



Originales Breves

MicroMundo@Sevilla: La lucha contra la resistencia a los antibióticos continúa

MicroMundo@Sevilla: The fight against antibiotic resistance continues

de la Haba RR, Sánchez-Porro C*

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

* Correspondencia: sanpor@us.es

Recibido 1 de julio de 2024, aceptado 16 de julio de 2024.

Resumen: El proyecto MicroMundo nació en 2012 en Estados Unidos motivado por la necesidad de concienciación ciudadana frente al gran problema de las resistencias bacterianas a los antibióticos. Este proyecto también tiene el objetivo de motivar a los estudiantes a decantarse por carreras relacionadas con la investigación científica, ya que cada vez hay menos alumnos interesados en dedicarse profesionalmente a esta faceta. MicroMundo llegó a la Universidad de Sevilla (MicroMundo@Sevilla) en el año 2017 canalizado por el Departamento de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Farmacia, habiéndose completado con rotundo éxito en el curso 2023/2024 la VI edición de esta iniciativa, en la que han participado 11 centros educativos, 36 docentes e investigadores de la Universidad de Sevilla, 14 estudiantes universitarios y 564 alumnos de Secundaria, Bachillerato y Ciclos Formativos de Sevilla y provincia y en la que se han conseguido aislar 80 cepas potencialmente productoras de antibióticos. Hay que destacar en esta edición la satisfacción del alumnado de los centros educativos, que ha quedado patente mediante los resultados de una completa encuesta de opinión. A pesar del éxito del proyecto en general, lamentamos la escasa participación de los estudiantes universitarios, muy inferior a la esperada pese a haber empleado diversas estrategias para su captación; no obstante, los que se han involucrado refieren que ha sido una grata experiencia. Por tanto, un aspecto a mejorar en futuras ediciones consistirá en la búsqueda de soluciones para incentivar la participación de este grupo de alumnos.

Abstract: The MicroMundo project originated in 2012 in the United States on account of the need to raise public awareness of the major problem of bacterial resistance to antibiotics. This project also aims to motivate students to opt for careers related to scientific research, since the number of people

devoted to this profession is decreasing. MicroMundo came to the University of Sevilla (MicroMundo@Sevilla) in 2017 through the Department of Microbiology and Parasitology of the Faculty of Pharmacy. In the 2023/2024 school year, the VI edition of this initiative has been completed with resounding success, in which 11 education centers, 36 teachers and researchers from the University of Sevilla, 14 undergraduate students, and 564 high school students from the city and the province of Sevilla have participated, and in which 80 potentially antibiotic-producing strains have been isolated. It is worth highlighting in this edition the satisfaction of the pre-university students, which has been evidenced by the results of a complete opinion survey. In spite of the success of the project in general, we regret the low participation of undergraduate students, much lower than expected despite having used various strategies to attract them; however, those who have been involved report a pleasant experience. Therefore, one aspect to be improved in the future editions will be to find solutions to encourage the participation of this group of students.

Palabras clave: Microbiología; resistencia antibióticos; ESKAPE; vocaciones científicas; aprendizaje-servicio; divulgación científica.

Keywords: Microbiology; antibiotic resistance; ESKAPE; scientific vocation; service-learning; popular science.

1. Introducción

MicroMundo@Sevilla es un proyecto innovador que anima a los estudiantes preuniversitarios a interesarse por carreras científicas mientras aborda una amenaza mundial para la salud: la disminución de la eficacia de los antibióticos, que actualmente constituye un problema muy relevante debido a la existencia de bacterias multirresistentes inmunes a, prácticamente, todo nuestro arsenal terapéutico. Esta circunstancia unida a que cada vez se invierte menos dinero en la búsqueda de nuevos antibióticos han convertido a las “superbacterias” en la nueva “pandemia silenciosa” que pone en riesgo a la salud pública mundial [1]. La descripción detallada del proyecto MicroMundo@Sevilla se puede consultar en una publicación previa [2].

La iniciativa MicroMundo@Sevilla tiene como finalidad concienciar a la población sobre el uso racional de los antibióticos a la par de despertar vocaciones científicas. El proyecto comenzó a funcionar de la mano de un equipo en la Universidad de Yale (EE.UU.) en 2012 y ha crecido exponencialmente tanto en el país de origen como a nivel mundial. En España esta idea se puso en marcha en 2016 a través de la Universidad Complutense de Madrid. La Universidad de Sevilla se unió al proyecto en el año 2017, liderada por los profesores Rafael Ruiz de la Haba y Cristina

Sánchez-Porro, del Departamento de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Farmacia, y con la participación de solo unos pocos docentes e investigadores de dicha Facultad [3]. Actualmente participan en el proyecto profesores y científicos de las Facultades de Farmacia, de Biología y de Medicina. A lo largo de todas las ediciones de MicroMundo@Sevilla, han colaborado 14 centros educativos distintos (la mayoría de ellos en múltiples cursos académicos) y se ha trabajado con casi 2000 alumnos preuniversitarios [4]. Este curso académico 2023/2024 se ha llevado a cabo la VI edición de MicroMundo@Sevilla, en la que destaca como novedad la realización de unas elaboradas encuestas de opinión a los alumnos de los centros de enseñanza participantes para valorar el interés en el proyecto e identificar los puntos de mejora para futuras ediciones.

