: XXVII Congreso Nacional de Microbiología. Resúmenes de Ponencias y Comunicaciones. Pp: 175. Universidad de Málaga, Málaga.
- Lucas R, Pérez R, Grande MJ, Cobo A, Iglesias MB, Parras A, Rodríguez J, Gálvez A y Martínez Cañamero M.** (2019) El programa “MicroMundo” como actividad curricular en dos asignaturas de ciencias en Jaén. En: XXVII Congreso Nacional de Microbiología. Resúmenes de Ponencias y Comunicaciones. Pp: 167. Universidad de Málaga, Málaga.
- Lucas R, Pérez R, Grande MJ, Cobo A, Ortega E, Martínez Cañamero M y Gálvez A.** (2019) Difusión de la microbiología a niveles de educación preuniversitaria y sociedad en general. En: XXVII Congreso Nacional de Microbiología. Resúmenes de Ponencias y Comunicaciones. Pp: 176. Universidad de Málaga, Málaga.
- Ortega E, Ortega M, Sánchez R, Fernández-Fuentes MA, Lucas R, Benomar N, Martínez Cañamero M, Pérez R, Grande MJ, Cobo A, M López MC, Gálvez A.** (2015) Proyecto de innovación docente del área de Microbiología de la UJA con el Departamento de Ciencias Naturales del colegio Cristo Rey. En: *Avances en Microbiología*. Pp: 344. Universidad de La Rioja, Logroño.

Ciencigenia y Liderazgo en el proyecto MicroMundo: más allá de la divulgación científica

Carmina Rodríguez, Jose Antonio Valdés, Penélope Higuera,
Victoria Fernández, Rafael Portales

@carmina@ucm.es
@joseaval@ucm.es

Departamento de Microbiología y Parasitología.

Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Plaza de Ramón y Cajal s/n. 28040-Madrid



Grupo original. De izquierda a derecha: Penélope Higuera, Daniel Ruiz-Montesdeoca, Victoria Fernández, María Rodrigo, Jose Antonio Valdés, Carmina Rodríguez, Beatriz Conde

INTRODUCCIÓN

Habiendo observado carencias en las habilidades comunicativas y de liderazgo en los jóvenes, nuestro grupo ha incorporado talleres de *ciencigenia* y *liderazgo* a las actividades del proyecto de Aprendizaje-Servicio (ApS) *MicroMundo* (filial de *Tiny Earth*; antes *SWI@Spain*). Hemos introducido el neologis-

mo “ciencigenia” adaptando las técnicas de telegenia aplicadas a la divulgación científica. El liderazgo, entendido como servicio a los demás, contribuye a que todas las personas de nuestro entorno den lo mejor de sí mismas. Como proceso vital, requiere formación y compromiso; y debe abordarse desde las primeras etapas del desarrollo personal.

¿Por qué integrarlos en las actividades de *MicroMundo@UCM*? Este proyecto, implantado primero en la UCM por Víctor J. Cid —y extendido a toda España— (Jiménez, 2016; Pernaute y Jiménez, 2017; Fernández, 2018; Valderrama *et al.*, 2018; Valdés 2017; Valdés 2018) tiene el compromiso social de concienciar sobre las resistencias a los antibióticos y la divulgación científica. Por eso hemos

incluido como objetivos adicionales, mejorar la capacidad de comunicación de nuestros estudiantes; y sensibilizar especialmente a los bachilleres de la necesidad de desarrollar cualidades de liderazgo como parte imprescindible de su compromiso social.

TALLER TEÓRICO-PRÁCTICO DE "CIENCIGENIA"

Múltiples estudios coinciden en que los jóvenes carecen de un léxico variado, tienen dificultades para escribir un texto coherente y sin faltas de ortografía; y para hablar en público. La expresión oral es la destreza más difícil de adquirir; y de la capacidad que nuestros alumnos desarrollen, dependerá —en parte— su éxito como profesionales.

Por ello, y dado que nuestro sistema educativo confía en que los estudiantes adquieran estas habilidades por sí mismos, diseñamos el taller de *ciencigenia* sobre estrategias y técnicas para hablar en público. Es necesario que la persona comunique bien y resulte atractiva para la audiencia.

Los estudiantes aprenden y practican los recursos que emplean los comunicadores profesionales, pero aplicados a la divulgación científica en un contexto específico. Y esto beneficia tanto a los universitarios que van a desarrollar el ApS, como a los bachilleres para la divulgación de los resultados obtenidos.

Primero se aborda el proceso de preparación de la comunicación científica, su documentación, estudio y desarrollo. Se analiza cómo preparar la presentación en función de los recursos tecnológicos y la importancia de un buen guion. Pasan después "al escenario" y practican las técnicas para hablar en público. El taller está salpicado de actividades participativas y de evaluación. Finalmente, los estudiantes en grupos (Aprendizaje Cooperativo) diseñan una comunicación breve que exponen a sus compañeros, como ensayo

para la sesión final de divulgación del proyecto.

TALLER DE LIDERAZGO. LIDERAZGO EN LA EMPRESA

Los estudiantes han oído hablar de liderazgo en contextos diversos, pero no han reflexionado sobre su significado social. Ahora les planteamos preguntas esenciales para encauzar su desarrollo personal y profesional: ¿qué entiendo por "liderazgo"? ¿debo prepararme para ser líder?, ¿cuándo y cómo prepararme?

El liderazgo se ejerce, en primer lugar, con lo que se "es", en segundo lugar, con lo que se "hace" y solo en tercer lugar, con lo que se "dice" o "manda hacer".

El fin de una persona es alcanzar la felicidad, entendida como plenitud del "ser" humano en todas sus dimensiones: trabajo, familia, salud, desarrollo cultural... Como proceso vital, requiere de compromiso personal, actitud positiva y entusiasta, aprecio a las personas y coherencia con un sistema ético. El líder es "empresario de su propia vida". Platón atribuye a Sócrates que "dominarse a sí mismo es el mayor de los imperios". Solo después de alcanzar el dominio de uno mismo se puede buscar la perfección de los demás. El liderazgo es servicio, no está relacionado con el poder, sino con la ejemplaridad; de esta facultad uno no se puede invertir a sí mismo, sino que es atribuida por nuestro entorno.

¿Qué busca la empresa en un líder?: *autoidad deontológica y profesional*, que requiere una formación en la que los estudiantes deben empeñarse ya desde su etapa escolar y durante toda su vida profesional.

El ejercicio del liderazgo incluye: ejemplaridad y coherencia; motivar y reconocer a los demás; construir visiones compartidas; obte-

ner resultados; visión de conjunto; promover el cambio; y creatividad.

PERSPECTIVAS DE FUTURO

Estas actividades han tenido una excelente acogida por los estudiantes y profesores del I.E.S. Renacimiento (Madrid), con el que colabora nuestro grupo. Pretendemos consolidar estas actividades en las próximas ediciones de MicroMundo@UCM.

Hemos querido abrir una ventana desde la que los estudiantes universitarios y preuniversitarios contemplen lo que significa una carrera científica. De los jóvenes se espera, además de una sólida formación técnica y profesional, capacidad de comunicación con profesores, compañeros y con la sociedad en general y el ejercicio del liderazgo ético y creativo. Estos talleres estimulan la formación integral de los futuros científicos a partir de un compromiso activo con su desarrollo personal.

BIBLIOGRAFÍA

- Fenández, J.** (2018). De SWI@Spain a MicroMundo sin perder el objetivo: luchar contra la resistencia bacteriana. <https://www.ucm.es/tribunacomplutense/229/art3325.php#XlbBZmhKjGg>
- Jiménez, V.** (2016). Educando en el descubrimiento: La resistencia a antibióticos como desafío de salud global en el s. XXI. *SEM@FORO*, 62, 25-26.
- Pernaute Lau, L. y Jiménez Cid, V.** (2017). Small World Initiative. Educando para combatir la resistencia a los antibióticos. *Pharmatech* 32, 58-64
- Valderrama, M.J., González-Zorn, B., Calvo de Pablo, P., Díez-Orejas R., Fernández-Acero, T. et al.** (2018). Educating in antimicrobial resistance awareness: adaptation of the Small World Initiative program to servicelearning. *FEMS Microbiol Lett.* 365 vol fry161
- Valdés, J.A.** (2017). El diario de un SWITA. <http://swispain.blogspot.com/2017/02/diario-de-un-swita-by-jose-valdes.html>
- Valdés, J.A.** (2018). Descubriendo nuevos antibióticos. Premio al mejor vídeo de divulgación OTRI. <https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=Yok2JinpAu8&feature=youtu.be>

Ciencia Clandestina: una iniciativa ecléctica de divulgación

Eduardo Villalobo

Departamento de Microbiología de la Universidad de Sevilla

@evpolo@us.es
Twitter: @ptu_us_es



Abajo, logo del programa "Ciencia Clandestina" de RadiUS. Arriba el equipo en el estudio de grabación de la Facultad de Comunicación de la US. De izquierda a derecha Alberto Pérez, Alberto Flores, M^a Luz Montesinos, M^a Carmen Escámez, Susana Gaytán y Eduardo Villalobo.



La existencia de Ciencia Clandestina no es muy larga, pero ya ha pasado por varias fases y ha contado con diferentes miembros. En su origen está un grupo del personal docente, técnico y estudiantes de la Universidad de Sevilla (US) con labor de divulgación más o menos intensa, que a principios de 2017 decide reunirse para intercambiar experiencias. Acuerdan, entre otras cosas, crear una lista de distribución a la cual necesariamente deben dar nombre. Isabel López Calderón, catedrática de genética ya jubilada, propone el de Ciencia Clandestina.

Nuestro grupo, que tomó prestado el nombre propuesto por Isabel, es heredero de aquellas reuniones. Está formado por un "núcleo duro" de tres personas de la comunidad universitaria. María del Carmen Escámez Almazo, periodista y técnica responsable de la Unidad de Cultura Científica y de Innovación (UCC+i) de la institución^[1]. Por su dilatada experiencia en gestión y comunicación de la divulgación es, lógicamente, nuestra "directora de operaciones". Susana Pilar Gaytán Guía y yo somos profesores titulares, respectivamente en los Depar-

tamentos de Fisiología y de Microbiología. Ambos somos los “pilotos” que conducimos las “operaciones” de divulgación, juntos o cada uno por separado.

La actividad de divulgación que más nos une como grupo es un programa de radio mensual en formato podcast: Ciencia Clandestina^[2]. Su contenido lo definimos como *monográficos sobre temas de ciencia e investigación con toques de suspense y música clandestina*. Nuestro programa está coordinado por la UCC+i a través de María del Carmen, su presentadora y editora. Ciencia Clandestina forma parte de **RadiUS**, la radio de la US. Los colaboradores habituales somos todos miembros de la academia: María de la Luz Montesinos Gutiérrez (profesora titular del Departamento Fisiología Médica y Biofísica), Alberto Tomás Pérez Izquierdo (catedrático del Departamento de Electrónica y Electromagnetismo) Alberto Flores Ruiz (estudiante en la Facultad de Física), Susana y yo. Isabel López Calderón también ha colaborado esporádicamente. El programa suele contar además con entrevistas a otros miembros de la comunidad investigadora universitaria. Llevamos ya 3 temporadas y hemos tratado muchos temas de Microbiología: desde la pandemia COVID-19 hasta los antibióticos o las vacunas, pasando por la PCR. Nos sentimos partícipes del Premio Mejor web institucional-servicio público de los Premios Web 2018 del diario ABC de Sevilla, otorgado a RadiUS. El premio reconoce las mejores webs de la ciudad. Una seña de identidad de nuestro programa radiofónico es la visibilización de la mujer investigadora. De hecho, otra de nuestras iniciativas es el **Calendario 2020 de las Químicas, Físicas, Biólogas y Matemáticas de la US**^[3], un calendario ilustrado donde descubrimos el buen hacer y la vida cotidiana de 12 investigadoras de

nuestra comunidad universitaria, entre ellas dos Microbiólogas.

El grupo está firmemente implicado en la **Noche Europea de I@s Investigador@s**^[4], edición Andalucía. Susana y yo ya participamos en la edición del año 2018 individualmente con las actividades “¡Qué nadie te convierta en víctima!: Neuro-endocrinología contra la violencia” y “Los microbios que nos rodean”, respectivamente. Pero ya en la edición 2019 hicimos nuestro primer dueto “Cómo hablan los microbios a tu cabeza”. Ese diálogo transversal entre Neurociencia y Microbiología lo llevamos más tarde al **Café ConCiencia**^[5], *iniciativa en la que científicas y científicos se sientan con un grupo reducido de invitados a conversar alrededor de una mesa*. El Café y la Noche están organizadas por la Fundación DesCubre. La organización de ambos eventos por parte de la US corre a cargo de la UCC+i a través de María del Carmen. Esperamos repetir el diálogo “neuromicrobiológico” en algún momento de 2020 **En el Biciclero del CRAI**, *charlas científicas promovidas por El Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación de la US*. En el biciclero de 2017 Susana presentó su libro “¿Cómo te convirtió en víctima?: neuroendocrinología de la violencia, mientras que en 2018 María del Carmen y yo hablamos sobre el “70 aniversario de la visita de Fleming a Sevilla, antibióticos y salud”. Esta última charla fue ofrecida, por primera vez, unos meses antes en la edición sevillana de 2018 de la **Fiesta de la Historia**^[6]. Esta “fiesta” *tiene su origen en la Festa Internazionale della Storia, promovida por el Centro Internazionale di Didattica della Storia e del Patrimonio de la Universidad de Bolonia (Italia). Durante una semana al año, se ofrecen actividades que tienen que ver con la difusión de la Cultura y el Patrimonio, y con el concepto de que “La Historia somos nosotros”*.

Por último, el “núcleo duro” de Ciencia Clandestina tiene también presencia en diferentes redes sociales. En **Twitter**, María del Carmen con la cuenta oficial de la UCC+i (@InvestigaUS), Susana (@spilarg) y yo (@ptu_us_es) con nuestras cuentas personales. También estamos presentes en el portal **The Conversation**^[7] edición España, *una fuente de noticias y análisis escritos por la comunidad académica e investigadora y dirigida directamente a la sociedad*. Susana colaboró recientemente con su artículo “La neurociencia demuestra que la letra entra mejor con juegos que con sangre” y yo con “¿Cómo se detecta si un paciente está infectado por coronavirus?”. Susana tiene además un magnífico **blog**^[8].

Desde Ciencia Clandestina seguiremos haciendo de la divulgación nuestra bandera, usando todos los formatos a nuestro alcance y ofreciendo perspectivas diversas, tanto como diverso es el grupo. De ahí el eclecticismo al que hacía referencia en el título de esta comunicación.

REFERENCIAS

- [1] Canal Ciencia de la US, <http://canalciencia.us.es>
- [2] Ciencia Clandestina en RadiUS, <https://radio.us.es/programa/ciencia-clandestina>
- [3] Calendario 2020, <http://igualdad.us.es/?p=2935>
- [4] Noche Europea de I@s Investigador@s, <https://lanochedelosinvestigadores.fundaciondescubre.es/portada>
- [5] Café ConCiencia, <https://cafeconciencia.fundaciondescubre.es>
- [6] Fiesta de la Historia, <https://fiestadelahistoria.wordpress.com>
- [7] The Conversation, <https://theconversation.com/es>
- [8] Blog damas sin caballeros, <https://damassincaballeros.wordpress.com>

Mundo Microbio: Grupo de Innovación Docente de la Universidad de Vigo

Julia Carballo; Álvaro Rodríguez-Alonso; Luis Alfonso Rodríguez;
María José Pérez*



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



En la fotografía, de izquierda a derecha: Álvaro Rodríguez-Alonso, Julia Carballo, Luis Alfonso Rodríguez y María José Pérez

El Grupo de Innovación Docente (GID) Mundo Microbio de la Universidad de Vigo se constituyó en el año 2018 con la participación de docentes del área de Microbiología de la Facultad de Ciencias (Campus de Ourense) y con el objetivo de difundir y divulgar los diferentes aspectos de la Microbiología en la sociedad, así como introducir al estudiante-

do universitario de grado y de máster en el programa educativo de aprendizaje-servicio MicroMundo.

Ya en el curso 2005-2006 iniciamos experiencias innovadoras en la docencia de materias del Área, tal fue el caso de la implementación del uso de cuestionarios para la

autoevaluación del alumnado, utilizando la plataforma de teledocencia de nuestra universidad (TEMA).

Desde el año 2008, 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 cincuenta y cinco años. En las diferentes actividades propuestas se adecúa el lenguaje, las ilustraciones y la planificación a la edad y a los recursos disponibles.

Habitualmente organizamos en nuestra Facultad de Ciencias eventos, jornadas y charlas que no solo destinamos a nuestros estudiantes, sino también al público en general. Así, hemos presentado jornadas de seguridad alimentaria y ambiental, y en el mes de noviembre, coincidiendo con la semana mundial de concienciación del uso de los antibióticos, invitando a reconocidos expertos en los temas.

Asimismo, siempre estamos disponibles para participar en eventos anuales como la Jornada 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 desde febrero de 2018 en el Edificio Politécnico del Campus de Ourense, organizada por la Facultad de Ciencias, la Escuela Superior de Ingeniería Informática y la Escuela de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio de la Universidad de Vigo.

En jornadas de puertas abiertas organizadas por la Facultad de Ciencias y/o el Vicerrectorado del Campus de Ourense-Campus del Agua, hemos colaborado en la planificación de las visitas de escolares celebrando el

día Mundial del Agua. Impartimos pequeños talleres en el laboratorio y damos charlas en aquellos colegios y/o asociaciones que nos lo solicitan. A través de la página de Facebook: **Microbiología-Ourense** anunciamos y compartimos actividades e información sobre microbiología que puede ser útil para nuestros estudiantes y la población en general.

MicroMundo@UVigo

En Julio de 2017, cuando se constituyó la red SWI@Spain amparada por el grupo especializado D + D SEM, cuyo objetivo es implementar el proyecto SWI en toda España, ya se constituyó el nodo SWI@UVigo, llamado en la actualidad MicroMundo@UVigo, coordinado por María José Pérez Álvarez.

Iniciamos la puesta en marcha del proyecto en el curso 2018/2019 en dos Institutos, uno en Vigo (IES Valadares) y otro en Ourense (IES O Couto). En esta investigación real participaron seis SWITAs, estudiantes universitarios de las titulaciones de Biología y Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CyTA) y cuarenta y cinco Investigadores SWI en los centros educativos. El proyecto llevado a cabo en Vigo fue presentado en dos Trabajos Fin de Grado y en “Expouniversitas”, fórum de innovación e investigación universitaria celebrado en el campus de Ourense.

En 2019, el proyecto “MicroMundo@UVigo: aprendizaje-servicio para la busca de microorganismos productores de nuevos antibióticos” es aprobado en la convocatoria de Proxectos

de Innovación Educativa en Aprendizaxe-Servizo (ApS) de la Universidad de Vigo, para llevarlo a cabo en este curso 2019-2020. De este modo, otros seis estudiantes de CyTA y de Ciencias Ambientales han llevado el proyecto a dos institutos de Ourense, participando de nuevo un total de cuarenta y cinco estudiantes de secundaria y bachillerato. La participación de los estudiantes universitarios en este proyecto está reconocida por la Universidad de Vigo con 1 crédito ECTS.

Estamos presentes en redes sociales para visibilizar este proyecto educativo y las actividades relacionadas con el mismo y a través de ellas también fomentamos que puedan participar activamente en el programa estudiantes y tutores/as de los centros educativos, coordinados por los/as docentes de MicroMundo@UVigo.

Grupo de Facebook: [MicroMundo@Uvigo](#)

Página de Facebook: [MicroMundo_UVigo](#)

Instagram: [@MicroMundoUVigo](#)

Twitter: [@MicroMundoUVigo](#)

Nuestra intención es continuar el trabajo de divulgación científica en nuestro medio y seguir buscando antibióticos con la ayuda de estudiantes de todas las etapas educativas y de su profesorado. Creemos que estas actividades ayudan en la captación de vocaciones científicas, resultando a la vez estimulantes tanto para el profesorado de la universidad como para el de la enseñanza no universitaria.

