

# ***Crowdsourcing* como Herramienta para afrontar el Problema Emergente de la Resistencia a Antibióticos**

## **Crowdsourcing as a Tool to face the Antibiotic Resistance**

Julio Sempere García, Conrado Martín Gómez y Amparo Martínez Domínguez

Tutora:

Covadonga Vázquez Estévez

Universidad Complutense de Madrid

### *Resumen*

En la actualidad nos encontramos con varias crisis: el problema ignorado durante años de las bacterias multirresistentes a los antibióticos; la sociedad está poco concienciada sobre el uso correcto de estos, siendo en España grave este problema; otra crisis relevante es la falta de vocaciones científicas. De esta serie de problemas, nace el proyecto Small World Initiative, en el cual mediante *crowdsourcing* pretendemos concienciar a las nuevas generaciones del problema de la resistencia a antibióticos además de incrementar las vocaciones científicas. Se han obtenido resultados positivos tanto científicos como docentes, aislando bacterias ambientales productoras de antibiosis y obteniendo una excelente respuesta de participación, con una satisfacción global del 82% por parte de los alumnos partícipes del proyecto. Todo esto son resultados prometedores para la aplicación de este proyecto en otras universidades españolas y en diferentes comunidades autónomas. .

*Palabras clave: resistencia, antibiosis, crowdsourcing, concienciación, docencia.*

### *Abstract*

A crisis has been emerging in the past years: bacteria resistance to the known antibiotics, which has been ignored by society for years; we have misused antibiotics, there is a need for education about the correct use of them; also, there is a lack of vocation to STEM fields in the new generations. These led to the beginning of the Small World Initiative project. We have used crowdsourcing to educate future generations about the problem and find new antibiotics in ambient bacteria. We had positive results of both scientific, having positive antibiosis against friendly relatives of ESKAPE microorganisms; also at the educational labor with an 82% of satisfaction with the students. These results give us hope for the application of this project in other Spain universities in the different states and also that this problem will be relevant for the future society.

*Keywords: resistance, antibiosis, crowdsourcing, awareness, education.*

## Introducción

En la actualidad nos enfrentamos a uno de los mayores desafíos de este siglo, la resistencia bacteriana a los antibióticos. Todo esto acrecentado por el uso inadecuado de antibióticos en los diferentes sectores (industria alimentaria, ganadería, clínica, etc.) y además agravado por el incremento millonario de costes médicos debido a la resistencia (Plan Nacional de Resistencia a Antibióticos, 2014; Organización Mundial de la Salud, 2014). Nos queda una idea clara: es imposible evitar la resistencia, pero podemos hacer que esta no aumente (San Millán et al., 2015).

También urge solucionar otro problema, la falta de motivación científica en las nuevas generaciones, según datos del Comité de Asesores sobre Ciencia y Tecnología del presidente de EEUU, 2011, la mayoría de estudiantes de primer año universitario en el campo de ciencias, acaban por realizar una carrera en otras ramas. Estos mismos datos se pueden extrapolar a nuestro país, el último año sólo cuatro de cada 10 estudiantes universitarios madrileños optaron por las carreras llamadas STEM (Ciencias, Ingenierías, Tecnologías o Matemáticas) (Eurostat, 2016), los alumnos matriculados en Ciencias fueron un 5,4 %, la mitad de los estudiantes que lo hacían hace 15 años.

De este diagnóstico nace el Small World Initiative, un proyecto concebido en la universidad de Yale (Handelsman, 2012) y trasladado a España por la Universidad Complutense de Madrid. Un proyecto aprendizaje-servicio que compromete a alumnos de enseñanza secundaria supervisados por estudiantes y profesores universitarios

Con este proyecto pretendemos utilizar el *crowdsourcing* para descubrir nuevos antibióticos producidos por bacterias ambientales de muestras de suelos del territorio español. Además, lo utilizamos para concienciar a la sociedad, educando sobre la dificultad de encontrar nuevos antibióticos y el uso adecuado de los mismos. Esto también nos servirá para despertar interés científico en las nuevas generaciones acercando un problema real a las aulas.