El proyecto implementa la estrategia educativa de Aprendizaje-Servicio y Ciencia Ciudadana denominada “crowdsourcing”. MicroMundo instruye y motiva a los estudiantes a la vez que alerta, divulga y presta un servicio a la sociedad. Para ello se implica a estudiantes universitarios en la enseñanza a alumnos de centros educativos, de manera que sean los primeros los que directamente interaccionen con los últimos, mejorando así la “conexión” entre ambos debido, entre otras cosas, a su cercanía de edad [5].

Los objetivos concretos de MicroMundo@Sevilla son: i) crear interés y vocación por la investigación sanitaria en los jóvenes estudiantes preuniversitarios; ii) concienciar a la sociedad sobre el problema mundial que supone la resistencia bacteriana y el mal uso de los antibióticos; iii) descubrir nuevas sustancias con capacidad antimicrobiana. Para alcanzar estas metas se planificaron cinco visitas a cada centro educativo donde se realizaron prácticas de microbiología con los alumnos. Las muestras ambientales objeto de análisis fueron aportadas y manipuladas por los propios estudiantes preuniversitarios para tratar de aislar microorganismos productores de antibióticos, con la esperanza de descubrir nuevas moléculas bioactivas, a la vez que ellos van adquiriendo conciencia de la problemática de la resistencia a los antibióticos y se va despertando su curiosidad por la ciencia [2].

2. Material y métodos

2.1. Recursos humanos

MicroMundo@Sevilla está coordinada por los profesores Cristina Sánchez-Porro y Rafael Ruiz de la Haba, del Departamento de Microbiología y Parasitología de la Universidad de Sevilla, impulsores del nodo sevillano de la red e instructores para la formación del resto de científicos participantes. En concreto, en el curso académico 2023/2024 han colaborado 36 profesores e investigadores, en su mayoría de la Facultad de Farmacia, pero también algunos pertenecientes a las Facultades de Biología y de Medicina, cuyos nombres se citan a continuación por orden alfabético: Tania Antón, Julia Barrau, José Antonio Carrasco, Rocío Carvajal, Manuel de Miguel, Iván Delgado, Ana Durán, Rocío de la Encarnación Fernández, Noris Jarleny Flores, Ángela Fontán, Cristina Galisteo, Alicia García, Ángela M^a García, Rosa García, María González, Abel Heredia, Uriel Alejandro Ibarra, M^a José León, Francisco Javier López, Guillermo Martínez, Rebeca M^a Mejías, Manuel Merinero, M^a de Lourdes Moreno, Salvadora Navarro, Beatriz Pérez, Francine Piubeli, Julia Rivero, Ignacio Rodríguez, Elena Romano, Ángela Ruiz, M^a Antonia Sánchez, Verónica Segura, Pedro Valle y Antonio Ventosa. Estas personas han participado en la organiza-

ción del material, planificación y realización de las sesiones en los centros educativos, y recogida y difusión de los resultados.

Dado que la actividad emplea la estrategia Aprendizaje-Servicio se ha implicado también a estudiantes universitarios. En particular, la VI edición ha contado con la participación de 14 alumnos de la Universidad de Sevilla, en su mayoría estudiantes del Grado en Farmacia y también del Máster Universitario en Genética Molecular y Biotecnología. Se detallan sus nombres a continuación por orden alfabético: Natalia Blanco, Alejandro Caballero, Milagros Correia, Paula Cortés, Lucía de Arcos, Andrea Durán, Isaías Gómez, Alejandro Jiménez, Clara López, Lucía Mateos, Eduardo Muñoz, María Nuñez, Blanca Reyero y Marta Tello. Estos colaboradores si bien han sido los encargados de preparar el material utilizado en las visitas, su labor fundamental ha consistido en transmitir la información a los estudiantes de los centros educativos de una manera más efectiva, ya que por proximidad de edad utilizan un lenguaje y unas expresiones más en sintonía con los preuniversitarios.