Grupo “Medicina Veterinaria e Investigación Terapéutica” De la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

M^a Teresa Tejedor-Junco

*Microbiología. Facultad de Veterinaria. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
Apartado de Correos 550, 35080 Las Palmas de Gran Canaria. Islas Canarias.*



mariateresa.tejedor@ulpgc.es



Dr. Carlos Gutiérrez, Dra. M^a Teresa Tejedor
y Dra. Margarita González.

El grupo de Investigación “Medicina Veterinaria e Investigación Terapéutica”, coordinado por el Dr. José Alberto Montoya, se encuentra englobado dentro del Instituto Universitario de Investigaciones Biomédicas y Sanitarias (IUIBS) perteneciente a la Universidad de las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) <https://medicinaveterinaria.ulpgc.es/>

Muchas de sus actividades están orientadas a distintos aspectos de la Medicina

Clínica Veterinaria. Dentro del grupo, existe una línea denominada “Microbiología animal y ambiental” en la que participamos fundamentalmente dos investigadoras: la Dra. Margarita González Martín y la Dra. M^a Teresa Tejedor Junco. Colaboramos con los distintos miembros del grupo de investigación, realizando diagnóstico microbiológico cuando se requiere para los trabajos de investigación en los que participamos. Además, desarrollamos una línea de investigación centrada en

el estudio de la resistencia a antimicrobianos en microorganismos de origen humano, animal y ambiental.

Conjuntamente con los Doctores Carlos Gutiérrez (q.e.p.d) y Juan Alberto Corbera hemos llevado a cabo trabajos centrados en diferentes aspectos de la clínica y la epidemiología de la fiebre Q, la Tripanosomosis o el aborto enzoótico en rumiantes y camélidos. Fruto de dicha colaboración han sido varios

capítulos en libros (Tejedor-Junco *et al.* 2017) y artículos en revistas de alto impacto, como "Preventive Veterinary Medicine", "Veterinary Parasitology" o "Eurosurveillance" (Gutiérrez *et al.* 2014; Gutiérrez *et al.* 2015; Tejedor-Junco *et al.* 2016; Tejedor-Junco *et al.* 2019). Recientemente hemos iniciado una colaboración con el grupo de investigación liderado por la Dra. Patricia Poeta (Universidad de Tras-os-Montes Alto Douro, Portugal) para estudiar la resistencia a antibióticos en fauna silvestre de las Islas Canarias.

Los aspectos microbiológicos de la reutilización de aguas regeneradas para la producción de forrajes ha sido otro de los campos en los que hemos colaborado, fundamentalmente con las Doctoras M^a del Pino Palacios y Vanesa Mendoza. El Ministerio de Ciencia y Tecnología y la ULPGC concedieron Proyectos de Investigación financiados para la realización de estos trabajos, cuyos resultados se publicaron en revistas científicas o capítulos de libros (Palacios *et al.* 2009).

Dentro de los grupos de la SEM, pertenecemos al Grupo de Docencia y Difusión de la Microbiología (D+D). También somos las representantes de nuestras respectivas Facultades en el Plan Nacional de Resistencia a antibióticos (PRAN). Nuestro trabajo en este campo ha estado centrado en la coordinación desde la Universidad con otros

niveles educativos. Hemos organizado cursos de actualización en Microbiología para Profesores de Secundaria y Bachillerato, publicado artículos sobre la introducción de conceptos de Microbiología en otros niveles educativos (Tejedor-Junco y González-Martín 2013) y participado en varios de los Congresos de la SEM o en las reuniones del Grupo D+D (De Vicente *et al.* 2012; González-Martín y Tejedor-Junco 2012). También hemos contribuido con artículos de difusión sobre Microbiología en prensa regional, así como en revistas de divulgación científica (Tejedor-Junco 2019). En la Convocatoria 2020 de Proyectos de Innovación Educativa de la ULPGC, nos han concedido el Proyecto titulado "Creación de material educativo y divulgativo sobre uso apropiado de antibióticos para su utilización en diversas asignaturas de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato".

REFERENCIAS

- Tejedor-Junco MT, González-Martín M, Corbera JA y Gutiérrez C.** (2017). Q Fever Epidemiology in domestic small ruminants. En: "The Principles and Practice of Q Fever: The One Health Paradigm", pp. 169-188. Editorial Nova Publishing, New York, EEUU.
- Gutiérrez C, Tamarit A, González-Martín M y Tejedor-Junco MT.** (2014). Control and eventual eradication of *Trypanosoma evansi* infection in dromedary camels after an episodic outbreak in mainland Spain: An example in a non-endemic area. *Vet Par* 204: 153-157.
- Gutiérrez C, Tejedor-Junco MT, González M, Lat-twein E y Renneker S.** (2015). Presence of antibodies but no evidence for circulation of MERS-CoV in dromedaries on the Canary Islands, 2015. *Eurosurveillance* 20:1-4.
- Tejedor-Junco MT, González M, Corbera JA y Gutiérrez C.** (2016). Presence of *Coxiella burnetii* (Q fever) in goats on the Canary Islands: Current status. *Small Rum Res* 134: 62-64.
- Tejedor-Junco MT, González-Martín M, Corbera JA, Santana A, Hernández CN y Gutiérrez C.** (2019). Preliminary evidence of the seroprevalence and risk factors associated with *Chlamydia abortus* infection on goats in the Canary Islands, Spain. *Trop Animal Health Prod* S1: 257-260.
- Palacios MP, Mendoza V, Fernández JR, Rodríguez F, Tejedor-Junco MT y Hernández-Moreno JM.** (2009). Subsurface drip irrigation and reclaimed water quality effects on phosphorus, salinity distribution and forage production. *Agric Water Manag* 96: 1659-1666.
- Tejedor-Junco MT y González-Martín M.** (2013). La Microbiología en el currículo de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Cuadernos de Innovación Educativa, pp. 149-163. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. España.
- de Vicente A, Llagostera M, Tejedor Junco MT y Ventosa A.** Mapa de la Microbiología en los Nuevos Grados: foto finish del curso 2011-2012. I Reunión de Docencia y Difusión de la Microbiología. Sociedad Española de Microbiología. Madrid, Julio 2012.
- González M y Tejedor Junco MT.** ¿Microbiología para todos en Bachillerato? I Reunión de Docencia y Difusión de la Microbiología. Sociedad Española de Microbiología. Madrid, Julio 2012.
- Tejedor-Junco MT.** (2019). "Yo soy yo... y mis bacterias". Revista Hipótesis de Divulgación Científica. Número 4.

Micromundo Alicante: dos cursos y una crisis

María Francisca Colom*, Marina Torreblanca, Consuelo Ferrer, Manuel Sánchez

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



Presentamos aquí, el relato de la implantación del proyecto MicroMundo en Alicante y los logros conseguidos hasta el momento.

CONSTITUCIÓN DEL NODO ALICANTE

En el verano de 2017, Manuel Sánchez realizó su entrenamiento como *Partner Instructor* del proyecto de divulgación de la ciencia que entonces llamábamos *Small World Initiative* (SWI) y se convirtió en nuestro primer *SWIPI*. Eso nos incorporó al grupo español *SWI-Spain* y fue el primer paso para crear el nodo de Alicante y entrar en esta interesante actividad de Aprendizaje-Servicio.

IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO

En estos casi tres años, hemos constituido un grupo de trabajo en el que actualmente estamos implicados profesores de microbiología de las dos universidades de la provincia: 4 de la Universidad Miguel Hernández y 3 de la Universidad de Alicante recién incorporados. Entre ellos contamos con dos *SWIPIs*, Manuel Sánchez y Kika Colom, ambos de la UMH, que van alternando el liderazgo del

nodo desempeñando coordinación de tareas y solicitud de financiación.

PRIMEROS RESULTADOS

En estos tres años hemos formado 38 estudiantes de grado de tres titulaciones distintas como *Training Assistants* (SWITAs): 22 del grado en Biotecnología, 9 del grado en Medicina y 7 del grado en Biología. Hemos completado el proyecto en 4 centros de enseñanza, dos concertados: Colegio Jesuitinas de Elche y Colegio Inmaculada de Alicante; y dos Institutos de Enseñanza Secundaria: *Nit de l'Albà* de Elche y Radio Exterior de Alicante. En la primavera de este curso académico, teníamos programados 4 centros más: Colegio Europeo de Alicante; Colegio privado El Valle y los IES Haygón y *Gaia* de San Vicente del Raspeig. Únicamente se pudo celebrar la primera sesión en el Colegio Europeo, después sobrevino la crisis de la COVID19 con el confinamiento, y la actividad ha quedado pospuesta al comienzo del próximo curso académico siempre que las circunstancias lo permitan. En el desarrollo del proyecto en los 4 primeros centros, colaboraron 9 profesores de los mismos y se implicaron

80 estudiantes de secundaria y bachillerato, que constituyeron 40 grupos de trabajo y obtuvieron y estudiaron el mismo número de muestras de suelo. De éstas se obtuvieron 462 aislamientos, de los cuales 28 (6%) mostraron antibiosis y han sido aislados y conservados para estudio posterior. Las encuestas realizadas a todos los colectivos implicados, muestran un elevadísimo índice de satisfacción, como puede verse en la Figura 1, en la que se representan los valores medios de las puntuaciones otorgadas al proyecto por cada uno de los colectivos implicados (profesorado de centros, estudiantes de grado universitarios –switas– y estudiantes en centros escolares).

OTRAS INICIATIVAS NACIDAS DEL PROYECTO

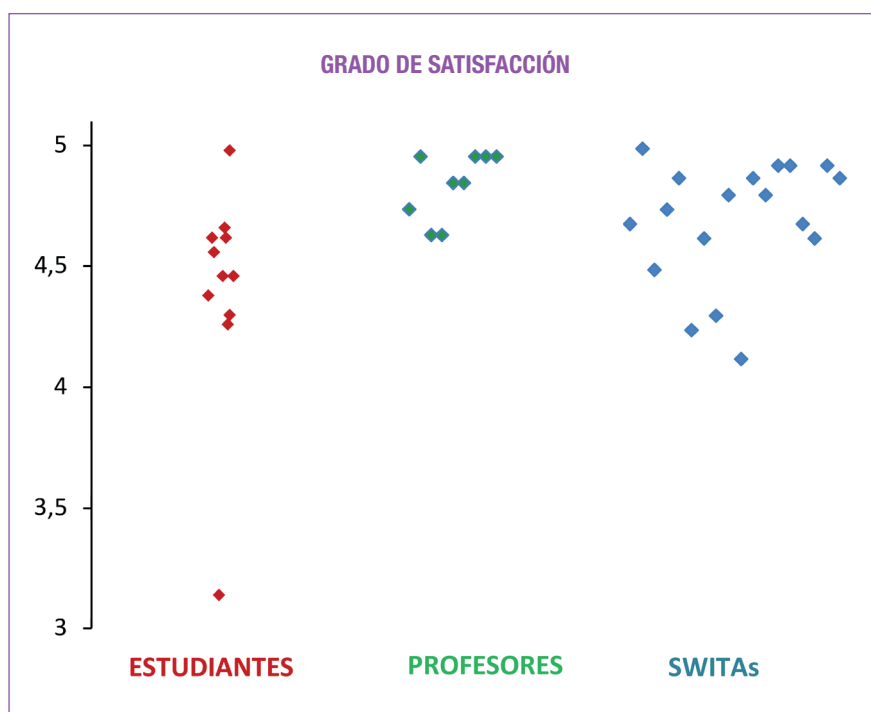
Durante el desarrollo del proyecto hemos puesto en marcha dos actividades paralelas que consideramos de interés. Por una parte, la elaboración de una encuesta que llamamos “explorando el botiquín de casa” que tiene el objetivo de hacer partícipe de la actividad a la familia de los estudiantes, además de concienciar mejor del manejo de los antibió-

ticos en el ámbito doméstico. La encuesta se circuló primero en papel y posteriormente vía *online*, solicitando la máxima difusión de la misma. La elaboración de la versión *online*, así como la recogida de los datos que genera, corresponde a Sofía Ramírez, una de nuestras SWITAs que está realizando su Trabajo Fin de Grado con la aplicación del proyecto MicroMundo en nuestro nodo. Por el momento la encuesta lleva recogidas 150 respuestas y esperamos que al final de su trabajo sean muchas más. Animamos a difundirla también desde aquí (ver enlace en referencias). Por otra parte, Sofía también está realizando la caracterización y el estudio de actividad de los aislamientos que han mostrado actividad antibacteriana contra las cepas *ESKAPE-like*. Los resultados parciales de su trabajo fueron presentados en el XXXVII Congreso Nacional de Estudiantes de Medicina (XV edición internacional) bajo el título: *MicroMundo: a strategy against the challenge of antimicrobial resistance*, con el que obtuvo el premio especial de la cátedra de Enfermedades Infecciosas y VIH/sida a la mejor comunicación sobre enfermedades infecciosas.

Una segunda iniciativa nacida por y para MicroMundo, se ha planteado en este curso académico como proyecto de innovación docente. Consiste en la realización de materiales audiovisuales que muestran los procedimientos a realizar durante el proyecto mediante cinco vídeos interpretados por nuestros SWITAs. Se ha realizado un vídeo por cada una de las sesiones de trabajo que constituyen la fase experimental a desarrollar en los centros educativos. Los vídeos se acompañan de textos de apoyo que aparecen sobreimpresos y que están disponibles en español, inglés y valenciano.

FINANCIACIÓN

En estos dos años de aplicación del proyecto se han obtenido fondos de la Universidad



Resultado de las respuestas a la encuesta de satisfacción por parte de los tres colectivos que intervinieron en el proyecto. El punto más bajo en las respuestas de los estudiantes corresponde a la valoración del peso de su propia aportación para la ciencia

Miguel Hernández, en sendas convocatorias competitivas internas. Los proyectos son los siguientes:

- Implantación del Proyecto SWI-UMH. Convocatoria Innovación docente 2017 (PIEU2017/05). UMH 2017-19. IP: Manuel Sánchez Angulo. Cuantía concedida: 650 €
- Elaboración de tutoriales audiovisuales para apoyo al proyecto MicroMundo. Convocatoria Innovación docente 2019 (PIEU2019/54). UMH 2019-20. IP: M^a Francisca Colom Valiente. Cuantía concedida: 400 €

Confiamos en poder finalizar con los centros programados la actividad que ha que-

dado detenida por la pandemia COVID19, y seguir sumando éxitos a MicroMundo desde Alicante.

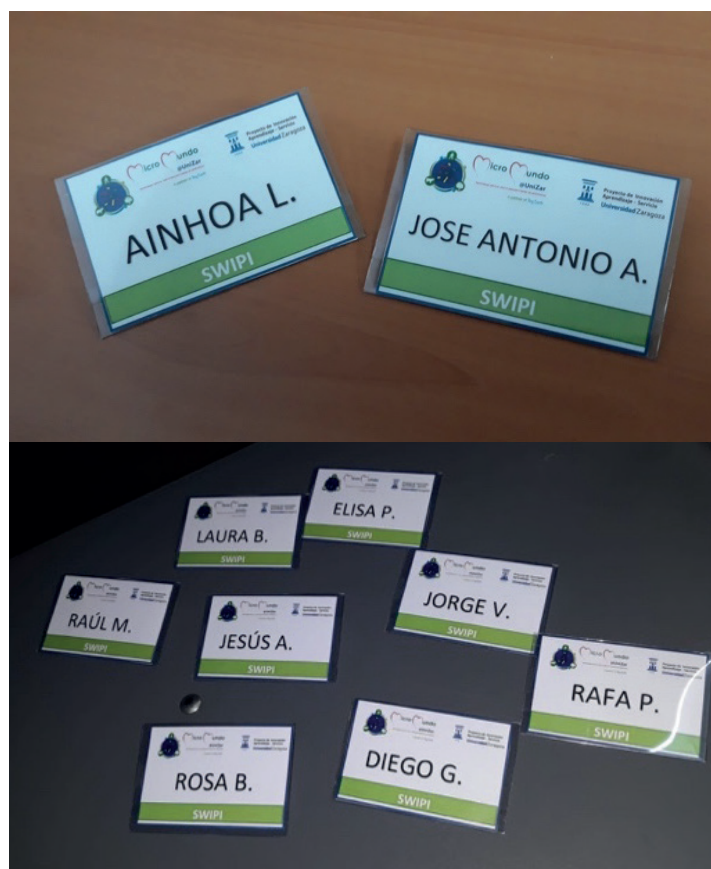
REFERENCIAS

1. **Manuel Sánchez, Marina Torreblanca y Francisca Colom.** Implantación del Proyecto SWI en la UMH. I Simposio de la red SWI@SPAIN. Universidad Complutense. Madrid. 18 de julio de 2018.
2. En busca de nuevos microorganismos productores de antibióticos de hábitats naturales. Guía básica de laboratorio para estudiantes. Documento de trabajo traducido y adaptado parcialmente por el equipo SWI@UCM a partir del material original en inglés (©Simon Hernandez, Tiffany Tsang & Jo Handelsman).
3. Encuesta "explorando el botiquín de casa": <https://survey.sogosurvey.com/r/UgBUme>

La aventura de MicroMundo@UniZar

Ainhoa Lucía y José Antonio Aínsa

*Departamento de Microbiología, Pediatría, Radiología y Salud Pública y BIFI. Universidad de Zaragoza.
Instituto de Investigación Sanitaria de Aragón (IIS-Aragón). Zaragoza. CIBER de Enfermedades Respiratorias (CIBERES).
Instituto de Salud Carlos III. Madrid*



Acreditaciones de los SWIPI.
Hemos pasado de ser dos
el primer año, a diez en la
segunda edición.

La aventura de empezar MicroMundo en Zaragoza empezó un verano... antes de que el coronavirus llegara a nuestras vidas. Antes de que tuviéramos que meternos en casa y alejarnos unos de otros. Antes de que cerraran los centros educativos y confinaran a los estudiantes en sus casas...

Durante el congreso internacional de la FEMS que tuvo lugar en Valencia el verano de 2017, tuve la gran suerte de poder ver a Víctor Jiménez (Nuestro Gran Víctor Jiménez) hablando a una interesada audiencia

de "Small World Initiative". Y hablaba, con una pasión de esas que se transmiten, cuando hablas de algo en lo que realmente crees, algo que te motiva, que te llena, y de lo que disfrutas como un niño. Y de ese modo se contagia una poderosa energía, se transmite esa pasión. A mí me llegó hasta el corazón, me caló... y ese mismo momento decidí que SWI tenía que ponerse en marcha en la Universidad de Zaragoza, desde el Departamento de Microbiología y más concretamente el Grupo Genética de Micobacterias. No podía ser de otra manera,

porque una de las líneas de investigación del grupo es, precisamente, el descubrimiento de antimicrobianos y el estudio de mecanismos de resistencia. Y por lo tanto así fue. Al verano siguiente, pasamos unos días estupendos en Madrid, y fuimos nombrados SWIPIs de manera oficial. Además pudimos conocer a muchas de las personas que están haciendo este proyecto grande por todo el país. Y a la vuelta, sin más dilación, nos pusimos manos a la obra y en el curso 2018-2019, pusimos en marcha MicroMundo@UniZar.



Cajas con el material para cada centro educativo.

Empezamos siendo 2 SWIPIS (José Antonio Aínsa y servidora), 26 SWITAS del grado en Biotecnología y formamos 7 equipos para llegar a 5 centros escolares de Zaragoza, entre los que había centros públicos, concertados y también privados (MicroMundo no excluye a nadie).

Un total de 1490 microorganismos ensayados, de los que 170 parecen tener algún tipo de actividad preliminar... y todo eso condensado en un mes intenso, de idas y venidas, de cajas etiquetadas con los nombres de los centros educativos ocupando los pasillos del departamento, de trayectos a la carrera entre un instituto y otro, de placas malolientes llenando la nevera de la sala de prácticas... En cierto modo, la experiencia fue de locos, pero todo lo compensamos con la cantidad

de risas, de anécdotas, de momentos gratificantes, de prensa, radio y televisión que tuvimos, con la cordial acogida que tuvimos en los institutos, con la emoción de la Jornada de Clausura (a la que vino Víctor y conseguimos atraer a las autoridades locales y regionales), con una intensa y divertida noche de los investigadores... y sobre todo con el tremendo orgullo de haber puesto en marcha MicroMundo por todo lo alto en Zaragoza.

