

Artículo Original

## La lucha antimicrobiana: Desarrollo de competencias en 6 universidades ecuatorianas

### *The antimicrobial fight: Development of skills in 6 Ecuadorian universities*

<https://doi.org/10.52808/bmsa.7e6.622.020>

María de Lourdes Llerena<sup>1,\*</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-6112-3627>

Lester Wong Vázquez<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-6054-1958>

Daniela Abigail Cobo Alvarez<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-5650-9525>

Recibido: 22/11/2021

Aceptado: 20/01/2022

### RESUMEN

Los microorganismos son seres vivos, que han ido adaptándose y evolucionando permitiendo su supervivencia, evadiendo las respuesta innata de los hospedadores e incluso modificando sus estructuras biológicas antes moléculas farmacológicas, que se han, en los últimos años, empleado de manera inadecuadas, bien sea por abuso o por deficiencia en el cumplimiento del esquema del tratamiento, o desaciertos para tratar un germen en específico y, como consecuencia, la actual crisis mundial por la resistencia a los antimicrobianos; considerado un problema de salud pública, requiere de esfuerzos multisectoriales e integrales que aporten soluciones mediatas, a corto y mediano plazo, sostenibles en el tiempo. Para ellos, es clave la formación de los nuevos profesionales, en el área de microbiología, de las diferentes carreras biomédicas. Es por ello, el presente estudio identificó las competencias que deben desarrollar los estudiantes, de seis universidades ecuatorianas. Se aplicaron cuestionarios, inquiriendo la importancia atribuida y el grado de desarrollo percibido de cada competencia mediante escala tipo Likert, además de seis dimensiones distribuidas en 40 indicadores. Se identificó mayor desarrollo de competencias en la identificación del patógeno, diagnóstico y análisis e interpretación de los resultados; además las seis dimensiones educativas fueron clasificadas como relevantes. Sin embargo, los resultados sugieren falencia en el desarrollo de competencias en la temática de resistencia antimicrobiana, por lo que se sugiere la revisión de los contenidos programáticos y aplicar nuevas herramientas pedagógicas que permitan al estudiantado aprender a aprender, aplicando un modelo socio-crítico, y como base la investigación y el conocimiento científico actualizado.

**Palabras clave:** microbiología, resistencia antimicrobiana, dimensiones educativas.

### ABSTRACT

*Microorganisms are living beings, which have been adapting and evolving allowing their survival, evading the innate response of the hosts and even modifying their biological structures before pharmacological molecules, which have, in recent years, been used inappropriately, either by abuse or deficiency in compliance with the treatment scheme, or failure to treat a specific germ and, as a consequence, the current global crisis due to antimicrobial resistance; considered a public health problem, it requires multisectoral and comprehensive efforts that provide immediate, short- and medium-term solutions that are sustainable over time. For them, the training of new professionals in the area of microbiology, of the different biomedical careers, is key. For this reason, this study identified the skills that students from six Ecuadorian universities should develop. Questionnaires were applied, inquiring about the importance attributed and the perceived degree of development of each competency using a Likert-type scale, in addition to six dimensions distributed in 40 indicators. Greater development of skills in the identification of the pathogen, diagnosis and analysis and interpretation of the results was identified; In addition, the six educational dimensions were classified as relevant. However, the results suggest a lack in the development of skills in the subject of antimicrobial resistance, so it is suggested to review the program contents and apply new pedagogical tools that allow students to learn to learn, applying a socio-critical model, and as a basis research and updated scientific knowledge.*

**Keywords:** microbiology, antimicrobial resistance, educational dimensions.

<sup>1</sup> Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES).

\*Autor de Correspondencia: [ua.mariallerena@uniandes.edu.ec](mailto:ua.mariallerena@uniandes.edu.ec)

### Introducción

Iniciando con los experimentos de Paul Ehrlich que condujeron al descubrimiento de las arfenaminas, en el siglo XX, posteriormente, se inició la era moderna de la terapéutica antimicrobiana, en 1934, cuando Gerhard Domagk describió la efectividad de la primera sulfonamida en el tratamiento de las infecciones experimentales por estreptococos. Sin embargo, la llamada "Edad de Oro" de los antibióticos comienza en 1941, con la producción de la penicilina a gran escala y posteriormente el desarrollo de nuevos antibióticos como la estreptomina (1944), cloranfenicol (1947) y la aureomicina (1948) (Cordiés *et al.*, 1998). Sucesivamente, la eritromicina y la vancomicina, en la década de los 50, y así ha sido la producción de antibióticos, los cuales han ido evolucionando (Quiñones, 2017) y produciéndose a razón de los agentes infecciosos involucrados (bacterias, virus, parásitos, hongos).