2.2. Centros educativos

Para poder desarrollar esta actividad es muy importante que los centros educativos donde se forman los estudiantes a los que va dirigida se adhieran al programa. Hay que resaltar que, si bien en los primeros años fue necesaria una búsqueda activa de instituciones de enseñanza que quisieran involucrarse, en las últimas ediciones son los propios centros educativos los que solicitan su participación. De hecho, actualmente hay más demanda que oferta, por lo que algunos colegios e institutos han quedado en "lista de espera" para poder participar más adelante.

En esta VI edición de MicroMundo@Sevilla 2023/2024 se han visitado 11 centros educativos pertenecientes a Sevilla capital y provincia, concretamente, Colegio San Antonio María Claret, Colegio BVM Irlandesas de Bami, Colegio Mercedes, Colegio Sagrada Familia de Urgel, Colegio Salesianos de Triana, Colegio San Miguel-Adoratrices, Highlands School, Ilerna, Instituto de Enseñanza Secundaria Alvareda, Instituto de Enseñanza Secundaria Velázquez y

SAFA Blanca Paloma. Previamente a la realización de la actividad se requirió a estas instituciones la obtención de un permiso paterno en el caso de participación de menores de edad y, opcionalmente, una autorización a todos los estudiantes para poder tomar fotografías durante las sesiones.

2.3. Material de laboratorio

Para cada uno de los grupos participantes en cada centro educativo se desarrollaron un total de cinco sesiones de 1 hora de duración en las que se hizo uso de material específico de laboratorio. Dicho material se preparó y se organizó en los laboratorios de los distintos Departamentos de la Universidad de Sevilla a los que pertenecían los investigadores responsables y se transportó a cada centro educativo antes del inicio de cada sesión.

El instrumental necesario engloba, por un lado, material fungible de laboratorio como medios de cultivo, herramientas de trabajo estériles (asas de siembra, escobillones, puntas de pipeta), equipos de protección (batas, guantes, bolsas de autoclavado, etc.) y, por otro lado, material inventariable, en concreto pipetas de volumen fijo. Adicionalmente, se ha utilizado material biológico consistente en cepas microbianas inocuas de referencia muy similares evolutivamente a las “superbacterias” patógenas multirresistentes conocidas como microorganismos ESKAPE (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Enterobacter* spp.) [6]. Concretamente, las bacterias no patógenas empleadas han sido *Pseudomonas putida*, *Enterococcus faecalis*, *Bacillus subtilis*, *Acinetobacter baylyi* y *Escherichia coli*. Estas cepas de referencia se obtuvieron de la colección de cultivo del laboratorio de Microorganismos Halófilos BIO213, del Departamento de Microbiología y Parasitología de la Universidad de Sevilla.

Una vez termina cada visita, los cultivos se trasladaron para su incubación a los laboratorios de la Universidad de Sevilla, respetando las correspondientes normas asepticas y de seguridad biológica. Igualmente, el material sobrante y los residuos biológicos generados durante la prác-

tica se retiraron del centro educativo para su reutilización o destrucción en los laboratorios universitarios.

2.4. Encuestas de satisfacción

Para conocer la opinión de los estudiantes de los centros educativos sobre la iniciativa MicroMundo@Sevilla y su grado de satisfacción tras haber realizado la actividad se creó un formulario con 11 preguntas que debían valorarse del 1 (nada satisfecho) al 5 (totalmente satisfecho). Además, se insertó en la encuesta un espacio de texto libre para que los alumnos describiesen los aspectos más positivos y más negativos de la iniciativa propuesta. Asimismo, se les pidió indicar la edad, sexo y centro educativo. Para fomentar su realización y facilitar la recolección de los resultados, el sencillo cuestionario se puso a disposición de los estudiantes preuniversitarios mediante las respectivas Plataformas Educativas de las que dispone cada centro. Los resultados obtenidos se recopilaron en una hoja de cálculo para su posterior análisis.

3. Resultados

3.1. Estudiantes preuniversitarios de los centros educativos participantes

En esta VI edición de MicroMundo@Sevilla se ha superado el número de alumnos participantes con respecto a ediciones anteriores, siendo este de 564. Cabe destacar también la diversidad de estudios que realizan los alumnos implicados, siendo en su mayoría estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), pero también de Bachillerato y de diversos Ciclos Formativos de Grado Medio y Superior (Tabla1).

Tabla 1. Estudiantes preuniversitarios participantes en MicroMundo@Sevilla 2023/2024 distribuidos por centros educativos.