Lejos de quedarse estancado, MicroMundo Unizar no para de crecer. Porque cuando un proyecto es bonito, gratificante y funciona bien, cada vez más gente se quiere involucrar. Este año se han unido a nosotros SWIPIS de los grados en Veterinaria y CTA. Donde éramos 2 SWIPIS ahora somos 10. Donde hubo 26 SWITAS, este año hay 53, para llegar a

11 centros escolares. Esto además nos ha permitido encontrar sinergias con compañeros de otros departamentos, de otras facultades, con los que por cierto el buen rollo es la tónica general (como lo es en toda la red nacional). Y además nos hemos atrevido a llevar MicroMundo fuera de Zaragoza capital, acudiendo a Sabinánigo (provincia de Huesca) con ayuda de las TIC, que están tan de moda, y es que la primera sesión la hemos hecho por teleconferencia. Si el (dichoso) coronavirus nos deja, cuando todo vuelva a la normalidad también iremos a Ejea de los Caballeros (provincia de Zaragoza).

Y así estamos a orillas del Ebro, viendo (actualmente desde casa) con orgullo cómo MicroMundo crece, se hace grande y fuerte... y no tiene pinta de parar ahí...

Ensamblando el puzle genético que regula la producción de antibióticos en *Streptomyces*

Ramón I Santamaría Sánchez, Margarita Díaz Martínez, Ricardo Sánchez de la Nieta Moreno, Carolina Riascos Cuero, Ana M. Martínez-Carrasco, Helena Morante Gómara, Clara Vega Zayas, Javier García Martín



Instituto de Biología Funcional y Genómica. CSIC/USAL. Salamanca



De izquierda a derecha: Ramón I Santamaría Sánchez, Ricardo Sánchez de la Nieta Moreno, Carolina Riascos Cuero, Ana M. Martínez Carrasco, Margarita Díaz Martínez, Helena Morante Gómara, Clara Vega Zayas, Javier García Martín

El grupo de investigación dirigido por los Dres. Ramón I. Santamaría Sánchez y Margarita Díaz Martínez tiene como objeto de estudio las bacterias del suelo del género *Streptomyces*. Estos microorganismos son muy importantes a nivel sanitario por ser los mayores productores de antibióticos conocidos.

En los últimos años nos hemos centrado en estudiar la conexión que hay entre los

estímulos que disparan la producción de antibióticos y los genes responsables de dicha producción en *Streptomyces coelicolor*, y que es mediada por los sistemas de dos componentes (TCS) (Rodríguez *et al.*, 2013). Hemos conseguido describir y caracterizar varios sistemas que regulan positivamente, AbrC (Rico *et al.*, 2014a; Rodríguez *et al.*, 2015) y Aor1 (Antoraz *et al.*, 2017), o negativamente, AbrA (Rico *et al.*, 2014b) y AbrB (Antoraz, 2018) y hemos descrito

un potente activador de la producción de antibióticos, Scr1/Scr2 (Santamaría *et al.*, 2018).

Además, buscamos la aplicación biotecnológica orientada a la producción de nuevos compuestos con actividad antimicrobiana sobreexpresando genes reguladores positivos en diferentes especies de *Streptomyces* (Rico *et al.*, 2014a; Becerril *et al.*, 2018), y generando nuevos hospedadores de produc-

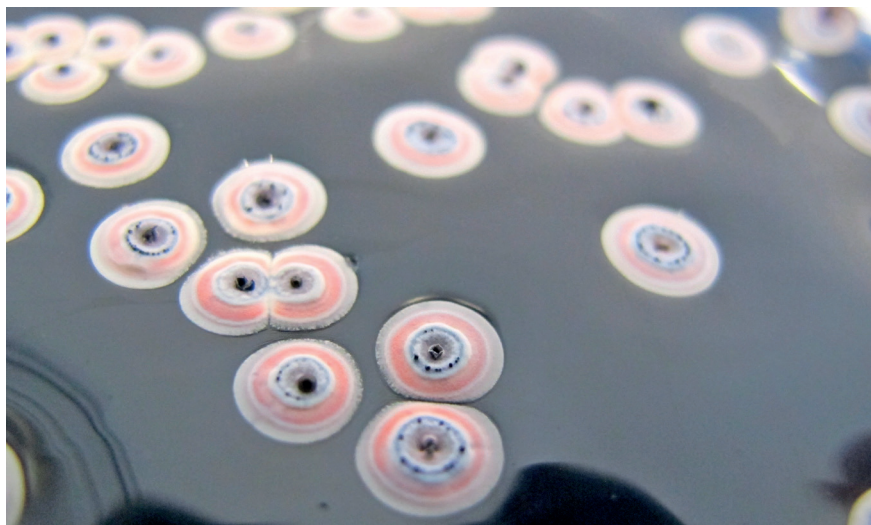
ción heteróloga eliminando los reguladores negativos (Antoraz, 2018).

Adicionalmente, hay que dar a conocer el problema de las resistencias a antibióticos y tratar de conseguir que nuestra juventud se ilusione por la investigación como clave en la resolución de los problemas importantes de este planeta. Por lo tanto, desde el 2017 participamos en el programa MicroMundo-SWI en Salamanca cuya coordinadora es la Dra. Beatriz Santos. Se realiza mediante una estrategia de Aprendizaje-Servicio (ApS) en la que los alumnos universitarios y no universitarios buscan nuevos microorganismos productores de antibióticos a partir del suelo (<https://swiusal.wixsite.com/micromundousal>). Ya hemos llegado a 8 centros y 164 alumnos de secundaria y han participado 23 alumnos de Grado. La iniciativa ha sido reconocida por la Universidad de Salamanca como buena práctica tanto en el eje de docencia como en el de responsabilidad social y se han recogido en el observatorio calidad de la USAL (<https://calidad.usal.es/observatorio-de-buenas-practicas-y-mejora-continua/>), además de presentarse en las I Jornadas de Buenas Prácticas de la USAL (Santos and Díaz, 2019a, 2019b).

BIBLIOGRAFÍA

Antoraz, S. (2018) Mejora genética de cepas de *Streptomyces coelicolor* para la producción de metabolitos secundarios mediante el estudio de su regulación por sistemas de dos componentes. In: University of Salamanca. Spain, p. Doctoral Thesis.

Antoraz, S., Rico, S., Rodríguez, H., Sevillano, L., Alzate, J.F., Santamaría, R.I. et al. (2017) The Orphan Response Regulator Aor1 Is a New Relevant Piece in the Complex Puzzle of *Streptomyces coelicolor* Antibiotic Regulatory Network. *Front Microbiol* 8: 2444. doi: 10.3389/fmicb.2017.02444



Producción de antibióticos por *Streptomyces coelicolor*. En rojo: undecylprodigiosina (RED); en azul: actinorrodina (ACT). Se aprecian las gotas de producción de ACT.

Becerril, A., Álvarez, S., Braña, A.F., Rico, S., Díaz, M., Santamaría, R.I. et al. (2018) Uncovering production of specialized metabolites by *Streptomyces argillaceus*: Activation of cryptic biosynthesis gene clusters using nutritional and genetic approaches. *PLoS One* 13: e0198145. 10.1371/journal.pone.0198145

Rico, S., Santamaría, R.I., Yepes, A., Rodríguez, H., Laing, E., Bucca, G. et al. (2014a) Deciphering the Regulation of *Streptomyces coelicolor* AbrC3, a Positive Response Regulator of Antibiotic Production. *Applied and Environmental Microbiology* 80: 2417-2428. doi: 10.1128/AEM.03378-13

Rico, S., Yepes, A., Rodríguez, H., Santamaría, R.I., Antoraz, S., Krause, E.M. et al. (2014b) Regulation of the AbrA1/A2 two-component system in *Streptomyces coelicolor* and the potential of its deletion strain as a heterologous host for antibiotic production. *PLoS one* 9: e109844. 10.1371/journal.pone.0109844

Rodríguez, H., Rico, S., Díaz, M., and Santamaría, R.I. (2013) Two-component systems in *Streptomyces*: key regulators of antibiotic complex pathways. *Microbial cell factories* 12: 127. doi: 10.1186/1475-2859-12-127

Rodríguez, H., Rico, S., Yepes, A., Franco-Echevarría, E., Antoraz, S., Santamaría, R.I. et al. (2015)

The two kinases, AbrC1 and AbrC2, of the atypical two-component system AbrC are needed to regulate antibiotic production and differentiation in *Streptomyces coelicolor*. *Front Microbiol* 6: 450. doi: 10.3389/fmicb.2015.00450

Santamaría, R.I., Sevillano, L., Martín, J., Genilloud, O., González, I., and Díaz, M. (2018) The XRE-DUF397 Protein Pair, Scr1 and Scr2, Acts as a Strong Positive Regulator of Antibiotic Production in *Streptomyces*. *Front Microbiol* 9: 10.3389/fmicb.2018.02791

Santos, B., and Díaz, M. (2019a) MicroMundo@Salamanca (SWI). Búsqueda de nuevos microorganismos productores de antibióticos mediante una estrategia de ApS. Fomento de la actitud investigadora. In *Buenas Prácticas en Calidad de la Universidad de Salamanca: recopilación de las primeras jornadas*. Salamanca, E.U.d. (ed). Salamanca, pp. 25-26.

Santos, B., and Díaz, M. (2019b) Micromundo@Salamanca (SWI): búsqueda de nuevos microorganismos productores de antibióticos mediante una estrategia de ApS. In *Buenas Prácticas en Calidad de la Universidad de Salamanca: recopilación de las primeras jornadas*. Salamanca, E.U.d. (ed). Salamanca, pp. 53-54.

Pasado, presente y futuro del Proyecto Micromundo en el Campus de Toledo de la UCLM

Rodríguez-Pérez, M¹; Fernández-Pacheco, P²; Gómez, O¹; Martínez-Argudo, I³; Palop, MLI²; Pintado, C¹; Seseña S²



Susana.SPrieto@uclm.es

¹Área de Bioquímica, ²Área de Tecnología de los Alimentos, ³Área de Genética
Facultad de Ciencias Ambientales y Bioquímica, UCLM, Avda de Carlos III s/n 45071-Toledo, España



Figura 1. Miembros del equipo.

La Universidad de Castilla La-Mancha (UCLM) se unió al proyecto internacional Small World Initiative en el curso 2017/18, por iniciativa de dos profesoras de la Facultad de Ciencias Ambientales y Bioquímica de Toledo, las Dras. Llanos Palop y Susana Seseña, que pusieron en marcha el proyecto, de forma modesta y como experiencia piloto, en 3 centros de enseñanza secundaria (CES) de la ciudad de Toledo. En esa ocasión participaron 18 estudiantes de 4º curso del Grado en Bioquímica y 53 alumnos de secundaria.

El curso siguiente, 2018/19, y tras el éxito alcanzado, se planteó un proyecto más ambicioso, para el que se contó con la participación de otras tres profesoras de la Facultad, lo que permitió extenderlo a 5 CES de Toledo capital, participando cerca de 100 estudiantes de 4º curso de ESO y 26 estudiantes de 4º curso del Grado en Bioquímica.

En el curso actual (2019/2020), el equipo que lidera el proyecto, constituido por 7 docentes de la Facultad de Ciencias

Ambientales y Bioquímica (figura 1), obtuvo financiación de la FECYT para un proyecto titulado **MicroMundo@UCLM, la última cruzada: en busca del antibiótico por descubrir** (FCT-18-13055), en el que se plantea, como uno de los principales objetivos, el llegar a centros de diferentes poblaciones de la provincia de Toledo. Para ello, y siendo conscientes de que los estudiantes de la facultad no podrían desplazarse a las diferentes poblaciones, se ha diseñado una estrategia consistente en formar a los profe-



Figura 2. Profesores de los CES participando en las jornadas de formación.

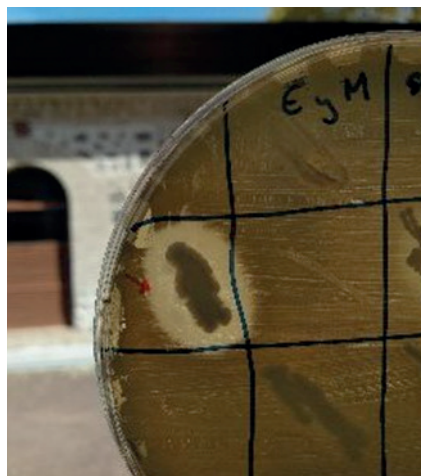


Figura 3. Halo de inhibición.

sores de Biología (o asignaturas afines) de los CES interesados, para que sean ellos los que lideren las sesiones prácticas del proyecto en sus instalaciones, contando con nuestro asesoramiento personal y con el apoyo logístico necesario y facilitándoles todo el material para cada una de las prácticas. Esta nueva modalidad puesta en marcha este curso ha tenido una gran acogida entre los profesores de los CES, especialmente de aquellos más alejados de la ciudad de Toledo, por la imposibilidad de traer a sus estudiantes a las instalaciones de la UCLM por el gasto económico que les supone, lo que nos obligó a efectuar una selección habiéndose admitido un total de 9 CES, el 50% de los solicitantes. Durante el pasado mes de enero se llevaron a cabo dos sesiones formativas, teóricas y prácticas, para los docentes de los CES seleccionados (figura 2). Para el éxito de la puesta en marcha de esta modalidad ha sido fundamental una comunicación fluida entre los profesores responsables de la UCLM y los profesores de secundaria y los resultados obtenidos hasta la fecha ponen de manifiesto que el grado de participación, en lo que al número de estudiantes de secundaria se refiere, y el grado de satisfacción de los participantes es muy alto. Es de destacar que a pesar de la situación de pandemia que estamos sufriendo y que ha alterado todos los planes este curso, en los centros que iban más adelantados, los resultados han sido muy satisfactorios, y se han obtenido numerosas cepas positivas (figura 3), si bien el proyecto ha tenido que suspenderse en algunos centros y no conocemos con exactitud cuántos alumnos podrán llegar a finalizarlo. Este año hemos contado



Figura 4. Estudiantes de 4º de bioquímica participantes en el proyecto este curso 19/20.

con la inestimable ayuda de 35 de nuestros estudiantes del último curso del Grado en Bioquímica (figura 4).

Como broche final a la experiencia de este año, está prevista, si las excepcionales circunstancias lo permiten, la celebración de una Jornada de Clausura en la que podamos ver a través de los ojos de todos los participantes qué ha supuesto para ellos formar parte del proyecto. Para ello, hemos pedido a los alumnos de secundaria que, con el asesoramiento de sus profesores, preparen una pequeña exposición oral o bien una comunicación tipo póster, en la que expongan su andadura en el proyecto o donde plasmen sus sensaciones, y serán presentados en dicha Jornada.

Destacar, además, el gran seguimiento que está teniendo nuestro proyecto en las dos redes sociales que hemos creado asociadas al mismo (Twitter e Instagram: micromundouclmto), gestionadas tanto por los profesores de la UCLM como por nuestros estudiantes de Grado, en las que hemos alcanzado cerca de 100 publicaciones y 500 interacciones.

Agradecimientos

Este curso nuestro proyecto Micromundo@uclm ha podido ser realizado gracias a la financiación de la FECYCT y del Vicerrectorado de Estudiantes y responsabilidad social de la UCLM.

MicroMundo@UCM: Resistiremos contra las resistencias

Julio Álvarez¹, Francisco Amaro², Patricia Arias³, Javier Arroyo⁴, Javier Bezos¹, Pilar Calvo de Pablo², Julia María Coronas Serna⁴, Silvia Díaz del Toro², Rosalía Díez Orejas⁴, José Antonio Escudero¹, Teresa Fernández Acero⁴, Jessica Gil Serna², Marisa Gómez-Lus⁵, Gema González Rubio⁴, Bruno González Zorn¹, Elena Jiménez Gutiérrez⁴, Humberto Martín⁴, María Molina⁴, Federico Navarro⁴, Belén Patiño², Mónica Pavón⁴, Alicia Prieto⁶, Carmina Rodríguez⁴, Isabel Rodríguez Escudero⁴, Belén Sanz Santamaría⁴, Elvira Román⁴, Lucía Sastre⁴, Ángela Sellers⁴, Maribel de Silóniz², Mónica Suárez¹, Elba del Val⁴, María José Valderrama², Marta Valenti⁴, Covadonga Vázquez², Petra Wrent², Víctor J. Cid⁴



¹Dpto. de Sanidad Animal/VISAVET. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Complutense de Madrid. ²Dpto. de Fisiología, Genética y Microbiología.

Facultad de Biología. Universidad Complutense de Madrid. ³Eli-Lilly. ⁴Dpto. de Microbiología y Parasitología. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid.

⁵Dpto. de Medicina. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid. ⁶Centro de Investigaciones Biológicas (CIB-CSIC)

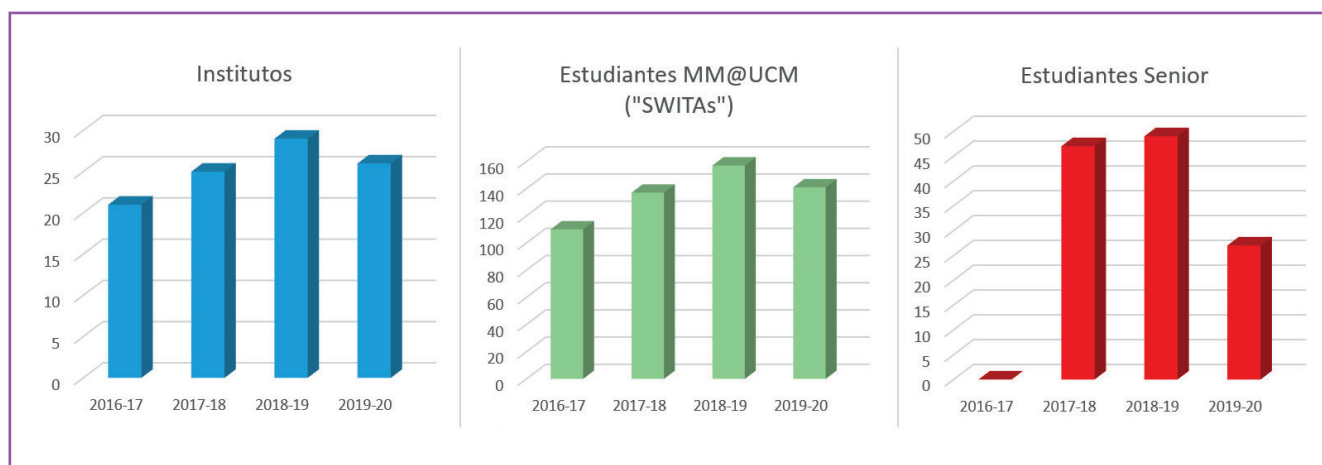


Figura 1. Gráficas mostrando la evolución en número de Institutos (equipos MicroMundo), estudiantes de Grado y Máster implicados y estudiantes voluntarios de cursos anteriores (Senior) en los cursos de implementación del proyecto en la UCM.

Por cuarto año consecutivo el equipo de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) sigue involucrado en la implementación y diseminación de la estrategia internacional que comenzó como *Small World Initiative*, derivó a *Tiny Earth* y hemos readaptado al entorno ibérico desde D+D SEM como MicroMundo. Tras la ilusión de la experiencia pionera y los éxitos cosechados durante los primeros años, sobre todo en forma de premios a nuestros estudiantes en diversos congresos científicos y convocatorias de divulgación, así como a nuestros mecenas (Premio Fundamed de Responsabilidad Social Corporativa a MSD España en 2018), nuestras prioridades han sido innovar y mantener el pulso. Nuestro equipo se ha visto reforzado con jóvenes investigadores, doctorandos

y postdocs de nuestros laboratorios con una motivación especial por la promoción de la cultura científica, así como por nuestra red de centros interesados en desarrollar el proyecto en la comunidad de Madrid que ha crecido hasta 65 colegios e institutos. ¡Lamentablemente no tenemos capacidad de atenderles a todos!