Pero, en 1945, Alexander Fleming realiza la advertencia de que "Llegará un momento en que la penicilina podrá ser comprada por cualquiera en los negocios. Existe el peligro de que un hombre ignorante pueda fácilmente aplicarse

una dosis insuficiente de antibiótico y, al exponer a los microbios a una cantidad no letal del medicamento, los haga resistentes" (Ventola, 2015). No se le consideró con la importancia necesaria y, el ser humano no concientizó el uso de los antimicrobianos, lo que se evidenció con la aparición de los primeros aislamientos de bacterias resistentes con adaptación en el medio ambiente; al transcurrir del tiempo, este fenómeno se hacía más frecuente, el uso inadecuado de los antimicrobianos en diferentes ecosistemas, sin normativas, fiscalización, ni vigilancia de los efectos, aunado a tratamientos inconclusos, deficientes, ventas de estos medicamentos sin prescripción médica, falsificación y/o alteración de la composición de los fármacos, contribuyeron a agudizar, lo que es ahora un problema de salud pública, la resistencia a los antimicrobianos, siendo la bacteriana la más demostrada (Quizhpe, 2014; FAO, 2017).

La resistencia a los microbianos es un fenómeno orgánico multicausal, polidimensional y variable, por lo que debe ser estudiado como un proceso caracterizado por la complejidad, es decir, promovido por elementos aleatorios, generalmente indetectables e imperceptibles para un diagnóstico precoz y oportuno, razón por lo que es prioritario forjar estrategias en lugar de programas para mitigar sus efectos deletéreos (Quizhpe, 2014). Se ha descrito la resistencia bacteriana como un problema en los esquemas de tratamientos de pacientes hospitalizados y, también, las tasas de resistencias han sido registradas en patógenos comunitarios; según la OMS, (2021) los pacientes con infecciones provocadas por bacterias multirresistentes consumen gran cantidad de los recursos sanitarios, aumentando el riesgo de presentar complicaciones fatales.

En efecto, la resistencia de los microorganismos a sus medicamentos antagonistas, es una amenaza tangible a la esencia de la medicina actual, orientada a la curación de los procesos patológicos, principalmente los de tipos infecciosos, en este sentido, la efectiva respuesta de la salud pública mundial ha visto afectada negativamente, si bien es cierto que los antimicrobianos eficaces son imprescindibles, se requiere de implementar estrategias integrales, fomentando las medidas preventivas, para proteger a los individuos frente a los riesgos de enfermedades potencialmente mortales, de igual manera la concientización de praxis de bioseguridad antes de llevar a cabo procedimientos complejos, como la cirugía y la quimioterapia, con escasos riesgos.

Ahora bien, se conoce lo dinámico de los agentes infecciosos para lograr su adaptación y supervivencia en los diferentes hospedador, lo que dificulta el control y radicación de diferentes infecciones; es por ello, que los factores determinantes en este escenario, son las enfermedades emergentes y reemergentes y el aumento alarmante de la resistencia bacteriana a los antimicrobianos, incluidos los más actuales. Lo que se ha afirmado, con la compleja situación epidemiológica internacional, ejemplificada en la liberación deliberada de esporas de *bacillus anthracis* como arma de bioterrorismo para provocar en las víctimas que las inhalaban un carbunco pulmonar, la emergencia del virus del Nilo occidental como patógeno en los Estados Unidos, la epidemia del síndrome respiratorio agudo grave (SRAG), la propagación zoonótica de la viruela de los simios en los Estados Unidos, la gripe pandémica H1N1, la epidemia de Ébola en África, la aparición de casos de fiebre amarilla en Angola, unido con la reemergencia del Dengue y Cólera, la aparición de nuevas arbovirosis en la región de las Américas, como el Chikungunya y más recientemente el Zika, la pandemia por COVID-19; unido a la morbilidad por otras enfermedades infecciosas endémicas, como la infección VIH/SIDA, leptospirosis, tuberculosis, neumonías adquirida en la comunidad y el incremento de la resistencia antibiótica con el desarrollo de bacterias multirresistentes, ponen de manifiesto la necesidad sin precedentes de perfeccionar el proceso de formación y superación del capital humano para elevar la competencia y desempeño de todo el personal necesario para enfrentar los desafíos que suponen el control y enfrentamiento de emergencias biológicas, hospitalarias y de salud pública que garanticen la calidad y seguridad de la asistencia sanitaria a la población en cualquier parte del mundo (TECH, 2020).