Centro educativo	Nº de alumnos	Nº de grupos	Curso
Colegio San Antonio M ^a Claret	107	4	1º ESO 1º Bachillerato
Colegio BVM Irlandesas de BAMI	53	2	4º ESO
Colegio Mercedes	60	2	1º ESO
Colegio Sagrada Familia de Urgel	55	2	4º ESO
Colegio Salesianos de Triana	25	1	1º Bachillerato
Colegio San Miguel-Adoratrices	87	3	1º Ciclo Formativo de Grado Medio de Técnicos en Operaciones de Laboratorio 1º Ciclo Formativo de Grado Medio de Técnicos en Farmacia y Parafarmacia
Highlands School	27	1	1º Bachillerato
Ilerna	51	2	1º Ciclo Formativo de Grado Superior de Técnicos en Anatomía Patológica y Citodiagnóstico 1º Ciclo Formativo de Grado Superior de Técnicos en Laboratorio Clínico y Biomédico
Instituto de Enseñanza Secundaria Alvareda	26	1	1º Bachillerato
Instituto de Enseñanza Secundaria Velázquez	23	2	1º Bachillerato 2º Bachillerato
SAFA Blanca Paloma	50	2	4º ESO
11	564	22	TOTAL

3.2. Estudiantes universitarios y profesores e investigadores participantes

En el curso académico 2023/2024 MicroMundo@Sevilla ha contado con la colaboración de 36 docentes e investigadores de la Universidad de Sevilla (28 de la Facultad de Farmacia, cuatro de la Facultad de Biología y otros cuatro de la Facultad de Medicina); sin embargo, sólo han participado 14 alumnos universitarios (12 del Grado en Farmacia y dos del Máster Oficial en Genética Molecular y Biotecnología), siendo en contraposición esta VI edición la que menos representación estudiantil ha presentado. Desde el curso 2021/2022 (IV edición) comenzó a observarse que la participación de los alumnos universitarios no era muy elevada, por lo que se implementaron desde entonces algunas novedades con respecto a otras ediciones.

La gran mayoría de los profesores e investigadores implicados en el proyecto pertenecen al Departamento de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Farmacia. Dicho Departamento tiene asignada la docencia de la asignatura Ampliación de Microbiología, de 7,5 ECTS y de carácter obligatorio en el tercer curso del Grado en Farmacia y del Doble Grado en Farmacia y en Óptica y Optometría. A partir del curso 2021/2022 se incluyó en las clases prácticas de esta asignatura (que se realizan durante 5 días consecutivos) una actividad denominada MicroMundo, en la que se le explica al alumnado el proyecto, se le anima a participar y estos reproducen exactamente las mismas técnicas microbiológicas que se llevarán a cabo en cada una de las sesiones en los centros educativos. Por tanto, los estudiantes

que hayan cursado la asignatura Ampliación de Microbiología y que quieran colaborar en MicroMundo@Sevilla no necesitan realizar el curso “training” que de otro modo tendrían que completar antes de participar en el proyecto.

La otra novedad que se ha incluido en esta VI edición es la convalidación de la participación en la iniciativa MicroMundo@Sevilla por 1 ECTS (equivalente a 25 horas). De esta manera, los alumnos colaboradores podrán solicitar el reconocimiento de ese ECTS como parte de los créditos de libre configuración que deben realizar para obtener el título de Grado/Doble Grado universitario.

3.3. Desarrollo de la actividad

La iniciativa planteada consiste en cinco visitas a cada uno de los centros de enseñanza a los que se desplazan los profesores, investigadores y estudiantes universitarios. De manera muy resumida se enumeran cada una de las sesiones: (i) presentación del proyecto, reparto a cada alumno del “kit” de recogida de muestra y explicación de las instrucciones para su uso; (ii) resuspensión de las muestras individuales de cada alumno en solución salina, preparación de diluciones seriadas y siembra de estas en placas de Petri (Figura 1); (iii) observación del crecimiento microbiano en los medios inoculados en la sesión anterior y selección de colonias para su aislamiento en cultivo puro y posterior estudio; (iv) confrontación de los microorganismos aislados a las bacterias inofensivas de referencia (estrechamente emparentadas con los patógenos “ESKAPE”), con el fin de detectar posibles fenómenos de antibiosis; y (v) detección de aislados con potencial capacidad para producir antibióticos (cepas positivas) y registro para su posterior estudio.

En todos los centros educativos en los que se ha realizado la experiencia MicroMundo@Sevilla en el curso 2023/2024, a excepción del colegio SAFA Blanca Paloma, se han aislado cepas positivas con potencial capacidad de antibiosis. El número total de estos microorganismos productores de antibióticos ascendió a 80 aislados, con actividad antagonista frente a especies de los géneros *Escherichia* (42 cepas), *Acinetobacter* (11 cepas), *Bacillus* (4 cepas), *Enterococcus* (19 cepas) y *Pseudomonas* (4 cepas). En la Figura 2 se muestran las cepas

positivas encontradas en función del microorganismo cuyo crecimiento inhiben y agrupadas por centros de enseñanza.