La principal ventaja de nuestro equipo es que es interfacultativo y se nutre de la experiencia de microbiólogos de las facultades de Biología, Veterinaria, Farmacia y Medicina, e integra grupos asociados en el CSIC y en la industria. Para nuestros estudiantes la posibilidad de participar en grupos mixtos refuerza el valor formativo y multidisciplinar del proyecto. A lo largo de los años hemos

alcanzado un óptimo de trabajo desarrollando el proyecto en algo más de 20 centros coordinados cada uno de ellos por otros tantos equipos de investigación, que incluyen un Investigador Principal (SWIPI/TEPI; o dos en el caso de investigadores en formación), al menos un estudiante Senior (voluntarios que habían participado otros años) y entre cuatro y seis estudiantes de Grado o Máster. En la Figura 1 se aprecia nuestro crecimiento a lo largo de los años.

En este escenario y reforzados por nuestros compañeros de la Universidad Autónoma y, próximamente, por el CEU San Pablo, MicroMundo en Madrid se ha consolidado como una estrategia pionera de Aprendizaje-Servicio en Ciencias Experimentales con

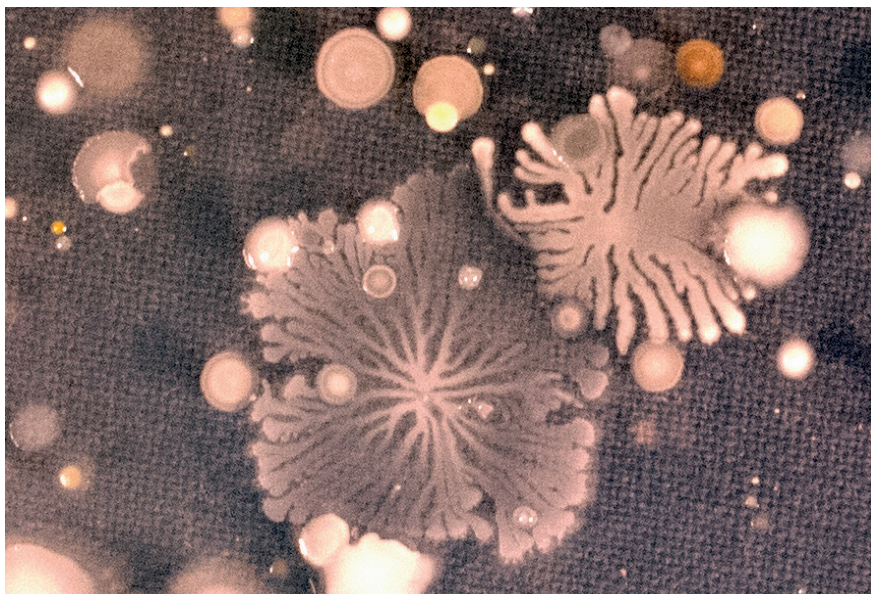
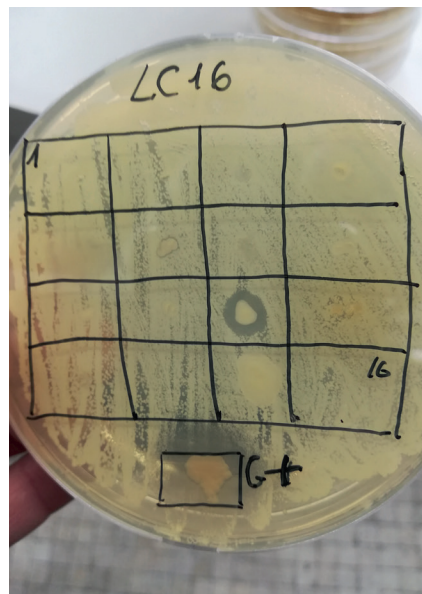


Figura 2. El proyecto permite a los estudiantes apreciar la diversidad microbiana presente en las muestras de suelo elegidas por ellos.



El ansiado "positivo" en el ensayo de antibiosis.

valor en la creación de vocaciones STEM, contando con el aval de proyecto de Aprendizaje Servicio del Ayuntamiento de Madrid y como proyecto de excelencia en la plataforma STEMadrid, de la Consejería de Educación de nuestra Comunidad Autónoma. El valor formativo y motivador del proyecto se manifiesta en el hecho de que muchos alumnos implicados en años anteriores ahora están en nuestros programas de Máster y Doctorado, y muchos alumnos de Institutos que fueron investigadores del proyecto en sus centros están ahora en nuestras aulas universitarias.

MicroMundo va acumulando un capital científico de cientos de aislamientos que conservamos en glicerol en nuestros congeladores, esperando una segunda oportunidad para verificar su actividad antimicrobiana, su identificación y su potencial interés en la búsqueda de nuevos antibióticos, pero para dar este paso en el futuro, que nuestros colegas de *Tiny Earth* en Madison ya están implementando, necesitaremos nuevas colaboraciones.

Lamentablemente, la pandemia de COVID-19 ha dejado incompleto el trabajo de muchos de nuestros equipos en los ins-



Estudiantes de bachillerato del IES Lázaro Cárdenas (Villalba, Madrid) llevando a cabo las diluciones seriadas de su muestra en el marco del proyecto.

titutos madrileños este año, lo que hemos intentado suplir con actividades divulgativas alternativas para nuestros alumnos en coordinación con los centros educativos. Pero también esta situación nos invita a reflexionar sobre lo importante que es la cultura científica y, en particular, microbiológica en nuestra sociedad y nos anima para seguir trabajando en el proyecto con más ahínco en los años sucesivos.

Agradecimientos

El equipo MicroMundo@UCM agradece su apoyo a los programas Innova-Docencia (2016-17) y ApS (2019), la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECyT), el Plan Nacional de Resistencia a Antibióticos (PRAN/AEMPS) y, especialmente a MSD España por su apoyo al proyecto en la Universidad Complutense.

Grupo SWI–Tiny Earth–MicroMundo de Albacete

Piet W.J. de Groot, Pilar Clemente-Casares, Diego A. Moreno

Facultad de Farmacia, Universidad de Castilla-La Mancha. Avda. Dr. José María Sánchez Ibáñez s/n, 02008 Albacete

Piet.DeGroot@uclm.es
Pilar.CCasares@uclm.es
Diego.Moreno@uclm.es



Figura 1. Profesores del Grupo SWI de Albacete y SWITAs con los alumnos del IES de Los Olmos de Albacete.

PROTOCOLOS DE ALBACETE

En el Campus de Albacete de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), comenzamos las actividades del SWI en el curso 2018-2019, y en estos dos años ya hemos llevado a cabo la misma en 6 Institutos de Educación Secundaria, lo que representa el 40 % de los IES públicos de Albacete. Este primer punto lo hemos titulado Protocolos de Albacete por las razones que vamos a ir explicando.

PROTOCOLO de Nagoya en Albacete

Albacete ha sido el primer nodo que ha seguido el Protocolo de Nagoya después de la solicitud pertinente, de acuerdo con la legislación vigente, al Ministerio para la Transición

Ecológica y el Reto Demográfico (autorización ESNC35). El procedimiento es relativamente fácil, consiste en rellenar una solicitud por internet. Tras un par de meses se recibe la autorización. Lo que no tenemos tan claro es como transferir las cepas positivas que hemos aislado a un laboratorio que esté dispuesto a cumplir este Protocolo. De momento las tenemos en el congelador. Cumplir el Protocolo exige tener una trazabilidad de las muestras, desde su toma con indicación de su geolocalización, y una comunicación al Ministerio antes de empezar a trabajar con las mismas.

PROTOCOLO de Albacete para mejorar la eficiencia de la actividad

Nos ha preocupado desde el principio el escaso número de parejas de alumnos que

obtenían halos de inhibición positivos en sus ensayos de antibiosis ESKAPE-like. Por eso analizamos con detalle el protocolo original de la Universidad de Yale, y encontramos espacios de mejora para que todas las parejas o la mayoría tuviesen positivos. Modificamos los medios de cultivo, tiempos y temperatura de los mismos para orientarlos a la búsqueda de actinomicetos. Con el protocolo de Yale la búsqueda se centra en bacterias, no actinomicetos. Sin embargo, son los actinomicetos el principal grupo de bacterias productoras de antibióticos. Como consecuencia de ello los resultados fueron fantásticos, incrementándose considerablemente el número de parejas que tienen resultados positivos. Nuestra metodología y sus resultados los hemos publicado en la revista *FEMS Microbiology Letters*.

PROTOCOLO de Albacete para mejorar la extracción de DNA de los actinomicetos

Una vez concluida la primera parte de la actividad por parte de los alumnos, los profesores implicados purificaron las cepas, comprobaron de nuevo la capacidad de producir sustancias con efecto antimicrobiano y finalmente se identificaron. Para ello primero tuvimos que mejorar el sistema de extracción de DNA en actinomicetos, que es algo más complicado que el de otras bacterias. Sus paredes especiales nos llevaron a diseñar un procedimiento novedoso para dicha extracción. Después de identificadas mediante secuenciación y eliminados los duplicados hemos conservado las positivas en el congelador a -80 °C.

PROTOCOLO de Albacete para mejorar el aislamiento de microorganismos con actividad frente a Gram-negativas

Hasta ahora hemos observado que las cepas aisladas son productoras de sustancias que producen halos de inhibición frente a bacterias Gram-positivas de ESKAPE-like y esto se debe a una selección al azar de las posibles cepas productoras, **PERO LA SERENDIPIA SE VA A ACABAR**. Hemos desarrollado un protocolo donde antes del ensayo de antibiosis elegimos ya las cepas que tienen actividad frente a bacterias Gram-negativas y también frente a bacterias Gram-positivas. Este procedimiento pionero lo ensayaremos el próximo curso académico y daremos a conocer sus resultados el próximo año.

ELECCIÓN DE LOS IES Y FINANCIACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Éramos conocedores por la actividad previa en otros nodos que estos dos aspectos pueden suponer un hándicap para el desarrollo adecuado de la misma. Por ello desde el principio pensamos en cómo resolverlo. Así que lo que planteamos fue que los IES los eligiera la Delegación Provincial de Educación, Cultura y Deportes en Albacete, y así fue el pasado curso. El presente se creó la Comisión Provincial de Actividades de Aprendizaje-Servicio, Investigación

e Innovación, que elige los centros entre los IES que solicitan realizan actividades de aprendizaje-servicio. Tampoco ignorábamos el quebradecero de cabeza que tenían todos los nodos para la financiación de la actividad. En Albacete hicimos una estimación de los costes, 30 euros/por pareja de alumnos, y antes de arrancar la actividad se lo planteamos a cada centro junto con un pliego de condiciones de participación en la misma que hemos preparado ad-hoc. Dos problemas menos.

RECONOCIMIENTOS PARA LOS PARTICIPANTES

Los alumnos de los IES reciben un diploma acreditativo de haber realizado la actividad como investigadores. Los profesores tutores reciben además del diploma acreditativo 1 crédito ECTS curricular. Los SWITAS, alumnos del Grado en Medicina y del Grado en Farmacia, además del diploma acreditativo reciben 1 crédito ECTS de libre configuración. Los profesores participantes, este curso hemos recibido a través de la Unidad de Cultura Científica de la UCLM el reconocimiento de participación en actividades de divulgación, que puede ser considerado en el nuevo sexenio de transferencia.

ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN

Como hemos comentado antes, hemos publicado un artículo en *FEMS Microbiology Letters* (de Groot et al., 2019) con el resumen de los nuevos protocolos de búsqueda de actinomicetos y de extracción del DNA de los mismos. También hemos presentado la actividad en dos congresos nacionales (Sabariego et al., 2019; Clemente-Casares et al., 2019). Además la actividad ha sido seguida en Albacete por la prensa local (Martínez-Blanco, 2019) y también los alumnos han movido las redes sociales, muy importante para la divulgación del uso prudente de los antibióticos. Finalmente, el pasado curso, organizamos un acto en el Salón de Actos del Edificio Polivalente del Campus de Albacete de la UCLM, con más de doscientos asistentes, sobre el uso prudente de antibióticos y la actividad SWI en Albacete, acto que recogió la prensa local y una Nota de Prensa de la UCLM.

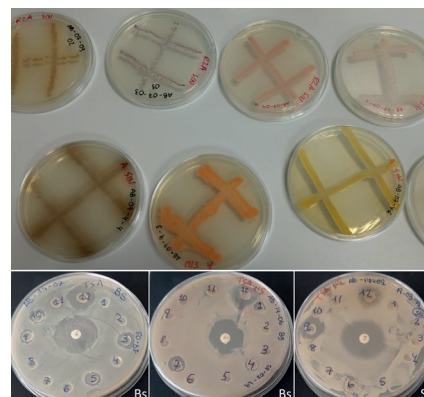


Figura 2. Arriba, placas Petri con colonias purificadas en forma de H en un medio de cultivo optimizado para el crecimiento de actinobacterias; pueden observarse las diversas tonalidades del micelio sustrato. Abajo, tres placas del experimento de antibiosis en el IES de Los Olmos (Albacete). Dos son con *Bacillus subtilis* (Bs) y la otra con *Staphylococcus epidermidis* (Se). En el centro de cada placa y en la posición 12 hay controles con cloranfenicol. En el centro hemos usado un disco comercial de cloranfenicol y en la posición 12 un disco de agar preparado con cloranfenicol.

REFERENCIAS

- De Groot PWJ, Fernández-Pereira J, Sabariego R, Clemente-Casares P, Parra-Martínez J, Cid VJ, Moreno DA (2019). Optimizing Small World Initiative service-learning by focusing on antibiotics-producing actinomycetes from soil. *FEMS Microbiol Lett* 366:fnaa019
- Sabariego R, Clemente-Casares P, Fernández-Pereira J, de Groot PWJ, Moreno DA (2019). Desarrollo del programa SWI (*Small World Initiative*) para el uso prudente de antibióticos en Albacete en el curso 2018-2019. En: *Experiencias de Innovación Docente en Enseñanza Superior de Castilla-La Mancha 2019*, III Jornada de Innovación Docente, Toledo, 25 de junio de 2019. Editores: López Solera M, Sanz Redondo AM, Pérez de los Reyes C. Ediciones de la UCLM, Colección Jornadas y Congresos nº 21, pág. 83-84. <https://ruidera.uclm.es/xmlui/handle/10578/21078>
- Clemente-Casares P, Sabariego R, Fernández-Pereira J, de Groot PWJ, Moreno DA (2019). Adaptación del protocolo *SWI-Spain* para aumentar el aislamiento de bacterias productoras de antibióticos frente a las bacterias like-ESKAPE multirresistentes. XXVII Congreso Nacional de Microbiología SEM, Málaga, 2-5 de julio de 2019.
- Martínez Blanco M (2019). En busca del antibiótico perdido. *La Tribuna de Albacete*, domingo, 24 de febrero de 2019, pág. 12-13.
- NOTA DE PRENSA de la UCLM (2019). La UCLM se suma a la iniciativa SWI, de sensibilización sobre el incremento de las resistencias a los antibióticos. Gabinete de Comunicación UCLM. Albacete, 25 de abril de 2019, <https://www.uclm.es/es/noticias/noticias2019/abril/albacete/swi>

Grupo Docente 42 de Microbiología: La importancia de los microorganismos

Teresa García Martínez*. Juan Carlos García Mauricio. Carmen Millán Pérez. Pilar Ruiz Martínez. Fernando Calero Dueñas. Jaime Moreno García. Juan Antonio Porras Agüera. María del Carmen González Jiménez. Andrés Bermúdez Luque. Francisco José Martín García. Irene Sánchez León. Juan Jesús Román Camacho



Departamento de Microbiología. Universidad de Córdoba



De izquierda a derecha arriba: Teresa García Martínez. Juan Carlos García Mauricio. Carmen Millán Pérez. Pilar Ruiz Martínez. Fernando Calero Doña. Jaime Moreno García. Abajo: Juan Antonio Porras Agüera. María del Carmen González Jiménez. Andrés Bermúdez Luque. Francisco José Martín García. Irene Sánchez León. Juan Jesús Román Camacho.

El Grupo Docente (GD) 42 del Departamento de Microbiología de la Universidad de Córdoba (UCO) se constituyó en el año 2007/08 bajo la dirección del profesor Juan Carlos García Mauricio con el objetivo principal de estimular la participación del alumnado en el aula para mejorar el rendimiento académico.

Durante los primeros siete años de creación del GD se concedieron 9 proyectos, solicitados al Vicerrectorado de Posgrado e Innovación Docente de la UCO, cuyos títulos fueron: "Elaboración de material didáctico audiovisual como herramienta de aprendizaje en el modelo del EEES para alumnado y profesorado de Microbiología". "Implemen-

tación de actividades académicas dirigidas no presenciales de asignaturas del Área Microbiología en el aula virtual de la UCO". "Desarrollo de un método para la evaluación/autoevaluación del grado de formación en asignaturas de Biología y titulaciones afines". "Implantación de un método para la evaluación/autoevaluación del grado de formación de los estudiantes en asignaturas de biología, ciencias ambientales, bioquímica, agronomía e ingeniería de montes". "Evaluación de la calidad de los recursos didácticos de asignaturas del área de Microbiología en el marco del EEES". "Elaboración e implantación de un método para la evaluación/autoevaluación del grado de formación en asignaturas

de Biología, Ciencias Ambientales, Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Bioquímica, Agronomía e Ingeniería de Forestal. "Talleres de trabajo como herramienta didáctica para alcanzar distintas competencias en los estudiantes universitarios". "Sistema de mandos interactivos y actividades transversales como herramientas de seguimiento y evaluación en el nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje en los grados de la Facultad de Ciencias".

A medida que avanzamos en esta nueva andadura docente y con la nueva dirección del GD por la profesora Teresa García Martínez en el curso 2014/15 hasta la actualidad se ha disfrutado de 7 proyectos docentes

cuyos títulos se indican: “Elaboración de cerveza artesana por estudiantes como técnica didáctica para adquirir competencias”, “Sistema de mandos interactivos y actividades transversales como herramientas de seguimiento y evaluación en el nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje en los grados de la Facultad de Ciencias”. “Diseño de una planta de elaboración de productos derivados de la uva por estudiantes de grado. Una propuesta de aprendizaje basada en proyectos”. “Empleo de la plataforma Moodle para el desarrollo de lecciones sobre reactores químicos y biológicos”. “Desarrollo de lecciones a través de la plataforma Moodle previas al desarrollo de sesiones prácticas de laboratorio de Microbiología y Biotecnología”. “Utilización de una aplicación en línea gratuita como herramienta de aprendizaje y de evaluación en el aula universitaria”. “Píldoras formativas realizadas por estudiantes universitarios para motivar su implicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje”.

Desde la creación de este GD y con el ingreso cada año de nuevos estudiantes durante distintas promociones se pretende eliminar o minimizar, en la medida de lo posible, la idea peyorativa que se tiene de los microorganismos entre los estudiantes universitarios y que éstos nos ayuden a transmitir el aspecto beneficioso de los microorganismos ante la sociedad, puesto que solo unos pocos son causantes de enfermedades. Queremos destacar la importancia tanto de la Microbiología Básica donde los microorganismos se utilizan como modelos para la investigación como de la Microbiología Aplicada donde los microorganismos a gran escala son agentes indispensables en el ámbito de la salud, de la agroalimentación y de la biotecnología a través de procesos fermentativos industriales y biotecnológicos, porque sin ellos no habría antibióticos, vacunas, yogures, quesos, cerveza, vino, ... por señalar algunos ejemplos de

los muchos existentes. También, ponemos en relieve la importancia de su ubicuidad, de su participación en los ciclos biogeoquímicos, de la higienización, pasteurización y esterilización, y del reciclaje tan esencial para la sostenibilidad del planeta a través de las clases prácticas de laboratorio.