Ante la complejidad para tratar las enfermedades infecciosas, la OMS, (2001) en la Estrategia Global de Contención de la Resistencia a los Antibióticos, entre otras orientaciones, incluye: educación y capacitación, soporte a las decisiones terapéuticas a través del mejoramiento de los servicios de diagnóstico, y la implementación de guías de tratamiento. En este contexto, las instituciones de formación del futuro profesional de la medicina, deben tener un rol protagónico en la enseñanza, que les permita al egresado tener las competencias requeridas para enfrentar el reto de abordar, es su diversidad multifactorial, las enfermedades infecciosas.

En ese orden de ideas, los profesionales de la salud requieren un conocimiento básico suficiente para organizar y aplicar adecuadamente el conocimiento del control de infecciones en diferentes escenarios clínicos. La microbiología se enseña comúnmente como parte de materias más amplias en el plan de estudios. Otras materias complementarias comúnmente incorporan elementos de conocimientos sobre anatomía, fisiología, microbiología y farmacología, y son un componente central de los planes de estudios. Sin embargo, en algunas universidades ecuatorianas, existe una disparidad considerable, tanto en la formación especializada de los docentes de cada una de estas materias y los procesos de selección que ultiman cómo son asignados a las mismas; como en la proporción de horas que estas ocupan en los planes de estudios. Frecuentemente el contenido de la asignatura microbiología es limitado y los docentes que la imparten no siempre poseen un título de esta especialidad. Esto resulta paradójico, ya que precisamente, en Microbiología, más que en ninguna otra disciplina experimental, se torna complejo enseñar la adquisición de habilidades (Montaño, 1959).

En la actualidad, los modelos educativos con enfoque en competencias buscan organizar la enseñanza de tal manera que los estudiantes desarrollen sus capacidades para la resolución de problemas reales (García, 2011) conjugando diversos elementos como el saber, el saber hacer y el saber ser y estar. El saber conducirá al alumno al dominio de los

conocimientos teóricos y prácticos que más tarde exigirá su desarrollo profesional. El saber hacer determina la aplicación práctica y operativa del conocimiento y conlleva la asimilación de un conjunto de prácticas, destrezas, procedimientos y costumbres que avale su calidad productiva al relacionarse con los contenidos. Mientras que el saber ser y estar condiciona la conformación de aptitudes personales, actitudes, conductas, reglas y valores, entendidos como una manera de observar y coexistir (García y Morillas, 2011). Es decir, se estimula la utilización de herramientas para enfrentar la incertidumbre, para enseñar la comprensión y adecuar acciones basadas en la ética (Morín, 1990) que permita un aprendizaje crítico basado en evidencia científica actualizada.

Ahora bien, es evidente el cambio constante y dinámico de la microbiología, como algunos taxones han hecho adaptaciones en sus ciclos e infectado de manera inespecíficas a otros hospedadores ocasionando importantes epidemias, hasta pandemia en los últimos años, así como el aumento de la resistencia a los antimicrobianos por lo que es importante revisar y reformular periódicamente las competencias planteadas para el estudio de la microbiología, de conformidad a los nuevos desafíos en la lucha antimicrobiana, por lo que en el presente estudio se identificaron las competencias que deben desarrollar los estudiantes, en mencionada área, de seis universidades ecuatorianas.