Tras las seis ediciones de este proyecto disponemos actualmente de una extensa colección de microorganismos potencialmente productores de antibióticos conservada en el Departamento de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Farmacia. Constituye un material muy valioso para el cual se tiene previsto un estudio más detallado en los próximos meses.



Figura 1. Alumnos del Colegio San Antonio Mª Claret realizando diluciones seriadas en la segunda sesión de MicroMundo@Sevilla 2023/2024.

3.4. Cepas aisladas con valor potencial como productoras de antibióticos

3.5. Valoración de la actividad

Para conocer de primera mano la opinión de todos los participantes y con el propósito de mejorar la actividad para futuras ediciones, se realizó un sondeo a los alumnos de los centros educativos, estudiantes universitarios y profesores e investigadores colaboradores. A tal fin, se ha celebrado una Jornada de Clausura (virtual) con los estudiantes universitarios y docentes e investigadores que se han integrado en el equipo de la VI edición de MicroMundo@Sevilla, en la cual se han puesto en común las experiencias y opiniones de estos. Hay que resaltar que los alumnos universitarios valoran la iniciativa de forma muy positiva y aseguran que repetirán el próximo curso. Con respecto a los profesores y científicos es digna de mención su labor desinteresada y, al igual que los estudiantes universitarios, han manifestado su satisfacción con el proyecto y su deseo de participar en la siguiente edición.

Por otro lado, las encuestas de satisfacción “on-line” destinadas a los alumnos de los centros de enseñanza participantes fueron completadas por 302 personas (122 hombres y 180 mujeres) y los resultados obtenidos agrupados por pregunta y por centro se reflejan en las Figuras 3 y 4, respectivamente. Se excluyeron del estudio el Colegio Salesianos de Triana, el Instituto de Enseñanza Secundaria Alvareda y el Instituto de Enseñanza Secundaria Velázquez debido al reducido número de encuestas recojidas que im-

pedían la significancia estadística de los resultados. En cuanto a las preguntas de respuesta libre las opiniones han sido bastantes dispares, aunque muchos alumnos valoran positivamente el haber tenido la oportunidad de aprender distintas técnicas microbiológicas y convertirse en científicos por unos días, mientras que como aspecto negativo recalcan el mal olor de las placas de Petri, aspecto totalmente circunstancial al que cualquier microbiólogo profesional acaba acostumbrándose.

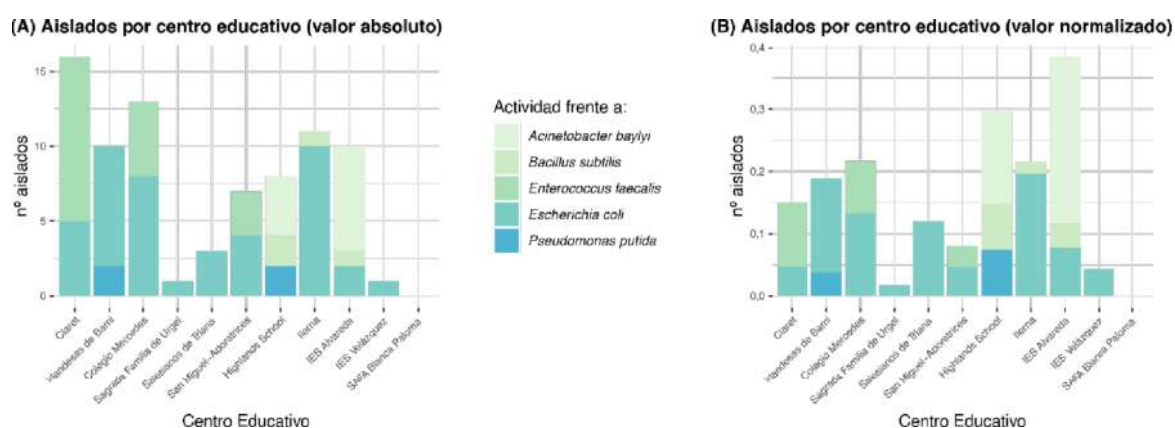


Figura 2. Cepas aisladas en el proyecto MicroMundo@Sevilla 2023/2024 con actividad antimicrobiana frente a microorganismos inocuos análogos a los patógenos ESKAPE agrupadas por centros educativos. El número de aislados positivos se muestra en valores absolutos (A) y en valores normalizados en función del número de alumnos participantes (B).