La mayoría de los integrantes del grupo docente investiga con microorganismos no patógenos, útiles desde el punto de vista agroalimentario con carácter biotecnológico, cuya aplicación reside en fermentaciones alcohólicas, fundamentalmente, para la elaboración de vino dulce, cava, bioetanol, por lo que queremos que los estudiantes universitarios y que la sociedad tome conciencia a través de la difusión científica y divulgación de la imagen positiva de estos diminutos e importantes seres vivos. Por ello, participamos en el Paseo por la Ciencia desde hace años.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Nuestro GD pretende crear un portal de conocimiento *online* para incorporar los recursos, herramientas y contenidos digitales que se van elaborando a través de los proyectos docentes necesarios para el desafío de ser docentes hoy como uso de aplicaciones con móviles para el seguimiento del aprendizaje, pósteres, seminarios, debates, chats, cuestionarios *online*, píldoras de vídeos, redes sociales. Inclusión de contenidos teóricos y prácticos útiles para los docentes y estudiantes que estén permanentemente actualizados en constante ampliación y renovación continua. También, colaboramos con otros profesores como con Rafael Pérez Vicente (GD 028) e Inés Santos Dueñas (GD 076) que imparten en otras materias que son complementarias a la Microbiología.

Consideramos de gran interés los congresos orientados a la formación docente universitaria, por lo que hemos participado en la I Reunión de Docencia y Difusión de la Microbiología, II Reunión de Docencia y Difusión de la Microbiología, I Seminario Iberoamericano de Innovación Docente de la Universidad Pablo de Olavide, IV Reunión Nacional de Docencia y Difusión de la Microbiología. Microbiología y sociedad: retos. V Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química. Desde 2012 hasta la actualidad, hemos participado con la presentación de 10 comunicaciones orales y pósteres.

PUBLICACIONES DOCENTES MÁS RECIENTES

Aplicación de cuestionarios online sobre el rendimiento académico. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*.

El autovisionado como herramienta para mejorar la competencia comunicación oral. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*.

Acquisition of competitions by means of pedagogic workshops in the process education - learning inside the European Higher Education Area. *International Journal of Educational Research and Innovation*.

Interactivity, participation and evaluation on-site class of the university lecture using interactive controls. *International Journal of Educational Research and Innovation*.

Reinforcement of practical teachings by craft brewing by students of biology and biochemistry grades. *International Journal of Educational Research and Innovation*.

Agradecimientos

A todos los Proyectos de Innovación Docente concedidos por el **Vicerrectorado de Posgrado e Innovación Docente de la UCO** y concretamente al actual **Ref. 2019-1-2008-Píldoras formativas realizadas por estudiantes universitarios para motivar su implicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje**.

Cuando “MicroMundo” llegó a la Universidad de León: MicroMundo@ULE

J. M. Rodríguez-Calleja¹, J. A. Santos¹, J.J. Rubio², A. Alegría¹, R. Cobos², E. A. Alexa¹, Y. Martínez³

¹Departamento de Higiene y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad de León.

²Departamento de Biología Molecular, Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad de León.

³Departamento de Biología Celular y Molecular, Universidad de Uppsala (Suecia).

 micromundo.ule@gmail.com
jm.rcallega@unileon.es
@SWiLeon



Instructores/as MicroMundo en la Universidad de León, curso 2019-20.

ORIGEN

El nodo MicroMundo de la Universidad de León (ULE) nació después de las jornadas de formación en el verano de 2018 en la Universidad Complutense de Madrid, en las que el *alma mater* de la acción “ibérica” MicroMundo, D. Victor J. Cid, nos inoculó a muchos el entusiasmo por esta iniciativa que ha ido progresivamente creciendo.

En León, esta experiencia surgió dentro de las inquietudes propias del Grupo de Innovación Docente (GID016) de la Universidad de León (ULE) denominado iHICASA aunque actualmente engloba más grupos.

De una forma muy breve se puede decir que el proyecto MicroMundo constituye una forma de aprendizaje activo y colaborativo entre estudiantes de diferentes niveles a través del reto mundial de la crisis antibiótica, sumergiendo a sus participantes (estudiantes pre-universitarios y universitarios, profesores e investigadores, y a la sociedad en general) en una experiencia real encaminada a la búsqueda de nuevos antibióticos eficaces y al uso racional de los existentes.

DESARROLLO

En el curso académico 2018-19, los profesores del Departamento de Higiene y Tecnología de los Alimentos de la Facultad de Veterinaria, Jesús A. Santos y Jose M. Rodríguez-Calleja (coordinador), pusieron en marcha la experiencia MicroMundo@ULE llevándola a dos institutos públicos de la ciudad de León. La repercusión académica fue la siguiente:

- 14 estudiantes universitarios, asistentes de formación: asignaturas de Microbiología de los Alimentos, Biotecnología Alimentaria, Técnicas Avanzadas de Análisis Microbiológico de los Alimentos, en las titulaciones del Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos y Máster en Investigación en Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos, de la Facultad de Veterinaria.
- 63 estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), 3^{er} y 4^o curso.
- Dos Institutos de Educación Secundaria de León: IES Claudio Sánchez Albornoz y IES Ordoño II.
- Dos profesores universitarios instructores de la Facultad de Veterinaria.

En el presente curso académico 2019-20, el proyecto MicroMundo en la ULE ha crecido tanto en número como en amplitud de contenidos formativos. De este modo, la experiencia se desarrolló en seis institutos de la capital leonesa, con el siguiente impacto académico:

- 25 estudiantes universitarios, asistentes de formación: asignaturas de Microbiología de los Alimentos, Biotecnología Alimentaria, Técnicas Avanzadas de Análisis Microbiológico de los Alimentos, Microbiología Aplicada e Industrial, Biología y Microbiología General, en titulaciones de Grado y Máster, de la Facultad de Veterinaria (“Ciencia y Tecnología de los Alimentos” y “Máster en Investigación en Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos”), de la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales (“Biología” y “Biotecnología”), y de la Escuela de Ingeniería Agraria y Forestal (“Ingeniería Agraria”).
- 184 estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), 3^{er} y 4^o curso, y de 1^o de Bachillerato.

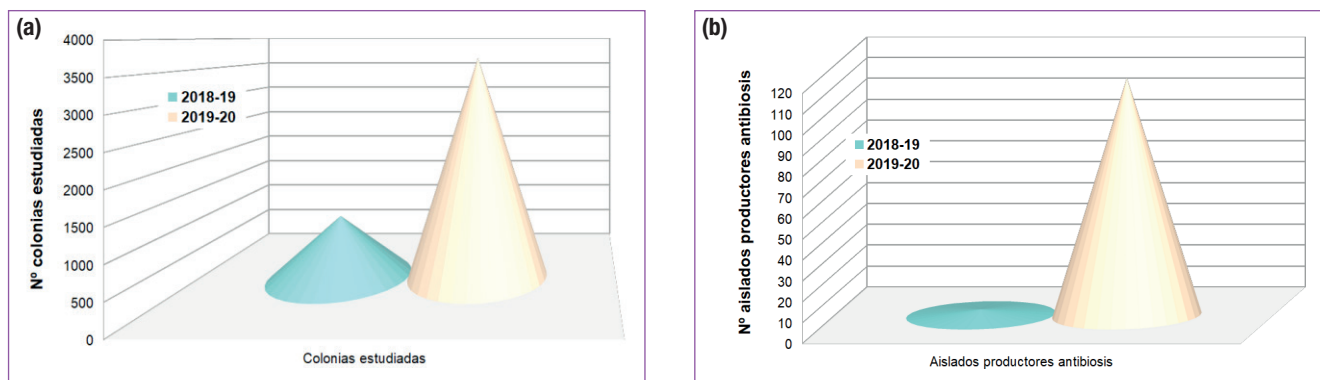


Figura 1. (a) número total de colonias bacterianas objeto de prueba de antibiosis frente a diferentes bacterias testigos; (b) número de aislamientos bacterianos que mostraron algún efecto inhibitor frente a bacterias testigos. Resultados presentados por cursos académicos.

- Seis Institutos/Colegios de Educación Secundaria de León (8 cursos): IES Claudio Sánchez Albornoz, IES Ordoño II, IES Lancia, Colegio Leonés, Colegio Sagrado Corazón Jesuitas, Colegio La Asunción.
- Siete profesores/investigadores universitarios instructores de la Facultad de Veterinaria y la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales de la ULe.

RESULTADOS

La declaración del estado de alarma en el país por la epidemia de SARS-CoV-2 ha afectado, como no podría ser de otro modo, el desarrollo de la acción MicroMundo en la Universidad de León. La actividad se ha completado normalmente en cinco de los seis institutos, mientras que en el sexto las dos últimas sesiones se llevaron a cabo no presencialmente mediante el apoyo de videos y material adicional. Por las mismas circunstancias, no se ha celebrado la jornada final prevista para ser desarrollada en la Universidad, uniendo a todas las partes implicadas: profesores/investigadores, estudiantes de ambos niveles, y resto de la comunidad interesada en la problemática derivada de la crisis antibiótica.

Los resultados experimentales obtenidos durante estos dos años se presentan en la Figura 1. Los aislados bacterianos que mostraron algún tipo de efecto inhibitor frente a bacterias testigos (2,5%) fueron reaislados para su crioconservación. Estos aislados están siendo identificados y caracterizados.

Otros resultados fueron extraídos de las encuestas realizadas a los alumnos univer-

sitarios, pre-universitarios, y familias. Las conclusiones más destacadas fueron:

- Alta valoración (>70% de participantes) de las competencias específicas puestas en valor durante los estudios universitarios actuales.
- Excelente satisfacción de los estudiantes universitarios, al tomar el protagonismo de su aprendizaje mediante la formación/tutorización de otros estudiantes.
- Deficiente y desigual conocimiento general de la utilización de los antibióticos entre el estudiantado pre-universitario. Mejoró después de la participación en el proyecto (>90% respuestas correctas).
- Aumento de la motivación por los estudios actuales de los estudiantes de ESO y, probablemente, por las titulaciones universitarias de ciencias.
- En las familias, desconocimiento parcial, aunque desigual, del uso racional de los antibióticos. Es necesaria la divulgación del problema y de buenas prácticas de uso.

BENEFICIOS DEL PROYECTO MicroMundo@ULE

Con gran esfuerzo de síntesis, se pueden integrar en los siguientes:

- Más allá de la formación en competencias específicas sobre técnicas y trabajo en laboratorio de microbiología, los estudiantes universitarios potencian considerablemente muchas habilidades y destrezas transversales al integrar herramientas del aprendizaje activo, la

comunicación y divulgación en público, el trabajo en equipo, las capacidades organizativas y de liderazgo, y la acción social.

- Acercamiento de las actividades académicas a las familias haciéndolas partícipes de un problema real, utilizando para ello a sus hijos e hijas, estudiantes pre-universitarios y universitarios, y a las propias familias para llegar al resto de la sociedad.
- Contribuye a que la Universidad Pública preste un servicio adicional a la comunidad, mediante la divulgación y la concienciación de un problema mundial de salud pública y la conexión de dos etapas educativas.

RETOS FUTUROS

- “Institucionalizar” la acción MicroMundo en la Universidad de León mediante un apoyo regular entorno a una estrategia dirigida a potenciar sistemáticamente actividades basadas en Aprendizaje Servicio.
- Generalizar la experiencia a otros grupos de estudiantes de titulaciones científicas en diversos centros de la ULe.
- Incrementar la integración del proyecto en las actividades académicas propuestas en las guías docentes de asignaturas.

Agradecimientos

A la Universidad de León, a través del programa PAGID 2018 y del Área de Relaciones Institucionales, a la red MicroMundo@Spain por su constante retroalimentación, y al estudiantado y profesorado de institutos/colegios.

CAMPYSALMO: del laboratorio a las aulas

Dra. Clara Marín, Dr. Santiago Vega, Dr. Pablo Catalá, Dr. Jaume Jordá, Dra. Milagros Mateo, Dra. Sandra Sevilla, Bárbara Martín, Laura Montoro y Laura Lorenzo.



Instituto de Ciencias Biomédicas. Departamento de Producción Animal, Sanidad Animal y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria, Universidad CEU-Cardenal Herrera. Valencia, Spain



De izquierda a derecha: Dr. Jaume Jordá, Dra. Milagros Mateo, Dr. Pablo Catalá, Dra. Clara Marín y Dr. Santiago Vega

El grupo de investigación “Mejora de la Seguridad Alimentaria en el Sistema Productivo y en sus Productos Derivados: de la granja al tenedor” (CAMPYSALMO) de la Universidad Cardenal Herrera CEU está formado por la Dra. Clara Marín (IP del grupo), el Dr. Santiago Vega, el Dr. Pablo Catalá, el Dr. Jaume Jordá, la Dra. Milagros Mateo, la Dra. Sandra Sevilla y las estudiantes predoctorales Bárbara Martín, Laura Montoro y Laura Lorenzo. Desde 2010, el grupo de investigación ha estudiado la epidemiología y control de las principales bacterias zoonóticas a nivel europeo, *Salmonella* y *Campylobacter*, desde el punto de vista “One Health”, especialmente en el sector avícola,

porcino y silvestre (<https://www.uchceu.es/grupos-lineas-investigacion/mejora-de-la-seguridad-alimentaria-en-el-sistema-productivo-y-en-sus-productos-derivados-de-la-granja-al-tenedor-campysalmo>).

Desde nuestros inicios, en CAMPYSALMO hemos trabajado en estrecha colaboración con el **sector avícola** español en general, y de la Comunidad Valenciana en particular. Durante este tiempo, hemos llevado a cabo estudios de referencia en el sector, cuyos resultados pusieron de relieve no solo el comportamiento de *Salmonella* a nivel de campo bajo nuestras condiciones de producción, sino también la epidemiología de

Campylobacter a lo largo de toda la cadena de producción y su posible transmisión vertical (Marín et al., 2009; Ingesa-Capaccioni et al., 2016; Sevilla-Navarro et al., 2020a). Además, al problema de la supervivencia de *Salmonella* y *Campylobacter* en el sector avícola, se suma una importante amenaza en salud pública, como es la adquisición de resistencias a los antibióticos, que ha llevado a importantes restricciones al uso de antibióticos en la producción avícola y a la búsqueda de nuevas alternativas a su empleo para el control de la bacteria a nivel de campo. Ante esta situación, nuestro grupo lleva 5 años estudiando la aplicación de bacteriófagos a nivel de campo, dentro de un proyecto

Europeo (H2020) y obteniendo resultados prometedores como herramienta alternativa al uso de antibióticos (Sevilla-Navarro et al., 2018;2020b). De la misma manera, hemos estudiado y analizado el impacto del bienestar animal sobre la microbiota intestinal del ave, así como sobre la adquisición y pérdida de multiresistencias a antibióticos, para lo cual se han utilizado herramientas de secuenciación genómica de última generación (Montoro-Dasi et al., 2020). Para poder llevar todo esto a cabo, hemos firmado numerosos convenios con empresas privadas del sector avícola, y también participado en proyectos con financiación pública autonómicos, nacionales y europeos, destacando el Proyecto Europeo dentro del Horizonte 2020 N° 820523 “A cost-effective solution for controlling *Salmonella* and *Escherichia coli* in poultry production” (H2020-EIC-FTI-2018-2020).

Durante estos diez años, en el grupo de investigación también hemos ido de la mano con el **sector porcino**, ya que en este sector destaca la ausencia de un plan nacional de control de *Salmonella*. Por ello, hemos puesto la mirada en la epidemiología de la bacteria a nivel de producción primaria y matadero, destacando la necesidad de la implementación de programas de control y medidas de bioseguridad en granja que logren la reducción de *Salmonella* en los productos derivados del sector porcino (Marin et al., 2020). Además, nuestros estudios han llegado más allá de la cadena de producción porcina, observándose que el empleo de carne de cerdo para la alimentación de **buitres** estaba dando lugar a la transmisión de *Salmonella* y otras bacterias, resistentes a antibióticos, convirtiéndolos en diseminadores (Marin et al., 2018a; Sevilla

et al., 2020). Ante este resultado decidimos acercarnos más a los núcleos urbanos y estudiar la posible adquisición y transmisión de *Salmonella* resistente a antibióticos de las **aves ligadas a la actividad humana** e incluso en los **reptiles**, que están adquiriendo un papel muy importante dentro de las familias como mascotas (Marin et al., 2018b). Por ello, todos nuestros estudios siempre se llevan a cabo bajo la premisa “One Health”, donde los recursos de la salud veterinaria, ambiental y humana actúen como un todo, ya que lo que afecte a los animales puede acabar afectándonos a todos.

Sin embargo, el mayor logro de CAM-PYSALMO ha sido integrar nuestra labor docente con la investigación, ya que durante estos 10 años hemos llevado la ciencia y la divulgación a las aulas, a través de la formación de numerosos internos, que hoy trabajan dentro del sector avícola y la seguridad alimentaria de nuestro país. Además, hemos tutorizado más de 30 comunicaciones a congresos de estudiantes, en los que los alumnos defendían su papel investigador, exponiendo la labor desarrollada dentro del grupo. De esta forma nuestro grupo siempre se ha caracterizado por el contacto cercano con la empresa privada y la formación de jóvenes profesionales, el control de los microorganismos de importancia en salud pública y su relación con el sector primario.

REFERENCIAS

Ingesa-Capaccioni S, Jiménez-Trigos E, Marco-Jiménez F, Catalá P, Vega S, Marin C. (2016). *Campylobacter* epidemiology from breeders to their progeny in Eastern Spain. Poult Sci 95: 676–83.

Marin C, Chinillac MC, Cerdà-Cuellar M, Montoro-Dasi L, Sevilla-Navarro S, Ayats T, Marco-Jiménez F, Vega S. (2020). Contamination of pig carcass with *Salmonella enterica* serovar Typhimurium monophasic variant 1,4,[5],12:i:- originates mainly in live animals. Sci Total Environ 703: 134609.

Marin C, Hernandez A, Lainez M. (2009). Biofilm development capacity of *Salmonella* strains isolated in poultry risk factors and their resistance against disinfectants. Poult Sci 88: 424–31.

Marin C, Martelli F, Rabie A, Davies R. (2018b). Commercial Frozen Mice Used by Owners to Feed Reptiles are Highly Externally Contaminated with *Salmonella* Enteritidis PT8. Vector-Borne Zoonotic Dis 18: 453–7.

Marin C, Torres C, Marco-Jiménez F, Cerdà-Cuellar M, Sevilla S, Ayats T, Vega S. (2018a). Supplementary feeding stations for conservation of vultures could be an important source of monophasic *Salmonella* typhimurium 1,4,[5],12:i:-. Sci Total Environ 636: 449–55.

Montoro-Dasi L, Villagra A, Sevilla-Navarro S, Pérez-Gracia MT, Vega S, Marin C. (2020). The dynamic of antibiotic resistance in commensal *Escherichia coli* throughout the growing period in broiler chickens: fast-growing vs. slow-growing breeds. Poult Sci 99: 1591–7.

Sevilla E, Marin C, Delgado-Blas JF, González-Zorn B, Vega S, Kuijper E, Bolea R, Mainar-Jaime RC. (2020). Wild griffon vultures (*Gyps fulvus*) fed at supplementary feeding stations: Potential carriers of pig pathogens and pig-derived antimicrobial resistance? Transbound Emerg Dis : 1–11.

Sevilla-Navarro S, Catalá-Gregori P, García C, Cortés V, Marin C. (2020b). *Salmonella* Infantis and *Salmonella* Enteritidis specific bacteriophages isolated from poultry faeces as a complementary tool for cleaning and disinfection against *Salmonella*. Comp Immunol Microbiol Infect Dis 68: 0–5.

Sevilla-Navarro S, Marin C, Cortés V, García C, Catalá-Gregori P. (2020a). *Campylobacter* prevalence and risk factors associated with exceeding allowable limits in poultry slaughterhouses in Spain. Vet. Rec. 186: 415.

Sevilla-Navarro S, Marin C, Cortés V, García C, Vega S, Catalá-Gregori P. (2018). Autophagy as a control measure for *Salmonella* in laying hens. Poult Sci 0: 1–7.