## Materiales y métodos

Kit de recogida de muestra estéril: tubo estéril de plástico, espátula, guantes de vinilo, regla y móvil para la toma de coordenadas. Medios de cultivo: TSA (TryptoneSoy Agar) con cicloheximida, TSA al 10% y suero salino. Placas de Petri y bolas de vidrio estériles para extender los inóculos. Se realizó un registro con las muestras de suelo anotando todos los datos relevantes acerca del entorno. Se realizó un banco de diluciones ( $10^{-1}$ -  $10^{-6}$ ) para aislar microorganismos. Para los ensayos de antibiosis se utilizaron seis cepas testigo (tabla 1)

Tabla 1

Relación de microorganismos patógenos y sus correspondientes testigos.

Patógeno (ESKAPE)	Microorganismos testigo
(Gram-positivas)	<i>Bacillus subtilis</i>
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
<i>Klebsiella spp.</i> (y otras Gram negativas)	<i>Escherichia coli</i>
<i>Acinetobacter baumannii</i>	<i>Acinetobacter baylyi</i>
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Pseudomonas putida</i>
<i>Enterobacter spp.</i>	<i>Enterobacter aerogenes</i>

Las colonias aisladas se sembraron en TSA y se realizaron los ensayos de antibiosis frente a bacterias testigo, estandarizando la suspensión de cada microorganismo testigo en suero salino hasta alcanzar 0,5 de turbidez (escala de McFarland). Todos los cultivos se incubaron a 28°C. Los criterios utilizados para determinar el grado de antibiosis se especifican en la tabla 2.

Tabla 2

Índices de antibiosis según halo percibido.

Signo	Antibiosis
+++	Halo abundante y definido
++	Halo definido
+	Halo no definido
-	No detectado

Se diseñó una encuesta para medir el grado de satisfacción que consta de 11 preguntas divididas en tres apartados: interés científico (4 preguntas), resistencia antibióticos (3) y motivación (4). Todas las preguntas se valoran en una escala de 1 a 5. Finalmente, se incluye un apartado de comentarios para valorar la experiencia.

Los alumnos participantes en esta experiencia fueron estudiantes universitarios de tercer curso del grado en Biología y Bioquímica y alumnos de bachillerato, grupo de excelencia, del Centro de Enseñanza Secundaria Margarita Salas.

## Resultados

Se han tomado 10 muestras de suelo procedentes de diferentes ubicaciones de toda España: Lorca (Murcia); Viso del Marqués y Fuente del Fresno (Ciudad Real); tres muestras de Majadahonda y una de Bustarviejo (Madrid); Almaluez (Soria); León (Castilla y León) y Castrillón (Asturias).

De todos los suelos analizados, se aislaron varias cepas y se describieron sus características morfológicas. Se selec-

Tabla 3

Relación de las cepas seleccionadas, características morfológicas y respuesta al Gram.

Muestra / equipo	Color	Consistencia de la superficie	Forma de los bordes	Perfil y elevación	Gram
MS2-1	Amarillo / Naranja	Mucosa	Lisa	Convexa	Bacilos Gram +
MS2-14	Blancas	Compacta	Lisa	Plana	Cocos Gram +
MS4-24	Amarillo	Compacta	Ondulada	Plana	Cocos Gram + (tétradas)
MS4-18	Traslúcida	Arrugada	Ondulada	Plana	Bacilos Gram + (esporulado)
MS6-4	Traslúcida	Mucosa	Ondulada	Convexa	Bacilos Gram + (esporulado)
MS6-7	Pigmento difusible cobrizo	Mucosa	Ondulada	Convexa	Bacilos Gram + (pseudomicelio)
MS6-2A	Amarilla	Compacta	Lisa	Convexa	Cocos Gram + (tétradas)
MS6-2B	Blanquecina	Mucosa	Lisa	Plana	Bacilos Gram + (cadenas)
MS6-15	Blanco-gris	Arrugada	Ondulada	Convexa	Bacilos Gram + (esporulado)
MS6-10	Traslúcida	Rugosa	Ondulada	Plana	Bacilos Gram +
MS7-12	Blanca	Algodonosa	Lobulada	Convexa	Bacilos Gram +
MS7-3	Blanca	Compacta	Circular	Plana	Bacilos Gram + (esporulado)

cionaron 12 cepas atendiendo a la diversidad basada únicamente en sus características morfológicas. Estas cepas se conservaron en glicerol al 20% a -80 °C. Este estudio se completó con una tinción Gram como una primera etapa en la caracterización de los aislados (tabla 3).