4. Discusión

Desde los orígenes de MicroMundo@Sevilla en el curso académico 2017/2018 se han completado seis ediciones de manera ininterrumpida, a excepción del curso 2020/2021 en el que no se pudo realizar el proyecto debido a la imposibilidad de hacer las visitas a los centros educativos motivada por la pandemia de COVID-19. De toda la serie MicroMundo@Sevilla, esta VI edición ha sido la más exitosa en cuanto a número de profesores e investigadores colaboradores, con un total de 36. También ha sido, junto con la edición del curso 2022/2023, la que ha contado con un mayor número de centros educativos implicados (11 en total), aunque en esta VI edición han participado más alumnos preuniversitarios (564 frente a los 455 del curso anterior) [3]. Sin embargo, donde no se han cumplido las expectativas, habiendo incluso un leve descenso con respecto a ediciones pasadas, ha sido en el número de estudiantes uni-

versitarios que han colaborado en el proyecto. En la presente edición sólo se han involucrado 14 estudiantes de la Universidad de Sevilla. Esta tendencia decreciente ya se había observado con anterioridad, puesto que en las II y III ediciones participaron 20 y 25 alumnos, respectivamente, mientras que en las tres últimas IV-VI ediciones (cursos 2021/2022, 2022/2023 y 2023/2024), todas ellas postpandémicas, la participación ha bajado considerablemente rondando los 10-15 estudiantes. Desde la IV edición se introdujo como novedad la inclusión del curso “training” (necesario para poder participar en las actividades de MicroMundo@Sevilla) como una práctica de laboratorio en la asignatura obligatoria Ampliación de Microbiología, de 3^{er} curso del Grado en Farmacia y del Doble Grado en Farmacia y en Óptica y Optometría de la Universidad de Sevilla. Entre las razones de la escasa participación estudiantil se pensaba que estaba la falta de tiempo, puesto que los universitarios no solo tenían que preparar

el material y acudir a las cinco sesiones en los centros, sino que además tenían que invertir otros cinco días formándose mediante la realización del curso “training”. Por tanto, la inclusión de esta práctica obligatoria para todos los alumnos del Grado/Doble Grado se hizo con vistas a redu-

cir el tiempo extra que implicaba la colaboración en MicroMundo@Sevilla y así incentivar su participación. Desgraciadamente, la realidad es que hasta la fecha no se ha conseguido aumentar el número de cooperadores universitarios con esta medida.