MicroMundo UR y Resistencia a Antibióticos

Beatriz Robredo, Paula Gómez, Rosa Fernández, Jesús Álvaro Iregui, Ismael Compañón, Myriam Zarazaga, Carmen Torres

@beatriz.robredo@unirioja.es
@carmen.torres@unirioja.es

Departamento Agricultura y Alimentación. Complejo Científico Tecnológico, Universidad de La Rioja.
C/ Madre de Dios 53, 26006, Logroño, La Rioja, España. Tfno.: +34 941 299724 - FAX: +34 941 299721



De izquierda a derecha: Rosa Fernández, Ismael Compañón, Beatriz Robredo, Myriam Zarazaga, Jesús Álvaro Iregui, Carmen Torres y Paula Gómez

HISTORIA DEL GRUPO

El grupo de investigación de la Universidad de La Rioja (UR), dirigido por la profesora Carmen Torres, comenzó su andadura en divulgación en 2017, dentro de un programa organizado por la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación (UCC+i) de la UR. La actividad realizada en el curso escolar 2017-2018 consistía en la realización de charlas en Institutos de Educación Secundaria (IES) bajo el título: "La resistencia a los antibióticos. ¿Y a mí, qué?". Las charlas fueron impartidas

por las profesoras Carmen Torres y Myriam Zarazaga y en ellas se trataba el problema de la resistencia bacteriana a los antibióticos: causas, consecuencias, avances en la investigación y co-responsabilidad.

(https://www.unirioja.es/divulgacion/actividades/resistencia_antibioticos.shtml).

En el curso escolar 2018-2019, se incorporó Beatriz Robredo al grupo, profesora del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. En este curso se buscó además valorar

el impacto de la actividad con la realización de unos cuestionarios antes y después de las charlas, que se realizaron en 6 IES, con un alcance de 445 alumnos de 3º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y 10 profesores. El estudio estadístico de los resultados descriptivos indicó en todos los casos una mayor proporción de aciertos en las respuestas obtenidas después de las charlas (Figura 1).

Para una continuidad del proyecto de divulgación con una parte práctica se propuso la posibilidad de que el grupo se consolidara

dentro del proyecto Internacional SWI (Small World Initiative), después de la obtención de la certificación pertinente (SWI Partner Instructor) por Beatriz Robredo, en julio de 2019 en la ciudad de Oporto.

En el curso escolar 2019-2020 se inició un primer programa completo de MicroMundo con la formación de 4 SWI Teacher Assistant; Ismael Compañón, Paula Gómez, Jesús Álvaro Iregui y Rosa Fernández, los tres primeros alumnos de Máster Universitario en Profesorado (todos doctores) y la última, estudiante de Doctorado. Una vez finalizadas las sesiones prácticas con una duración de cinco semanas consecutivas, se impartió el programa a alumnos de enseñanzas medias. El resultado fue la formación de 18 SWI Students de 3º de ESO del IES D'Elhuyar de Logroño, que continuaron la cadena de divulgación con alumnos de 1º de ESO, mediante el programa de tutoría entre iguales.

En este proyecto inicial se encontraron 11 cepas productoras y se confirmó la actividad antimicrobiana enfrentándolas a 4 microorganismos: *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes*. Una vez confirmado el ensayo de antibiosis se identificaron las cepas productoras por medio de espectrometría de masas MALDI-TOF.

La divulgación de este proyecto ha contado con la colaboración de la UCC+i de la UR que ha elaborado una página web informativa y dos vídeos explicativos

(<https://www.unirioja.es/divulgacion/micromundour.shtml>).

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El grupo de investigación dirigido por Carmen Torres lleva tres décadas investigando sobre Resistencia a los Antibióticos desde la perspectiva OneHealth

(<https://investigacion.unirioja.es/grupos/39/detalle>).

Su trabajo se centra en descifrar los mecanismos que utilizan las bacterias para hacerse resistentes a los antibióticos, conocer cómo se transfieren los genes de resistencia en el

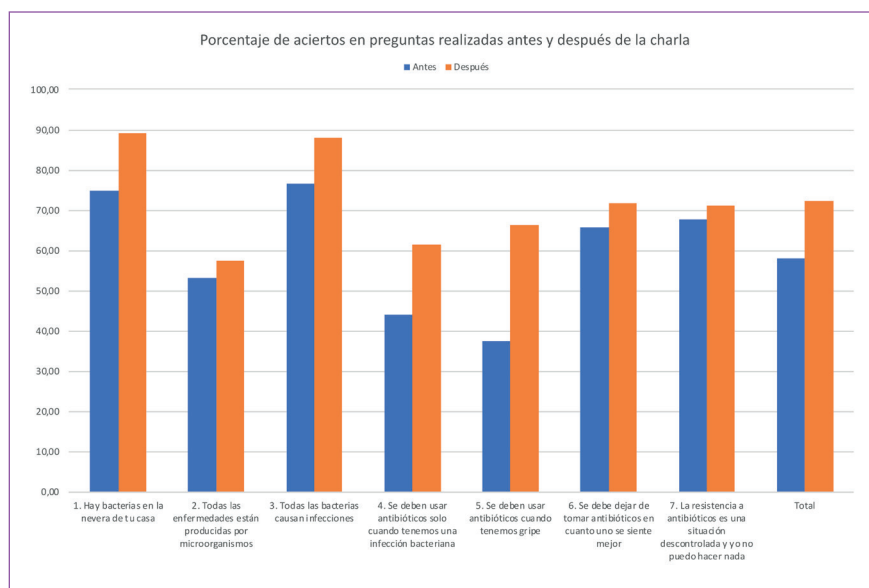


Figura 1. Porcentaje de aciertos en las siete preguntas formuladas a los alumnos antes y después de la charla y cómputo total.

mundo bacteriano y analizar el proceso de transmisión de estas bacterias resistentes entre personas, animales, a través de los alimentos y en el ambiente. Lleva también a cabo investigaciones en el estudio de nuevos antimicrobianos y alternativas para el tratamiento de las infecciones (se incluyen algunas publicaciones de la línea de investigación).

PERSPECTIVAS FUTURAS

En 2020 se está trabajando en la actividad de divulgación científica "MicroMundo UR y Resistencia a Antibióticos". Para incentivar la participación del alumnado se solicitó con éxito un crédito de formación. Actualmente se está realizando el proyecto con 20 alumnos universitarios, de diversas titulaciones, que continuarán la cadena de divulgación en cinco IES de La Rioja. Los objetivos planteados son los siguientes: integrar diversos niveles educativos mediante esta estrategia de aprendizaje-servicio, contribuyendo socialmente a la búsqueda de microorganismos con actividad antibiótica; mejorar la sensibilización y los conocimientos en materia de resistencia a los antimicrobianos; concienciar a los estudiantes sobre la necesidad de un uso responsable de los antibióticos; difundir la importancia y aplicabilidad de la investigación realizada por este grupo.

BIBLIOGRAFÍA

- Ceballos S, Aspiroz C, Ruiz-Ripa L, Reynaga E, Azcona-Gutiérrez JM, Rezusta A, Seral C, Antónanzas F, Torres L, López C, López-Cerero L, Cencenado E, Zarazaga M, Torres C y Study Group of clinical LA-MRSA (2019). Epidemiology of MRSA CC398 in hospitals located in Spanish regions with different pig-farming densities: a multicentre study. J Antimicrob Chemother 74:2157-2161.
- Gómez-Sanz E, Ceballos S, Ruiz-Ripa L, Zarazaga M, y Torres C (2019) Clonally diverse methicillin and multidrug resistant coagulase negative staphylococci are ubiquitous and pose transfer ability between pets and their owners. Front Microbiol. 10:485.
- Ruiz-Ripa L, Gómez P, Alonso CA, Camacho MC, de la Puente J, Fernández-Fernández R, Ramiro Y, Quevedo MA, Blanco JM, Zarazaga M, Höfle U y Torres C (2019). Detection of MRSA of lineages CC130-*mecC* and CC398-*mecA* and *Staphylococcus delphini-lnuA* in magpies and Cinereous vultures in Spain. Microb Ecol 78:409-415.
- Ceballos S, Kim C, Ding D, Mobashery S, Chang M y Torres C (2018). Activities of oxadiazole antibacterials against *Staphylococcus aureus* and other Gram-positive bacteria. Antimicrob Agents Chemother 62(8).
- Gómez P, Lozano C, Camacho MC, Lima JF, Hernández JM, Zarazaga M, Höfle U, y Torres C (2016). Detection of MRSA ST3061-t843-*mecC* and ST398-t011-*mecA* in white stork nestlings exposed to human residues. J Antimicrob Chemother 71:53-57.
- Gómez P, Lozano C, Benito D, Estepa V, Tenorio C, Zarazaga M y Torres C (2016). Characterization of staphylococci in urban wastewater treatment plants in Spain, with detection of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* ST398. Environ Pollut. 212:71-76.

Grupo MICROMOL

La divulgación del Grupo de Microbiología Molecular de la UAB

Susana Campoy^a, Maria Pilar Cortés^a, Jesús Aranda^a, Ivan Erill^{a,b}, Montserrat Llagostera^a, Jordi Barbé^a

^aDepartament de Genètica i de Microbiologia, Facultat de Biociències, Campus de Bellaterra, Universitat Autònoma de Barcelona

^bDepartment of Biological Sciences, University of Maryland, Baltimore County, Baltimore, MD, United States

 Susana.Campoy@uab.cat
Jordi.Barbe@uab.cat



De izquierda a derecha, arriba: Marc Gaona, Jordi Corral, M. Pilar Cortés, Ruth Ricart, Miquel Sánchez-Osuna, Ivan Erill, Joan Ruiz, Jesús Aranda, Montserrat Llagostera y Jordi Barbé. Abajo: Susana Escribano, Elisabeth Frutos, Susana Campoy, Julia López y Jennifer Otero

Como grupo de investigación de una universidad pública, difundir el conocimiento científico a nuestra sociedad no es solo nuestra obligación sino también nuestra vocación. Por ello, el grupo de Microbiología Molecular de la UAB (<http://grupsderecerca.uab.cat/micromol/en>) desde el inicio de su andadura hace ya más de treinta años, ha participado y participa activamente en la docencia,

difusión y divulgación de nuestra pasión, la Microbiología.

Todos los miembros de nuestro equipo participan en la docencia universitaria de los distintos grados de la Facultad de Biociencias de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) y, en especial en el único Grado en Microbiología existente por el momento en nues-

tro país. De esta forma, nuestra experiencia investigadora sale de nuestros laboratorios y llega a las aulas y a los laboratorios docentes para formar profesionales en nuestro ámbito.

Además, somos agentes activos del Programa Argó de la UAB desde su creación (curso 2003-2004), una iniciativa para facilitar el paso de los estudiantes desde los institutos

a la universidad. Su nombre se inspira en la leyenda griega de los argonautas, Argó era el nombre de la embarcación que llevó a estos héroes mitológicos a los confines del mundo en busca del vellocino de oro, un viaje lleno de aventuras. Nuestra participación en este programa se concreta de distintas formas. Por un lado, cada verano, una vez ha finalizado el curso en los institutos, de 4 a 8 intrépidos estudiantes se incorporan a nuestro grupo para realizar una estancia. Esta lleva por título "La fagoterapia como alternativa al tratamiento con antimicrobianos" (<https://www.uab.cat/web/programa-argo/programa-argo-estudiants/estudiants/biociencies-1345718653862.html>) y se centra en uno de los ejes de investigación de nuestro grupo: la identificación de nuevas dianas terapéuticas y el desarrollo de estrategias alternativas a los antibióticos que permitan incrementar la eficiencia y la variedad de tratamientos de enfermedades causadas por bacterias resistentes a los antibióticos. Durante tres semanas los alumnos aprenden técnicas básicas en microbiología y se familiarizan con los conceptos teóricos y experimentales básicos para entender el comportamiento de los virus bacterianos y su uso en fagoterapia. Para ello, realizan, bajo nuestra supervisión, experimentos para observar las características de infección de diferentes bacteriófagos, su especificidad y el impacto de su adición a cultivos bacterianos, en comparación con compuestos antibacterianos. Pero la experiencia va más allá de una estancia práctica. El contacto entre los estudiantes de diferentes centros y su integración en nuestro grupo de investigación les ayuda a descubrir sus propias motivaciones y a trazar su camino en una etapa llena de dudas y de decisiones. Cabe decir que, a muchos de ellos, los acabamos encontrando años después en las aulas de nuestra Facultad. Por otro lado, en el marco de este programa, colaboramos de manera recurrente en las actividades que organiza la UAB para la actualización de conocimientos del profesorado de secundaria. Creemos que ellos son actores cruciales para dar a conocer la Microbiología en las

aulas de secundaria y por ello participamos tanto en cursos específicos de formación o, como ponentes, en jornadas que organiza el programa.

En relación con la formación de profesorado, nuestro grupo fue fundador de μ BIOCAT (<https://sites.google.com/a/xtec.cat/microcat/home>), un grupo de trabajo sobre la Microbiología, integrado por profesores universitarios, de secundaria y primaria y miembros del *Centre de Recursos Específics de Suport a la Investigació i la Recerca Educativa* (CESIRE) de la Generalitat de Catalunya. El objetivo es generar, probar y publicar en el aplicativo de recursos del currículum del Departamento de Educación de la Generalitat de Catalunya actividades para trabajar en el aula contenidos curriculares relacionados con la Microbiología. Así, hemos generado actividades de trabajo correspondientes a cualquiera de los niveles educativos, desde educación infantil y primaria, ESO y bachillerato, destacando algunas como: "La amenaza de *Neisseria gonorrhoeae*, el gonococo", "¿Por qué pueden dejar de ser eficaces los antibióticos?", "Transmisión por contacto de microorganismos" o "Antimicrobianos. Descubrimiento y situación actual". Una versión de esta última actividad también fue publicada en el libro *Antimicrobial research: novel bioknowledge and educational programs* (Campoy et. al 2017).

Somos un grupo activo, cuyos miembros se involucran en aquellas iniciativas que nos permitan transferir a la sociedad todo el bagaje adquirido en nuestra investigación, no solo atendiendo a los medios sino también impartiendo charlas divulgativas. alguna de nuestras actividades más recientes ha sido nuestra participación en la iniciativa de la red de Bibliotecas de Barcelona "Visiones de la Ciencia. La aventura de conocer" (#Visions-Ciència) consistente en distintas charlas abiertas al público para explicar el funcionamiento de los patógenos, el uso de antibióticos y nuevas estrategias como la fagoterapia, para abordar la problemática derivada de la

resistencia a antimicrobianos. O bien, la charla sobre los bacteriófagos (pasado, presente y futuro) en el Ateneu de Maó.

Pero no podríamos acabar este artículo sin mencionar el proyecto Micro Mundo. Nuestro grupo es el responsable de uno de los nodos en Cataluña, *MicroMónUAB: A la recerca de nous antibiòtics* (Llagostera et al. 2019) (<http://pagines.uab.cat/micromon/ca>). Desde 2017, hemos coordinado y llevado a las aulas de institutos y escuelas de nuestra área de influencia este interesante proyecto de ciencia ciudadana para fomentar vocaciones científicas y concienciar a la población de la grave problemática que supone la resistencia bacteriana a los antibióticos. En nuestro caso, el proyecto cuenta con la participación del Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la UAB y del CESIRE, que se encargan de la selección de los estudiantes universitarios, de los centros de secundaria en los que se desarrollará el proyecto y del proceso de evaluación. Además, el ICE certifica la participación de los estudiantes de la UAB, lo cual les permite solicitar el reconocimiento de 2 créditos ECTS. Siempre con el apoyo de nuestra universidad, este proyecto ha llegado ya a más de 30 centros, involucrando a más de 700 alumnos de secundaria o bachillerato, a unos 150 estudiantes universitarios y más de 25 profesores de microbiología de distintas facultades de la UAB.

Y, seguiremos sumando, porque nuestra voluntad es continuar trabajando para hacer aquello que nos apasiona: Microbiología.

Bibliografía

- Campoy, S., Cortés, P., Aranda, J., Sánchez-Osuna, M., Barbé, J. y Llagostera, M.** (2017) A laboratory activity using bacteriophages, the forgotten weapon against bacteria. *Antimicrobial research: novel bioknowledge and educational programs*. Vol. 6. Formatex (978-84-947512-0-2). Pp: 231-241.
- Llagostera, M., Campoy, S. y Lope S.** (2019) L'experiència del projecte MicroMón a Catalunya, un cas de ciència ciutadana. *Ciències*. 38:44-51

TxikiMikro

Inés Arana y Maite Orruño

*Departamento de Inmunología, Microbiología y Parasitología. Facultad de Ciencia y Tecnología.
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)*



Desde hace 2 décadas, la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU) realiza actividades orientadas a acercar la Ciencia a todos los públicos que se engloban en ZientziaAstea (la Semana de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación), evento en el que

participan docentes e investigadores de diferentes Departamentos y Facultades.

Hace 5 años iniciamos una propuesta interactiva dirigida a niños y niñas de 6 a 12 años, en la que improvisamos un laboratorio de

Microbiología para introducir a los y las pequeños en el mundo microbiano mediante distintas actividades. Estas actividades han variado poco desde la propuesta inicial, aunque con la experiencia hemos modificado algunas cosas y ajustado tiempos, tamaño de grupos, etc.

Actualmente las actividades giran alrededor de una breve explicación, muy sencilla, sobre diversidad microbiana, ubicuidad, crecimiento, ..., en la que la chavalería participa activamente exponiendo sus *conocimientos e intuiciones*. A continuación se realizan varios experimentos: observación de microorganismos del yogur, caza de microbios, crecimiento de *Garbanzococcus* y los microorganismos que nos habitan.

Para realizar la actividad creamos un minilaboratorio de Microbiología con acceso restringido y una señal de riesgo biológico en la puerta. Para centrar el interés de nuestros y nuestras txikicientíficos ya desde la entrada se teatraliza la actividad. Para acceder deben ponerse bata y guantes porque van a trabajar con microorganismos. Hay que dedicarle tiempo, ponerse los guantes es difícil y muchos necesitan ayuda. La parte que más les divierte es cuando indicas que los padres y madres no pueden pasar ya que no llevan equipos de protección.

El minilaboratorio se organiza en varias áreas: zona de explicaciones (ordenador, monitor, maquetas, fotografías, peluches, ...), área de tinciones (con mucho papel de filtro y cubetas), zona de trabajo (bandejas con garbanzos, vasos de plástico, viales y cucharillas para recogida de tierra, agua destilada, agitatu-bos), zona de microscopía (1 o 2 microscopios sencillos) y la zona de material (torundas, placas con medio de cultivo, rotuladores, ...).

Para la actividad de crecimiento de *Garbanzococcus* se explica que los microorganismos crecen muy rápido, se entrega a cada asistente un vaso donde colocan una *bacteria* y comienza a correr el tiempo. Cada 5-10 min., se les pide que dupliquen el contenido del vaso (¡importante: llevar la cuenta en una pizarra!!!). Al finalizar la actividad, se junta el contenido de todos los vasos en un matraz y se destaca el volumen que ha alcanzado la población. Es una actividad con *riesgo biológico* por la *fuga de bacterias* (se recomienda tener a mano una escoba y un recogedor).

Mientras se realiza esta actividad, se inician las siguientes. Utilizando un yogur, se les muestra cómo hacer una tinción de forma sencilla, que observan al microscopio (importante: colocar los microscopios en mesas estables, organizar filas para la observación y ¡armarse de paciencia!!!!). Cuando ya saben cómo se ven los microorganismos, iniciamos su cacería. A cada participante se le entrega un vial y una cuchara y, procurando que no se *dispersen*, recogen tierra en un jardín cercano. De vuelta en el minilaboratorio, añaden agua, agitan con el agitatu-bos (¡les encanta!!!) y, cuando conseguimos separarles del agitatu-bos, dejan las muestras en reposo (aviso: misión imposible). Después deben recoger, con una pipeta Pasteur, unas gotas del sobrenadante y preparar ellos mismos una tinción. Y, de nuevo, al microscopio. Lo de menos es si se observan claramente

microorganismos, lo importante es que ya son *cazamicrobios*.

Para acabar, con un poco de ayuda, recogen muestras de la boca o alguna superficie con una torunda y las siembran en una placa con medio dividida en dos partes, o tocan con el dedo la superficie del medio. Las placas se rotulan con un número y se llevan a incubar a la Facultad. Al acabar la actividad, a los padres y madres se les indica el número que corresponde a cada menor y se les aporta una dirección de correo para que, pasados unos días, soliciten el envío de una fotografía de la placa, junto con una pequeña explicación. Se insiste en que no deben dar el nombre de la o del txikicientífico, solo el número de placa.