Por último, se realizó un ensayo de antibiosis (tabla 4) con estas cepas seleccionadas sobre microorganismos testigo.

La encuesta fue respondida por 16 alumnos, obteniendo una valoración global de 82.29% de satisfacción por la experiencia. El apartado mejor valorado (Motivación) corresponde a las preguntas sobre la aportación científica de esta experiencia, destacando la recomendación a otros compañeros para participar en un proyecto similar. El aspecto peor valorado fue que no creen que estos resultados contribuyan al avance científico.

## Discusión

A lo largo de la experiencia se ha podido observar la heterogeneidad de las muestras. Según la precedencia los estudiantes pudieron valorar la diversidad y abundancia. De

todas las placas, se seleccionaron para su mantenimiento y conservación 12 cepas. El 100% de las bacterias fueron Gram positivas, tres eran cocos (dos en tétradas y uno en racimo) y nueve bacilos, entre estos cuatro esporulados y uno formando pseudomicelio. Este aspecto ha permitido explorar la diversidad del mundo microbiano y transmitir a los estudiantes esta riqueza.

Destacan cinco cepas con actividad antibiótica (MS4-18, MS6-4, MS6-10, MS7-3 y MS7-12). Dentro de las cuales queremos resaltar la MS7-12 y MS7-3 procedentes de Almaluez (Soria), vegetación de ribera y uso agrícola en los alrededores, con gran capacidad de antibiosis especialmente frente a *B. subtilis* y *A. baylyi*. Otros autores encuentran gran diversidad en riberas contaminadas (Li et al., 2010)

La valoración global obtenida nos indica que hemos conseguido transmitir a los alumnos el problema de la resistencia a antibióticos, han visto esto como una situación real y cercana. La mayoría recomendaría la experiencia a sus compañeros, siendo esto un indicio de transmisión de la información y concienciación. Esta experiencia podría mejorar implicándoles de manera más frecuente en actividades de aprendizaje-servicio en este u otros campos.

Tabla 4

Ensayo de antibiosis con las cepas aisladas.

Equipo/cepa	Antibiosis frente a Gram positivos			Antibiosis frente a Gram negativos		
	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Acinetobacter baylyi</i>	<i>Pseudomonas putida</i>	<i>Enterobacter aerogenes</i>
MS2-1	-	-	-	-	-	-
MS2-14	-	-	-	-	-	-
MS4-24	-	-	-	-	-	-
MS4-18	+	+	-	++	-	-
MS6-4	-	-	++	-	+	++
MS6-7	-	-	-	-	-	-
MS6-2A	-	-	-	-	-	-
MS6-2B	-	-	-	-	-	-
MS6-15	-	-	-	-	-	-
MS6-10	+	-	-	-	-	-
MS7-12	+++	+	-	+++	+	-
MS7-3	+++	+	-	+++	+	-

### Conclusiones

Hemos logrado utilizar el *crowdsourcing* para concienciar, motivar y educar científicamente. Merece la pena incentivar este tipo de proyectos ya que abarcan un problema desde varios puntos de vista, pudiendo lograr una solución a largo plazo.

### Referencias

Handelsman, J. (2012). *Small World Initiative manual*. Connecticut, CT: Yale University.

Li, D., Yu, T., Zhang, Y., Yang, M., Li, Z., Liu, M., & Qi, R. (2010). Antibiotic resistance characteristics of environmental bacteria from an oxytetracycline production wastewater treatment plant and the receiving river. *Applied Environmental Microbiology*, 76, 3444-3451. <http://doi.org/10.1128/AEM.02964-09>

San Millán, A., Santos López, A., Ortega-Huedo, R., Bernabé-Balas, C., Kennedy, S. P., & González-Zorn, B. (2015). Small-plasmid-mediated antibiotic resistance is enhanced by increases in plasmid copy number and bacterial fitness. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 59, 3335-3341. <http://doi.org/10.1128/AAC.00235-15>