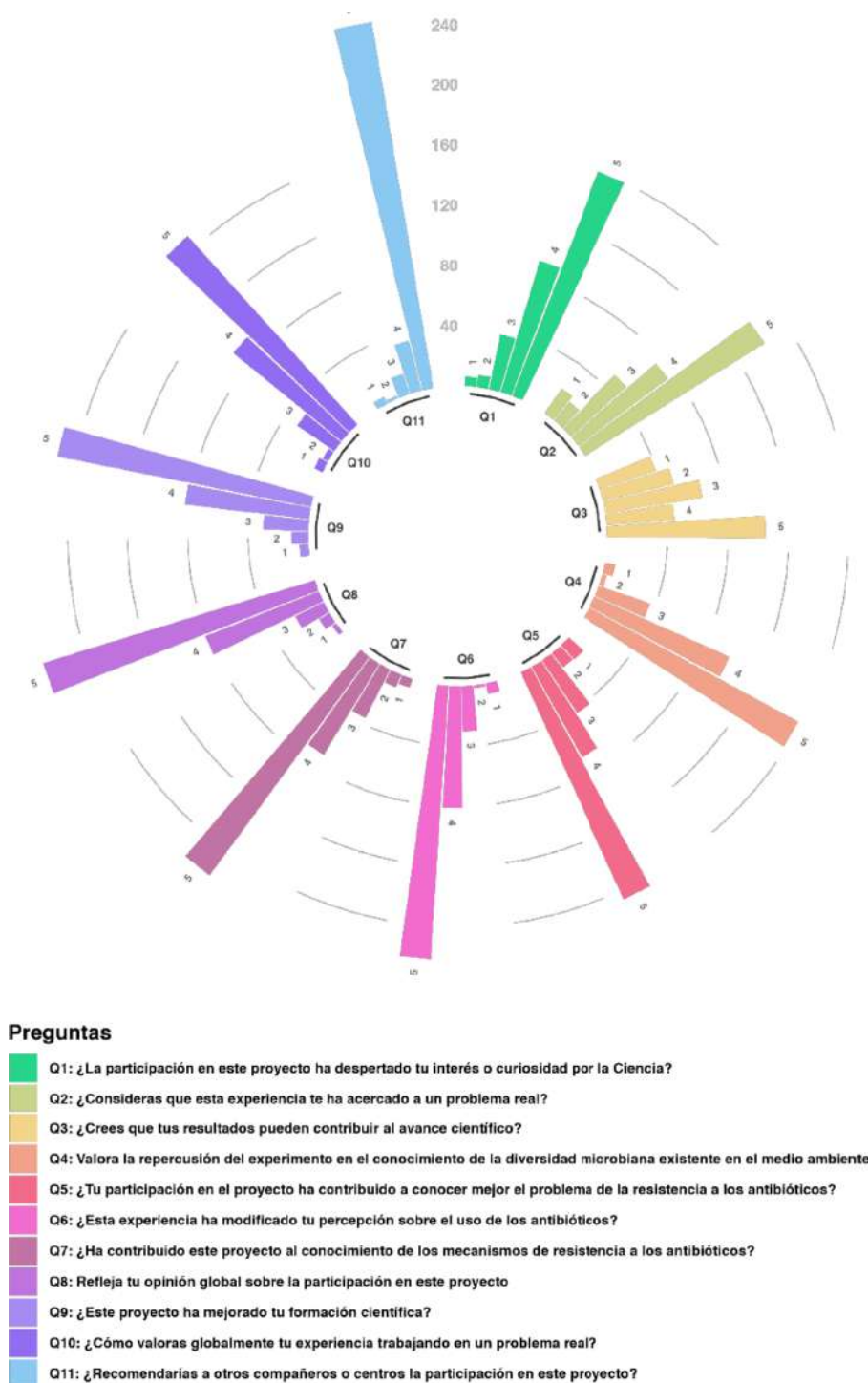


Figura 3. Resultados de las encuestas realizadas a los alumnos de los centros educativos participantes en la VI edición de MicroMundo@Sevilla agrupados por pregunta. Las valoraciones oscilan entre 1 (nada satisfecho) y 5 (totalmente satisfecho).

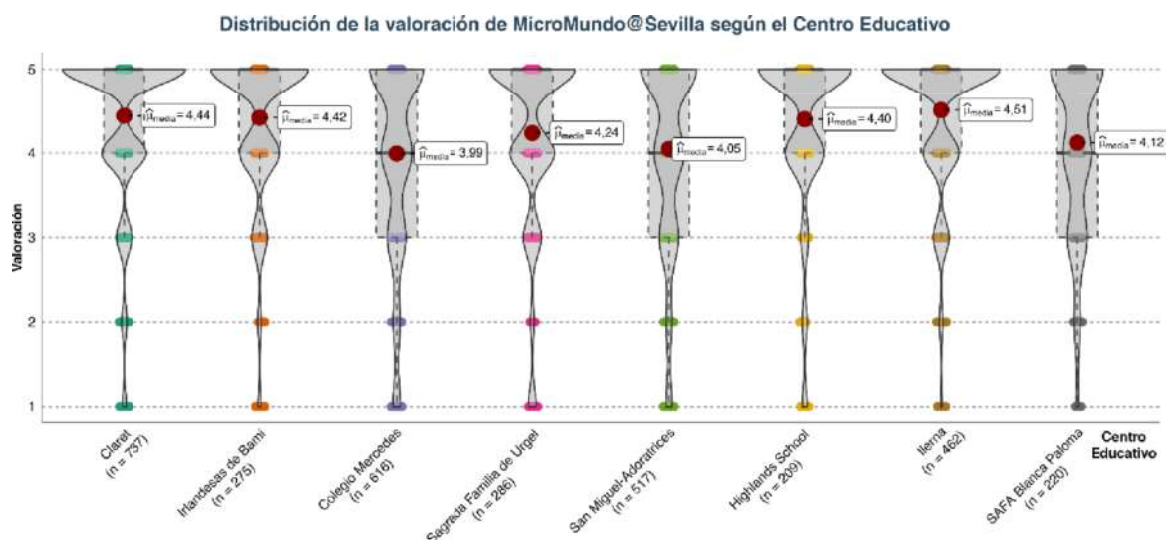


Figura 4. Diagrama combinado de violín y de cajas y bigotes mostrando la valoración del proyecto MicroMundo@Sevilla 2023/2024 por los estudiantes preuniversitarios según el centro de enseñanza. Las valoraciones oscilan entre 1 (nada satisfecho) y 5 (totalmente satisfecho). La puntuación media obtenida de cada centro educativo se indica con un círculo rojo.

En la actual VI edición se ha añadido otra novedad consistente en que los alumnos colaboradores de MicroMundo@Sevilla, si lo solicitan, pueden convalidar su participación en la actividad por 1 ECTS, que computa a todos los efectos en el total de créditos de libre configuración necesarios para obtener la titulación universitaria. Lamentablemente, esta estrategia tampoco ha funcionado como se esperaba, pues solo tres de los 14 alumnos cooperadores han solicitado la convalidación, no siendo este el motivo que los llevó a participar. El intercambio de opiniones con estos estudiantes colaboradores ha confirmado que la falta de implicación de sus compañeros se debe a la saturación de clases teóricas, prácticas y exámenes a la que están sometidos durante el año académico. Además, existen alternativas con menor requerimiento de tiempo para conseguir créditos de libre configuración. En consecuencia, hay que seguir buscando alicientes para fomentar la participación estudiantil, ya que los universitarios constituyen una pieza fundamental en este proyecto.