Esta actividad se ha desarrollado, con adaptaciones al espacio y las condiciones, en ZientziaAstea, en la Feria de Ciencia y Tecnología de Castilla y León y en Naukas Kids y se ha dirigido tanto a grupos abiertos, en los que los y las asistentes no se conocían, como a clases que participaron con sus profesoras. Y siempre que sea posible, mejor sin padres y madres (están más formales y prestan más atención), con ayuda (por ejemplo, alumnado de grado y postgrado) ya que es una tarea agotadora, mucha paciencia (es imposible que no toqueteen microscopios y agitatu-bos, y corran de un lado para otro) y una escoba para recoger los *Garbanzococcus* que escapan al confinamiento.

Docencia después de la pandemia

Ignacio López-Goñi, Catedrático de Microbiología

*Departamento de Microbiología y Parasitología
Director del Museo de Ciencias
Universidad de Navarra*



Los universitarios que acaben este curso su carrera serán conocidos como “La promoción de la pandemia”. A partir de mediados de marzo se cerraron las universidades y la mayoría, por no decir todas, han tenido que terminar el curso “on line”. La docencia vía internet no se improvisa y menos en un tiempo de confinamiento en el que han coincidido además muchos otros problemas: algunos alumnos y profesores sin un acceso adecuado a la red, búsqueda de recursos en un tiempo record, docentes que no están acostumbrados con las nuevas tecnologías, etc. Además, hay que reconocer que “no es lo mismo una clase presencial en un aula (menos aún en un laboratorio) que una sesión mediante videoconferencia en la que ni el docente ve a los estudiantes que asisten a clase ni, lo que es más importante, puede hacer uso de los recursos propios del aula. Me refiero a la proso- dia, la teatralización, o el uso de sistemas alternativos de presentación de imágenes. No, por mucho que nos empeñemos, el aula es una cosa y la plataforma virtual es otra”. La cita es de Juan Ignacio Pérez Iglesias, Catedrático en Fisiología, ex-rector de la Universidad del País Vasco y amigo que escribió un “Decálogo para un curso académico en año de pandemia” que les animo a leer en su totalidad (1). Obviamente, esto no quiere decir que no se pueda impartir docencia “on line”, pero lo que a veces no funciona es trasladar

directamente a una plataforma de internet lo que se explica en el aula.

Es muy probable que el comienzo del próximo curso tampoco sea como estamos acostumbrados y haya que adaptarlo a la “nueva” normalidad. Es probable que haya que hacer grupos pequeños, repetir la misma clase a grupos reducidos, disminuir la presencialidad y/o combinarla con recursos vía internet, apoyarse más en trabajos y estudio dirigido, instaurar definitivamente la evaluación continua, ... En definitiva habrá que añadir más imaginación y creatividad a nuestra tarea docente. No podemos descartar además que haya que tener más de un plan previsto, porque los periodos de pandemia son periodos de incertidumbre.

En este sentido, el grupo de Docencia y Difusión de la Microbiología de la SEM lleva desde 2016 impartiendo unos cursos de microbiología general on line y de acceso abierto vía Twitter, con gran éxito de participación. Con los acrónimos de #microMOOCSEM, #microMOOCSEM2 y #EUROmicroMOOC han sido tres ediciones, la última con la colaboración de la FEMS. Además durante estos meses de confinamiento se ha vuelto a emitir este último curso #EUROmicroMOOC en inglés. En todas estas ediciones han participado 55 profesores de más de 40 universi-

dades y centros de investigación nacionales e internacionales, se han impartido un total de 64 clases (21 de ellas en inglés) y se han compartido 2.580 tuits con 1.435 imágenes, 1.023 enlaces y 332 vídeos.

Aunque algunos temas están repetidos, pueden estar impartidos por profesores distintos. Todo este excelente material está disponible en la web de libre acceso <https://wakelet.com/@SEMmicrobiologia> de forma que puede ser consultado por cualquier docente o alumno sin necesidad de tener una cuenta de Twitter. Puede servir de material de apoyo, como introducción a una clase, para organizar tareas online de repaso o sesiones por grupos de alumnos, permite actualizar determinados temas, preparar sesiones de evaluación, etc. Es muy probable que la pandemia de COVID-19 suponga quizá un cambio en nuestra forma de impartir la docencia y que la experiencia que ha supuesto algunas de nuestra actividades on line sirvan para conseguir que los estudiantes sean verdaderamente los protagonistas de su formación. Quedan todavía varios meses para que comience el nuevo curso, desde el grupo de Docencia y Difusión de la Microbiología os animamos a visitar la web <https://wakelet.com/@SEMmicrobiologia>, donde seguro encontrareis material muy útil para vuestra docencia después de la pandemia.

(1) “Decálogo para un curso académico en año de pandemia” de J. I. Pérez Iglesias, blog Conjeturas.
<https://blogs.deia.eus/conjeturas/2020/04/25>

TEMARIO DE LAS TRES EDICIONES DE LOS CURSOS MICROMOOC DE LA SEM

	#microMOOCSEM (1ª edición)
1	Historia de la microbiología
2	Arqueas y bacterias
3	Virus
4	Hongos y levaduras
5	Protistas
6	Bacteriófagos
7	Genética bacteriana
8	Origen de la vida y evolución microbiana
9	Microbiología del suelo
10	Microbiología del agua
11	Biorremediación, biodeterioro, biodegradación.
12	Microbiota intestinal
13	Probióticos y prebióticos
14	El microbioma humano
15	Microbios y plantas
16	Microbiología de los alimentos
17	Microbiología en enología
18	Microbiología industrial
19	Microbiología clínica e infección
20	Virulencia y patogenicidad bacteriana
21	Tuberculosis
22	VIH/SIDA
23	Malaria
24	Levaduras patógenas
25	Hongos y micotoxinas
26	Antibióticos y quimioterápicos
27	Resistencia a los antibióticos
28	Las vacunas salvan millones de vidas

	#microMOOCSEM2 (2ª edición)
1	Historia de la microbiología
2	Arqueas y bacterias
3	Virus y bacteriófagos
4	Hongos y levaduras
5	Microorganismos y cambio climático
6	Origen de la vida y evolución microbiana
7	Los microorganismos en la naturaleza
8	Nuestros microbios: el microbioma humano
9	Microbiología de los alimentos
10	Microbiología industrial
11	Microbiología clínica e infección
12	Tuberculosis
13	VIH/SIDA
14	Vida bacteriana multicelular (biofilms)
15	Antibióticos y resistencia a los antibióticos

	#EUROmicroMOOC (3ª edición, en inglés)
1	Science communication
2	Bacterial surface structures
3	Bacterial biofilms
4	Bacterial cooperation
5	Space microbiology
6	Food pathogens
7	Food microbiome
8	Gut microbiota
9	Antibiotic production
10	Antimicrobial resistance
11	Bacteriophages
12	Microbiological warfare
13	#Vaccineswork
14	Microbial genomics
15	Mobile genetic elements
16	Microbial synthetic biology
17	Industrial microbiology
18	Virulence and pathogenicity
19	Bacterial pathogenomics
20	The microbial path to cancer
21	Thinking outside the box

#laSEMrespondeCOVID19: la SEM al servicio de la sociedad

Ignacio Belda



(Grupo de Jóvenes Investigadores y grupo de Docencia y Difusión de la SEM)

No se recuerda un momento en la historia reciente en el que, por un tiempo tan prolongado y con tanta intensidad, términos como virus, latencia, inmunidad, desinfección, vacuna o PCR, monopolicen la actualidad informativa. La pandemia causada por el coronavirus SARS-CoV2 ha puesto a la Microbiología en primera línea de interés sanitario, político y social. Términos como los mencionados anteriormente pertenecen al lenguaje que, como microbiólogos, utilizamos a diario. Sin embargo, muchos de ellos eran desconocidos o malentendidos por gran parte de la sociedad, pero de la noche a la mañana, han pasado a formar parte de todo tipo de conversaciones cotidianas. Acercar la Microbiología a la sociedad forma parte de los valores y el compromiso de la SEM, más concretamente de su grupo de Docencia y

Difusión (D+D). Por ello, y aunque debemos lamentar que se produzca en esta situación y de forma forzada, debemos aprovechar la oportunidad que se nos brinda para poner en marcha la urgente "alfabetización de la sociedad en Microbiología" que, acertada y premonitoriamente, reclamaban un gran elenco de microbiólogos de todo el mundo, liderados por Kenneth Timmis (2019) en la revista *Environmental Microbiology* (*The urgent need for microbiology literacy in society*. DOI: 10.1111/1462-2920.14611)

En este contexto, y de la mano del grupo de Jóvenes Investigadores (JISEM) y el grupo D+D de la SEM, surge la iniciativa #laSEMrespondeCOVID19. Ésta pretende acercar la SEM a la gente a través de las redes sociales, donde preguntas y respues-

tas circulan a gran velocidad y, por tanto, donde el criterio científico debe imponerse siempre, pero especialmente en momentos sensibles como los que vivimos. Desde que la pandemia llegase a Europa, los platós de televisión se han llenado de microbiólogos, muchos de ellos colegas nuestros miembros de la SEM que, incansables y sin importar la hora, el contexto o los compañeros de tertulia, se exponían a la intensa demanda de datos y opinión que rige la actualidad informativa. De esta manera, se procura que la gente reciba información de calidad, basada en un conocimiento científico que, por otro lado, se genera y cambia a mayor velocidad que nunca, con los riesgos que ello conlleva. No obstante, hemos venido observando cómo las preguntas que se formulan en los medios de comunicación parecen circular por bloques y rachas conforme avanza la situación y se generan situaciones de interés general. Sin embargo, tanto en nuestro país como en otros países de habla hispana (donde la SEM acumula un gran número de seguidores en redes sociales) a la gente le surgen preguntas o curiosidades que no tienen por qué coincidir en el tiempo con la información de actualidad pero que, a título individual y probablemente afectando a mucha gente, pueden ser importantes para atajar o entender de forma adecuada una circunstancia particular. Así, desde los grupos JISEM y D+D de la SEM nos hemos centrado en identificar las preguntas que se formulaban en las redes sociales (usando el hashtag #laSEMrespondeCOVID19) para responder con un video corto, de menos de 1 minuto, a cuestiones particulares pero procurando maximizar el interés global de las respuestas.

Esta actividad comenzó el día 8 de abril desde el perfil de la SEM en las redes sociales Twitter, Facebook e Instagram, aunque el esfuerzo principal de identificación de cuestiones se centró en las dos primeras. El



Figura 1. Evolución del impacto en la red social Twitter del perfil @SEMmicrobiología durante el mes de abril de 2020, considerando las actividades #laSEMrespondeCOVID19 y #EUROMicroMOOC.

mensaje que dio comienzo en Twitter a esta actividad es, a fecha de redacción de esta reseña (28 de abril de 2020), uno de los tweets de mayor impacto y difusión en el perfil de **@SEM microbiología**, superando las 41.000 impresiones (número de veces que se leyó este *tweet*) y las 1.300 interacciones de usuarios. Tras este buen recibimiento, los 40 vídeos elaborados hasta el momento para **#laSEM responde COVID19** han recibido más de **46.000 visualizaciones**, con un promedio superior a **1.100 por vídeo**, y un tiempo promedio de visualización diario de **1.900 minutos**. Asimismo, durante el mes de abril de 2020, y con la ayuda de la nueva edición del curso EUROmicroMOOC (que comenzó el pasado 20 de abril en Twitter), se ha incrementado en más de **1.200 el número de nuevos seguidores** de la cuenta **@SEM microbiología**, superando ya los 17.000 seguidores que podrán acceder y ayudar a difundir los contenidos que de aquí en adelante generemos, acercando la Microbiología cada vez a más gente. Asimismo, las visitas al perfil **@SEM microbiología** se han incrementado más de un 400% y el número de visualizaciones de los *tweets* ha crecido más de un 600% respecto al mes anterior (marzo de 2020). En la Figura 1 se ve cómo las actividades **#laSEM responde COVID19** y **#EUROmicroMOOC** están en la base de estas grandes cifras, que reflejan el acercamiento de la SEM a la sociedad, y la generación de un contenido cada vez de mayor impacto global, puesto que muchos de los seguidores de la actividad **#laSEM responde COVID19** son de países latinoamericanos y la actividad **#EUROmicroMOOC** se realiza en colaboración con la FEMS, generando contenido en inglés.

Para conocer en detalle el contenido que se ha desarrollado dedicado a la COVID-19, se puede seguir el *hashtag* **#laSEM responde COVID19** en cualquiera de las redes sociales de la SEM (Twitter, Facebook o Instagram). Entre los vídeos que han generado un mayor impacto, destaca el hilo sobre el uso, los tipos y las formas de desinfección de las mascarillas (publicado el 23 de abril) que, entre sus 8 vídeos acumula más de 9.000 visualizaciones (1.170 visualizaciones de promedio en cada

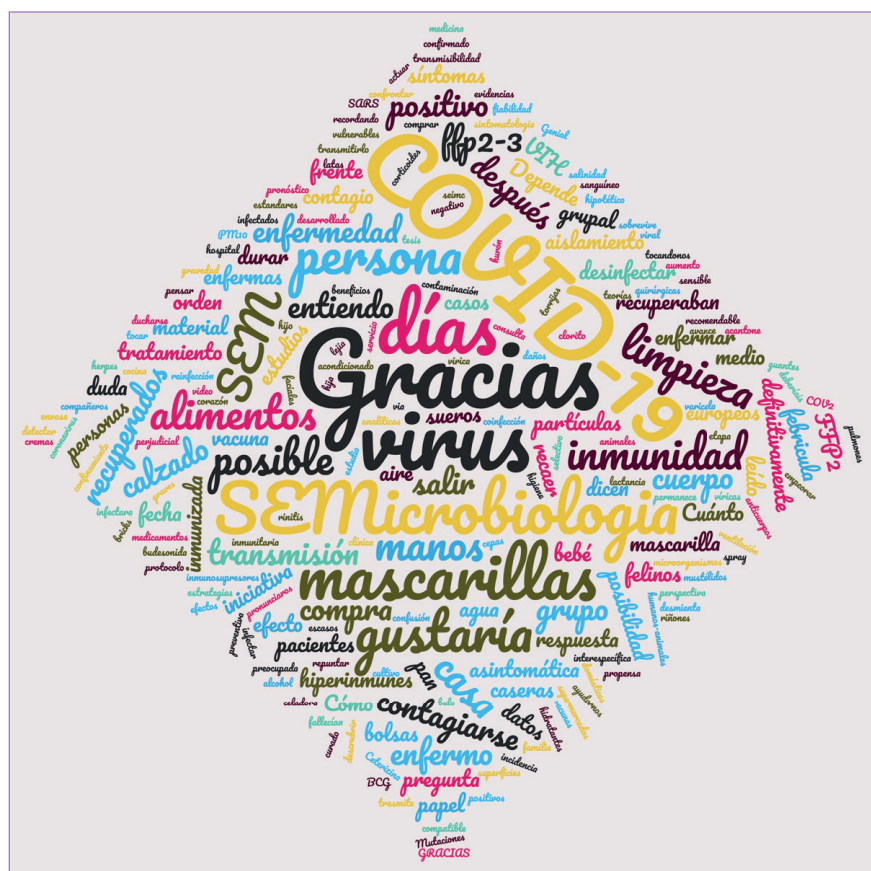


Figura 2. Nube de palabras con los términos más utilizados en las preguntas que se han formulado con el *hashtag* **#laSEM responde COVID19** en las redes sociales.

vídeo). Otros *tweets* que han generado un gran impacto responden a preguntas sobre la aparición de co-infecciones por patógenos oportunistas en infectados con COVID-19, el concepto de inmunidad de grupo, o la posibilidad de infección en animales domésticos.

En esta actividad han participado de una u otra forma muchos miembros de la SEM, pero debemos agradecer especialmente la labor de aquellos que están colaborando en la elaboración de vídeo-respuestas en tiempo récord: Francisca Colom y Manuel Sánchez (Universidad Miguel Hernández), Dolors Vidal (Universidad de Castilla la Mancha), Víctor Jiménez Cid (Universidad Complutense de Madrid), Ignacio López Goñi (Universidad de Navarra) y Eleuterio Llorca (Conselleria de Sanitat de la Generalitat Valenciana).

Esta es tan solo una de las muchas contribuciones que distintos miembros de la SEM han puesto en marcha para ayudar en esta crisis, que es ahora sanitaria pero que tiene también connotaciones educativas y ecológicas, y que por tanto requerirá de todos nosotros, microbiólogos, sea cual sea nuestra área de especialización. Todos debemos tener un compromiso con la educación en Microbiología de la sociedad, por nuestra salud futura y la del planeta.

Concluyo como lo hiciera en una breve reseña publicada en el boletín Noticias-SEM del pasado mes de abril: **Es nuestro momento, el de la Microbiología y los microbiólogos. Cada uno, desde nuestras posibilidades, debemos estar a la altura.**

Carmen Ascaso. Consejos para jóvenes microbiólogos

Entrevista: Ignacio Belda y Samuel García Huete



Imagen 1. Carmen Ascaso en una expedición al desierto de Atacama en el año 2013.

Entrevista realizada a la Doctora Carmen Ascaso, Profesora de Investigación Ad Honorem del emérito en el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC). Dentro de esta serie temática que JISEM desarrolla, microbiólogos de referencia en España nos dan su opinión y consejo, basados en la experiencia, sobre la situación de la Ciencia española para los jóvenes.

Esta serie de entrevistas, publicadas semestralmente en SEM@foro, van acompañadas de una video-entrevista más extensa. Es a partir de esas video-entrevistas, donde los investigadores comparten sus ideas, de donde extraemos el resumen que compartimos en formato texto en estas páginas. En esta ocasión, debido a la situación de confinamiento por la pandemia por COVID-19,

la entrevista se ha realizado directamente en por escrito, aunque la correspondiente video-entrevista será grabada y publicada cuando la situación lo permita.

Tiene la palabra la Dra. Ascaso.

¿CÓMO SURTIÓ AL PRINCIPIO SU VOCACIÓN CIENTÍFICA

Carmen: Para una niña que tiene la suerte de crecer en un ambiente rural, la naturaleza es algo muy próximo y que se ama desde muy pequeña. Además, en el Colegio de la Dominicas de Huesca, tuve en quinto curso, que cursaba en la opción de ciencias, una excelente profesora de Ciencias Naturales. Durante los estudios universitarios también

encontré muy buenos profesores de Zoología, Botánica y Genética. Cuando terminé la carrera y trabajé en el Instituto de Cariñena, me encontré con la posibilidad de salir con mis alumnos al campo que teníamos en el entorno. Eso reforzó mi admiración por la naturaleza y despertó mi vocación científica.

¿CUÁLES FUERON SU MEJOR Y SU PEOR MOMENTO PROFESIONAL? ¿APRENDIÓ ALGO DE ELLOS?

Carmen: Mi mejor momento profesional llegó cuando pude unir la experiencia que tenía de estudios en el microscopio electrónico de transmisión de los talos liquénicos donde observaba algas y/o cianobacterias y hongos, con la experiencia de un colega que

era experto en estudiar estructura de suelos y minerales, en el microscopio electrónico de barrido. Poniendo en común nuestras respectivas experiencias de años, pudimos poner a punto una estrategia para, sin necesidad de extraerlos de su sustrato, observar la ultraestructura de los microorganismos en el interior de las rocas.

Mi peor momento, fue el día de la presentación y defensa de mi tesis doctoral, en la Facultad de Biología de la UCM, cuando ni mi marido pudo acompañarme por haber ocurrido en su familia, que es también la mía, una grave situación familiar relacionada con un muy urgente ingreso hospitalario.

De ambos momentos aprendí muchas cosas. Del primero la satisfacción que puede darte la puesta a punto de una nueva técnica de microscopía electrónica interesante. Del segundo, que los momentos más difíciles hay que superarlos, porque uno no puede quedarse paralizado, ni siquiera ante las situaciones más complicadas.