## **Materiales y métodos**

Se realizó un estudio descriptivo, transversal y cuantitativo en el período septiembre 2018 a abril 2019, con el objetivo de identificar las competencias que deben desarrollar los estudiantes universitarios en cátedras biomédicas, en el marco de la lucha antimicrobiana, explorando las dimensiones educativas que influyen en su desarrollo.

### **Selección de competencias**

Se realizó una búsqueda sistemática en bases de datos, repositorios científicos de acceso abierto y publicaciones de organismos oficiales. Se tabularon las competencias afines con el objetivo del estudio, las cuales fueron puestas a consideración de un panel de 15 expertos, para determinar la consistencia interna y la validez de contenido, quedando una selección de 25 ítems.

### **Población y muestra**

Del total de las universidades ecuatorianas (71), se seleccionó una muestra no probabilística de seis universidades, de forma intencional, acorde a la similitud en los planes de estudio de la asignatura de microbiología, tras realizar una revisión de los programas académicos de las carreras biomédicas.

La población estuvo constituida por 130 estudiantes de pregrado adscritos a la asignatura de Microbiología en 6 universidades ecuatorianas en las carreras biomédicas que dieron su consentimiento, previamente informados de los objetivos de la investigación.

### **Aplicación de los cuestionarios**

Se aplicó un cuestionario presencial en grupos de estudiantes, inquiriendo la importancia atribuida (IA) y el grado de desarrollo percibido (GDP) de cada competencia mediante escala tipo Likert que llevó puntuación, además de seis dimensiones distribuidas en 40 indicadores, que influyen en el desarrollo de las competencias. Para las variables cualitativas se utilizó la media, la frecuencia absoluta y el porcentaje. Para la obtención del índice de desarrollo potencial (IDP), se obtuvo el cociente de la diferencia entre IA y GDP entre el puntaje máximo (5).

La estimación puntual del porcentaje se acompañó de la estimación por intervalos de confianza (IC 95%) para lo cual se empleó el nivel de confianza del 95%. Se calculó la media y la desviación estándar (DE) de cada indicador. La estimación puntual de la media se acompañó de la estimación por IC 95% para lo cual se empleó el nivel de confianza del 95% previa comprobación del cumplimiento del supuesto de normalidad de las observaciones a través de la prueba Kolmogorov-Smirnov.

## **Resultados**

La edad media de los alumnos fue de 23,8 años (DE= 4,21 años; IC 95%: 23,07 – 24,53). En cuanto al género hubo mayor porcentaje de mujeres (55,4%; IC 95%: 46,46 – 64,31). Hubo un 81,5% de alumnos solteros (IC 95%: 74,48 – 88,59) y solo ocho tenían hijos. El 32,3% trabajaba además de estudiar (IC 95%: 23,88 – 40,73).

Observar y vigilar normas de bioseguridad (4,3) fue, además, la competencia que más han desarrollado los estudiantes de microbiología de acuerdo a su percepción (GDP); seguido de reconocer formas de parásitos visibles a simple vista o al microscopio y vectores (4,2), aplicar las metodologías adecuadas para la toma de muestras, la caracterización y el análisis de poblaciones y de comunidades microbianas (4,2), interpretar los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos para tomar las decisiones adecuadas y proponer soluciones a problemas biológicos planteados en distintos ámbitos (4,1), aplicar el conocimiento de los mecanismos de virulencia a la clínica y la terapéutica (4,1) y utilizar y saber indicar métodos de esterilización, desinfección, pasteurización, tinalización y asepsia (4,1).

Por otro lado, el índice de desarrollo potencial (IDP) permite cuantificar en el rango de 0 a 1 las competencias con un bajo grado de desarrollo, pero alta importancia atribuida, es decir, competencias cuyo grado de interés estudiantil podrían facilitar al docente su desarrollo, destacando: mejorar la utilización de antimicrobianos mediante la supervisión y el fomento de prácticas clínicas, especialmente de las estrategias de diagnóstico y de tratamiento (0,28), formular y aplicar directrices y algoritmos de tratamiento para promover un uso adecuado de los antimicrobianos (0,26), autoevaluar las prácticas de prescripción y dispensación y recurrir a grupos de pares o a comparaciones con referencias externas para dar retroinformación y respaldar las prácticas de prescripción de antimicrobianos adecuadas (0,26), prescribir o dispensar adecuadamente los fármacos antimicrobianos a fin de contener la resistencia (0,24) y buscar bibliografías, efectuar lectura crítica y aplicarla para las comunicaciones científicas (0,24).