Por otro lado, la falta de colaboradores universitarios ha derivado en una mayor carga de trabajo para los profesores e investigadores implicados, que han tenido que organizarse en parejas/tríos para poder realizar la actividad de manera correcta y poder atender a todos los alumnos de cada grupo (de media unos 25). Esto ha supuesto

que no se hayan podido atender todas las peticiones recibidas de los centros educativos por falta de personal docente y científico, que no pueden descuidar sus otras obligaciones laborales.

En esta VI edición se han realizado por vez primera de forma masiva cuestionarios de opinión a los estudiantes de los centros de enseñanza, recogidas mediante un formulario on-line para facilitar su cumplimentación y análisis. El índice de participación en estas encuestas ha sido elevado, con un 53,5% (302 de 564 alumnos preuniversitarios). Los resultados obtenidos ponen de manifiesto el alto grado de satisfacción con el proyecto. Una de las preguntas que consideramos de mayor interés es la cuestión 11: “¿Recomendarías a otros compañeros o centros la participación en este proyecto?”. Ha sido precisamente esa pregunta la que ha obtenido mejor valoración, con una puntuación media de 4,71 sobre 5. Por consiguiente, se puede afirmar fehacientemente que el proyecto MicroMundo@Sevilla tiene una excelente acogida entre los alumnos preuniversitarios.

5. Conclusiones

La resistencia a los antibióticos es un problema real de la sociedad que debe atajarse desde distintos frentes. El proyecto MicroMundo@Sevilla

pone su granito de arena para concienciar a la población más joven sobre esta “pandemia silenciosa” e insta a que los propios adolescentes, a su vez, transmitan la información a sus familiares y amigos para que entre todos se promueva el uso racional de los compuestos antimicrobianos.

La VI edición del proyecto MicroMundo@Sevilla ha sido un éxito de participación en cuanto a centros educativos, alumnos preuniversitarios y profesores e investigadores. En cambio, son necesarias otras estrategias para lograr una mayor implicación de estudiantes universitarios.

Los resultados de las encuestas realizadas a los estudiantes de los centros educativos arrojan resultados muy satisfactorios, siendo la media global superior a 4,26 puntos (sobre un máximo de

5). Los frutos cosechados nos animan a continuar con esta iniciativa en los años venideros.

Agradecimientos

La VI edición del proyecto MicroMundo@Sevilla no podría haberse llevado a cabo sin el apoyo del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Sevilla (VII Plan Propio de Investigación y Transferencia, acción IV.2. Ayudas para Actividades de Divulgación Científica – Anualidad 2024) y de la Facultad de Farmacia, que han financiado los costes de ejecución del proyecto. Por ello los autores quieren agradecer explícitamente su contribución e implicación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. World Health Organization. Antimicrobial resistance [Internet]. Noviembre 2021 [consultado 25 mayo 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>.
2. Sánchez-Porro C, de la Haba RR. MicroMundo@Sevilla: ¿resistiremos la próxima pandemia? *Rev Esp Cien Farm.* 2024;4(1):175-84.
3. de la Haba RR, Sánchez-Porro C. Aprendizaje-servicio aplicado a la resistencia a antibióticos: MicroMundo. En: Llorente-Cejudo MC, Barragán-Sánchez R, Pérez-Rodríguez N, Martín-Párraga L, editores. Enseñanza e innovación educativa en el ámbito universitario. Ciudad de Madrid: Dykinson S.L.; 2024. p. 573-84.
4. Sánchez-Porro C, de la Haba RR, Ventosa A. Apuesta del Departamento de Microbiología y Parasitología de la Universidad de Sevilla por la Innovación Docente y la Difusión en Microbiología. *SEM@foro.* 2020;69:30-1.
5. Kenny ME, Gallagher LA. Service-Learning: a history of systems. En: Kenny ME, Simon LAK, Kiley-Brabeck K, Lerner RM, editores. Learning to serve: promoting civil society through service learning. Boston, MA: Springer; 2002. p. 15-29. doi: 10.1007/978-1-4615-0885-4_2.
6. Mulani MS, Kamble EE, Kumkar SN, Tawre MS, Pardesi KR. Emerging strategies to combat ESKAPE pathogens in the era of antimicrobial resistance: a review. *Front Microbiol.* 2019;10:539. doi: 10.3389/fmicb.2019.00539.

Este trabajo debe ser citado como:

de la Haba RR, Sánchez-Porro C. MicroMundo@Sevilla: La lucha contra la resistencia a los antibióticos continúa. *Rev Esp Cien Farm.* 2024;5(1):84-93.

rescifar