SI PUDIESE, ¿CAMBIARÍA ALGO DE SU CARRERA?

Carmen: Creo que he dedicado demasiado tiempo a mi carrera científica. También sé que de no haber dedicado ese tiempo, no hubiera podido alcanzar ciertos logros y, sobre todo, no habría podido hacer un trabajo serio y a conciencia. Pero, todavía a día de hoy, me pesa el haber sido la última madre en llegar a recoger a sus hijos a la guardería. Esto ya no lo puedo cambiar.

USTED COMENZÓ COMO PROFESORA DE INSTITUTO, ¿QUÉ LE LLEVÓ A CAMBIAR LA VIDA DE PROFESOR POR LA INVESTIGACIÓN? ¿LO ECHA DE MENOS?

Carmen: Como profesora de enseñanza media solo estuve un curso. Fueron las circunstancias de la vida, las que me pusieron delante la posibilidad de pedir una beca para hacer el Doctorado en el CSIC. Me gustó mucho la experiencia como profesora de bachillerato, pero las clases agotaban mi garganta, ya que no mi paciencia, porque cuando se hace algo que motiva, se hace

con toda la dedicación. Lo he echado de menos muchas veces, aunque la carrera investigadora también llena mucho y enseña lo que sabes y aprendes de lo que saben los demás.

¿QUÉ APRENDIÓ DE SUS AÑOS EN PARÍS, BÉLGICA Y ALEMANIA QUE LE HAYA ACOMPAÑADO HASTA AHORA?

Carmen: Aunque había estado un mes en la Universidad de París VI durante la realización de mi tesis, el tiempo postdoctoral primero en Bélgica y luego en Alemania, fue muy importante desde el punto de vista del desarrollo personal, ya que hay que tener una mente abierta hacia las personas y costumbres. Aunque luego he conocido otros muchos países, en ese momento en que uno es muy joven, el vivir fuera es tener vivencias importantes para madurar como persona. Desde el punto de vista científico en Bélgica trabajé bastante la observación al microscopio electrónico de bacteriófagos y moléculas de ADN y, ya en Alemania, tuve la suerte de trabajar con la profesora Peveling, que era una autoridad en microscopía electrónica aplicada al conocimiento de los talos líquénicos. La técnica de criofractura para la observación de membranas tilacoidales, la aprendí allí. Esto me permitió conocer estructuralmente los fotosistemas I y II y, posteriormente, he podido desarrollar en el laboratorio las técnicas de crioscanning, llamadas LTSEM en inglés, que han enriquecido enormemente los proyectos de investigación de mi grupo y creo que también de otros, porque han sido utilizadas por otros investigadores.

¿POR QUÉ RECOMENDARÍA A UN ESTUDIANTE DE CUALQUIER CARRERA DE CIENCIAS DEDICARSE A LA MICROBIOLOGÍA?

Carmen: Los estudios microbiológicos han avanzado enormemente y, hoy en día, se puede estar especializado en microbiología molecular y/o en Ecología Microbiana, que es el estudio de los microorganismos en su entorno natural, ya sea este un entorno mineral, como es el caso de nuestro grupo, o pueden ser estudiados en un tejido animal

o vegetal. Tanto los estudios moleculares como los de las diferentes microscopías, convierten la microbiología en una especialidad interesantísima y apasionante, tanto desde el punto de vista de la investigación básica o fundamental, como desde el punto de vista de la infectología humana y el aplicado e industrial.

¿CREE QUE ES IMPORTANTE TENER BUENOS MENTORES EN CIENCIA?

Carmen: En una vida académica y luego científica suelen existir diversas personas que son nuestros guías y maestros. Me gustaría recordar aquí a una profesora, creo que de segundo de bachillerato, de geografía que, al entregarme un día una nota, me dijo que yo podía hacer más. Ese comentario, que me impulsó a hacer más, nunca lo olvidé en aquellos momentos de terminar el bachillerato y pasar por la Universidad. En la Universidad también tuve profesores que se inclinaban por pedir razonamiento, más que conocimiento en los exámenes. Y luego ya, en el CSIC, he encontrado una Institución muy exigente con su personal, pero donde se aprende el valor del esfuerzo y la coherencia científica. Sin unas metas claras no se avanza como tampoco se avanza cuando uno se deja llevar por lo temas que están de moda en determinados momentos de la vida científica. Obviamente que hay que evolucionar, en el sentido de avanzar en la adquisición de conocimientos, pero nunca dejarse llevar por las corrientes que le desvían a uno de lo que conoce bien y en lo que puede avanzar con firmeza.

DE LO APRENDIDO TRAS AÑOS ESTUDIANDO AMBIENTES EXTREMOS, Y DADO QUE LA CIENCIA ES UN ENTORNO HIPERCOMPETITIVO: ¿QUÉ ADAPTACIONES DEBEN DESARROLLAR LOS JÓVENES INVESTIGADORES PARA SOBREVIVIR EN LA CARRERA INVESTIGADORA?

Carmen: Es cierto que la Ciencia es un entorno hipercompetitivo pero, precisamente por eso, se requieren grandes dosis de seriedad y honestidad a la hora de emprender las tareas científicas y planificar los experimentos. Únicamente la Ciencia



Imagen 2. Carmen Ascaso al microscopio electrónico de transmisión.

hecha con honradez pervivirá en el tiempo. Además, los jóvenes deben tener en cuenta que, para sobrevivir, lo mejor es no intentar tomar atajos. La honradez de pensamiento, el no ir con ideas preconcebidas al hacer un experimento, ser autocríticos, no ir con prisas y apuntar correctamente cómo se hace el experimento y por qué, puede ayudar mucho. Y no olvidar que “más vale agitarse en la duda que persistir en el error”. Dudar no es malo.

VIVIMOS UNA ACTUALIDAD DE EXTREMOS (DESIGUALDADES ECONÓMICAS, POLARIZACIÓN POLÍTICA, ETC.) COMO SOCIEDAD TAMBIÉN, ¿QUÉ PODEMOS APRENDER DE LOS EXTREMÓFILOS?

Carmen: Conozco algo o bastante de microorganismos extremófilos de desiertos por haber estado en Atacama con mis colegas y desconozco el comportamiento de plantas y animales en esos ambientes. No he estado en la Antártida, pero sí lo ha hecho una persona de mi grupo y llevo estudiando muestras, desde que empezó a proporcionárnoslas un profesor de la Universidad de Florida. Creo

que las desigualdades económicas causadas por el ser humano y que están destruyendo nuestro medio natural, no podrían corregirse por más que quisiéramos aprender de los extremófilos. Las desigualdades dañan la justa igualdad entre personas y son asimismo un gran peligro para el mantenimiento de la biodiversidad en el Planeta. Eso y la polarización política, son fenómenos tan humanos y tan desafortunados, que poco vamos a poder hacer o aprender de los microorganismos que viven en los entornos que aún no hemos destruido, porque ya sabemos que hasta estamos cambiando aspectos geomorfológicos de la superficie terrestre, por no hablar de la contaminación de las aguas, suelos y del aire que respiramos.

NUEVAMENTE, Y TRASLADANDO SU CONOCIMIENTO SOBRE ECOLOGÍA MICROBIANA AL PLANO DE LOS JÓVENES MICROBIÓLOGOS, ¿QUÉ VENTAJAS E INCONVENIENTES TIENE SER ESPECIALISTA VS SER GENERALISTA EN INVESTIGACIÓN?

Carmen: Creo que hay que ser generalista antes de ser especialista. Tengo la im-

presión que quizás dada la gran cantidad de especialidades universitarias que están apareciendo, algunos estudiantes terminan la carrera ya casi como especialistas. Pero por mis observaciones diré que son capaces de desentrañar un genoma, sin tener casi idea del aspecto del microorganismo del que han extraído su ADN para estudio. Esto a mí, quizás un poco chapada a la antigua en este tema, me parece un poco erróneo. Conozcamos primero los ambientes naturales, las interacciones entre microorganismos entre sí y con los demás organismos y pongámonos después a secuenciar genomas y a buscar en las bases de datos.

¿CREE QUE ES POSIBLE LA CONCILIACIÓN DE VIDA PROFESIONAL Y PERSONAL TRABAJANDO EN CIENCIA?

Carmen: La conciliación entre vida profesional y personal siempre es complicada, pero eso sucede en muchos ámbitos de la vida. Y más si eres mujer y tienes hijos o familia de la que cuidar. Pero afirmaré que ser científica y cuidar de las personas a las que quieres, es difícil porque la Ciencia requiere mucha dedicación. Afortunadamente,

conozco a muchas grandes científicas, que también han sabido cuidar de sus familias. Seguramente con un esfuerzo muy grande.

USTED ES EXPERTA EN ENCONTRAR VIDA ALLÁ DONDE NO PARECE HABERLA, ¿CREE QUE HABRÁ ALGÚN MOMENTO EN EL QUE LA CIENCIA ESPAÑOLA TENGA LA “VIDA” QUE MERECE?

Carmen: La ciencia española tiene que tener la vida que merece, ya que precisamente esta entrevista la hago teletrabajando en casa por la pandemia de la COVID-19. Pero no solo porque ahora haya una pandemia que azota el mundo entero, sino porque la Ciencia es la mejor inversión para un país. Solo tenemos

que pensar que parece que la sociedad ignora un poco la ciencia, pero todo el mundo ansa que le apliquen los últimos tratamientos descubiertos... por la Ciencia, cuando va al hospital, o quiere los mejores abonos para sus cosechas o vacunas para proteger su ganadería.

DOS CONSEJOS PARA JÓVENES MICROBIÓLOGOS

Carmen: Hay que madurar y aprender todo lo que se pueda, siempre preguntando a los que más saben, porque ya conocemos que hay falsos especialistas que opinan de lo que no saben. Hay que tener una mente abierta siempre y siempre contrastar ideas e informaciones

UNAS PREGUNTAS RÁPIDAS:

Su microorganismo favorito:

Carmen: el fotobionte *Trebouxia*

Un país para investigar:

Carmen: España

Un sitio para visitar:

Carmen: Pirineo Aragonés

Un libro para leer:

Carmen: El increíble viaje de Alexander von Humboldt al corazón de la naturaleza (de Andrea Wulf y Lilian Melcher)

Un científico referente:

Carmen: Mary Anning. Paleontóloga.

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) o al director editorial (Manuel Sánchez, correo: m.sanchez@umh.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 realización, Centro de presentación (si es distinto) y Resumen (máximo, 250 palabras).

Envía tus reseñas a la secretaría de la SEM (secretaria.sem@semicrobiologia.org) o al director editorial (Manuel Sánchez, correo: m.sanchez@umh.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.

DESCIFRANDO EL PROCARIOMA ASOCIADO A LA RAÍZ DE *QUERCUS PYRENAICA* WILLD. Y SU PERFIL ENZIMÁTICO

Ana V Lasa, Manuel Fernández-López

Dpto. de Microbiología del Suelo y Sistemas Simbióticos, Estación Experimental del Zaidín (CSIC, Granada).



radikal_ana@hotmail.com
manuel.fernandez@eez.csic.es

El roble melojo (*Quercus pyrenaica* Willd.) es una especie de gran valor ecológico por los numerosos servicios ecosistémicos que proporciona, si bien el cambio global ha propiciado que sus masas boscosas muestren un avanzado estado de deterioro y fragmentación. Diversos factores que afectan a su regeneración natural han sido analizados, sin embargo la microbiota asociada a esta quercínea permanece escasamente estudiada.

En primera instancia hemos analizado el *core*-procarioma o procarioma esencial total y potencialmente activo de la rizosfera de robles de diferentes edades y que constituyen formaciones boscosas de diferente tipo, mediante técnicas de *metabarcoding* basadas en DNA y RNA, respectivamente. Los análisis han permitido apreciar que tanto la comunidad procariota total como la potencial activa se encuentran dominadas por una proporción relativamente baja de OTUs muy abundantes. Para ciertos OTUs se registró una desproporción entre la abundancia relativa de secuencias derivadas del rRNA y aquella correspondiente a las secuencias de rDNA, siendo consecuentemente el ratio rRNA:rDNA superior a 2, como es el caso de algunos OTUs pertenecientes a los géneros *Phenylobacterium* y *Pseudomonas*. Dicha desproporción sugiere que miembros de la comunidad procariota poco abundantes podrían encontrarse activos y ejercer algún tipo de efecto en el hábitat rizosférico.



Hojas y bellotas de un individuo adulto de roble melojo (*Quercus pyrenaica*) localizado en el Espacio Natural de Sierra Nevada (Granada, España).

Por otro lado, se aislaron 44 cepas del género *Pseudomonas* y 17 pertenecientes al género *Luteibacter* de la rizosfera y endosfera radicular de roble melojo, respectivamente. El perfil de hidrolasas producidas así como la localización extracelular de dichos enzimas fueron estudiados mediante fluorimetría. En el caso de las bacterias endosféricas se pudo apreciar fundamentalmente una asociación de los enzimas a la pared celular (entre los que se incluyen celulasas y hemicelulasas), sugiriendo que estas bacterias podrían degradar de forma localizada la pared celular vegetal de su hospedador para penetrar al interior de las raíces. Por el contrario, las bacterias rizosféricas no mostraron una localización tan definida, siendo algunos de los enzimas excretados al medio extracelular mayoritariamente. La elevada proporción de polisacaridas producidas, además de la capacidad de sintetizar quitinasa y fosfatasa ácida por la gran mayoría de las cepas estudiadas, sugiere la potencial contribución de las mismas en los ciclos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno y fósforo en el ecosistema forestal.

Los resultados de ambas publicaciones forman parte de la tesis doctoral de Ana V Lasa, defendida el pasado 18 de octubre de 2019. El director del trabajo fue el Dr. D. Manuel Fernández López, científico titular de la Estación Experimental del Zaidín.

Lasa, A.V., Fernández-González, A.J., Villadas, P.J., Toro, N. & Fernández-López, M. (2019) Metabarcoding reveals that rhizospheric microbiota of *Quercus pyrenaica* is composed by a relatively small number of bacterial taxa highly abundant. *Scientific Reports*;9:1695. Doi: 10.1038/s41598-018-38123-z

Lasa, A.V., Mašínová, T., Baldrian, P. & Fernández-López, M. (2019) Bacteria from the endosphere and rhizosphere of *Quercus* spp. use mainly cell wall-associated enzymes to decompose organic matter. *PLoS ONE*;14:e0214422. Doi: 10.1371/journal.pone.0214422

SUPERANDO LOS LÍMITES DEL CULTIVO: TAXOGENÓMICA Y GENÓMICA COMPARATIVA DE NUEVAS HALOARQUEAS

Autora: Ana Durán Viseras
(anaduran@us.es)

Directores: Antonio Ventosa Utero y Cristina Sánchez-Porro Álvarez

Centro de realización y presentación: Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla.

Esta tesis doctoral se ha centrado en el aislamiento de nuevos grupos de microorganismos halófilos a partir de diferentes ambientes hipersalinos localizados en la provincia de Huelva mediante el empleo de técnicas dependientes de cultivo, así como en la descripción de estos grupos como nuevos

taxones desde el punto de vista de la taxonomía clásica y la genómica. Asimismo, se han llevado a cabo estudios genómicos comparativos detallados de los grupos caracterizados de mayor interés.

Los resultados de este trabajo han dado lugar a la descripción de dos nuevos géneros de haloarqueas: *Haloglomus* gen. nov. y *Halosegnis* gen. nov., respectivamente, así como ocho nuevas especies, designadas como *Halorientalis pallida* sp. nov., *Natronomonas salsuginis* sp. nov., *Haloglomus irregulare* sp. nov., *Halosegnis longus* sp. nov., *Halosegnis rubeus* sp. nov., *Halonotius aquaticus* sp. nov., *Halonotius terrestris* sp. nov. y *Halonotius roseus* sp. nov.

Además, los estudios ecológicos sobre los nuevos géneros *Haloglomus*, *Halosegnis* y *Halonotius*, han puesto de manifiesto que los representantes de estos géneros constituyen una proporción importante

de la población microbiana en ambientes hipersalinos, especialmente con salinidades intermedias y altas, al mismo tiempo que se encuentran ampliamente distribuidos geográficamente.

Por otro lado, durante el estudio genómico detallado de las cepas del nuevo género *Halosegnis*, se ha identificado el conjunto de genes codificantes de la biosíntesis del ácido γ -aminobutírico (GABA), sugiriendo así el posible potencial biotecnológico de dichas haloarqueas. Asimismo, la reconstrucción metabólica de los genomas del género *Halonotius* ha revelado la presencia de la ruta completa de biosíntesis de cobalamina (vitamina B₁₂), hecho que junto a la amplia distribución global de este género y a su abundancia en ambientes hipersalinos, sugiere que desempeñen un papel esencial en las comunidades microbianas de estos ambientes a las que les proporcionan productos metabólicamente costosos.

PATOGÉNESIS Y PROFILAXIS DE LA INFECCIÓN POR EL VIRUS DE LA ENFERMEDAD DE LINFOCISTIS (LCDV-SA) EN DORADAS CULTIVADAS (*SPARUS AURATA* L.)

Autora: Rocío de las Mercedes Leiva Rebollo
(rociroleiva@uma.es)

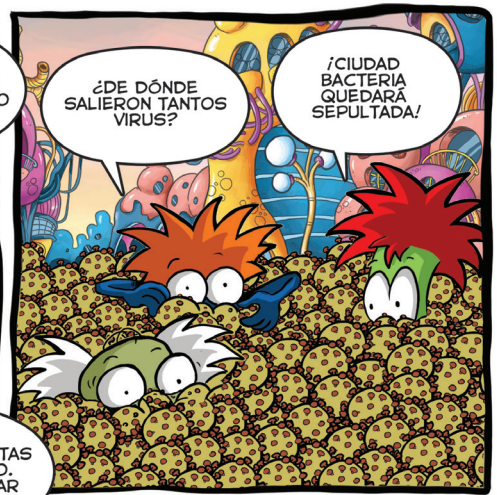
Directores: M^a Dolores Castro López y Alejandro Manuel Labella Vera

Centro: Departamento de Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, 29071 Málaga, España.

La enfermedad de linfocistis (LCD) es una de las principales patologías víricas descrita en las piscifactorías de dorada (*Sparus aurata*) en el área mediterránea. El agente causal

de esta enfermedad en dorada es el *Lymphocystis disease virus 3* (LCDV-Sa), especie recientemente reconocida en el género *Lymphocystivirus*, familia *Iridoviridae*. Los objetivos principales de esta tesis doctoral fueron profundizar en el estudio de la patogénesis del LCDV-Sa en *S. aurata*, y desarrollar una vacuna DNA para la prevención de la infección viral. Los resultados obtenidos permitieron determinar que la respuesta inmune de dorada frente a la infección por LCDV-Sa se caracteriza por una activación parcial del sistema IFN tipo I, acompañada de una falta de respuesta inflamatoria sistémica, que unido a la activación temprana de la expresión de *il10*, permitiría el establecimiento de una infección asintomática persistente. También se ha demostrado que existe una relación directa entre la carga viral y la aparición de signos de la enfermedad, estimándose que

una carga viral de 10³ copias DNA vírico/mg de tejido podría ser un buen indicador de riesgo para que se produzca un brote de linfocistis en una población de doradas portadoras del virus. Finalmente, la vacuna DNA desarrollada, administrada mediante inyección intramuscular, protege a doradas juveniles frente a la infección por LCDV-Sa a los 21 d post-vacunación, impidiendo la multiplicación vírica y/o propiciando la eliminación del virus. En las doradas vacunadas se produce la expresión diferencial de diversos inmunogenes relacionados fundamentalmente con una respuesta inflamatoria sistémica y con una activación de células del sistema inmune en la mucosa intestinal. Además, se ha demostrado una respuesta inmune humoral adaptativa identificada mediante la detección de anticuerpos neutralizantes en el suero a los 3 meses post-vacunación.





SEM@foro
Revista de la Sociedad Española de Microbiología



UNIVERSIDAD DE JAÉN



XXII Congreso Nacional de Microbiología de los alimentos

Jaen, 15-18 de septiembre de 2020