**Tabla 1. Competencias para la lucha antimicrobiana**

Fuente	Competencia	$\lambda^*$	Importancia Atribuida	Desarrollo de la competencia	Índice de desarrollo potencial
Luciano et al., (2019)	Resolver los problemas clínicos en los que podrían estar involucrados microorganismos.	0,88	4,5	3,6	
	Saber utilizar la nomenclatura correcta de cada microorganismo.	0,86	3,9	3,7	
	Aplicar el conocimiento de los mecanismos de virulencia a la clínica y la terapéutica.	0,93	4,2	4,1	
	Observar y vigilar normas de bioseguridad.	0,9	4,7	4,3	
	Obtener muestras para microbiología y saber indicar su toma, conservación y transporte.	0,87	4,4	3,9	
	Efectuar extendidos y coloraciones de Gram Nicolle y Ziehl Neelsen, conocer el fundamento del método y la interpretación del resultado. Preparar y observar un montaje en fresco.	0,88	3,6	3,8	
	Utilizar y saber indicar métodos de esterilización, desinfección, pasteurización, tindalización y asepsia.	0,82	3,8	4,1	
	Indicar pruebas de sensibilidad a los antimicrobianos, interpretarlas y elegir la droga adecuada en pacientes ambulatorios y hospitalizados.	0,91	4,4	3,5	
	Elegir correctamente métodos de diagnóstico específico, directo e indirecto, para enfermedades infecciosas	0,92	4,2	3,7	
	Reconocer formas de parásitos visibles a simple vista o al microscopio y vectores.	0,89	4,6	4,2	
	Tomar en consideración el tiempo necesario de las diferentes técnicas hasta la obtención del resultado.	0,94	3,4	3,8	
	A partir de problemas, conocer las características de los diferentes agentes que producen enfermedades transmisibles, sus mecanismos de virulencia, sus toxinas, y su sensibilidad a los antimicrobianos.	0,87	4,5	4	
	Buscar bibliografías, efectuar lectura crítica y aplicarla para las comunicaciones científicas.	0,92	4,6	3,4	
Pescador, (2016)	Aplicar las metodologías adecuadas para la toma de muestras, la caracterización y el análisis de poblaciones y de comunidades microbianas	0,94	4,3	4,2	
	Diseñar herramientas y estrategias basadas en microorganismos para optimizar procesos industriales, valorar el impacto ambiental de la actividad humana y recuperar ambientes contaminados	0,86	4,2	3,9	
	Interpretar los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos para tomar las decisiones adecuadas y proponer soluciones a problemas biológicos planteados en distintos ámbitos.	0,9	4,7	4,1	
	Conocer los mecanismos de resistencia y conjugarlos con los datos obtenidos en el laboratorio clínico	0,88	4,6	3,6	
OMS, (2001)	Prescribir o dispensar adecuadamente los fármacos antimicrobianos a fin de contener la resistencia.	0,89	4,4	3,2	
	Enseñar a los pacientes la importancia de tomar medidas para prevenir las infecciones, como la inmunización, la lucha contra los vectores, el uso de mosquiteros, etc.	0,84	3,9	3,4	
	Conocer y aplicar diagnósticos y tratamientos precisos de las infecciones comunes para el personal de salud, veterinarios y personal que prescribe y dispensa antimicrobianos.	0,85	4	3,1	
	Enseñar a los pacientes el uso apropiado de antimicrobianos y la importancia de llevar a término los tratamientos prescritos.	0,91	3,8	3	
	Conocer los factores que pueden influir significativamente en sus propios hábitos de prescripción, como son los incentivos económicos, las actividades de promoción y los estímulos de la industria farmacéutica.	0,85	3,4	2,7	
	Mejorar la utilización de antimicrobianos mediante la supervisión y el fomento de prácticas clínicas, especialmente de las estrategias de diagnóstico y de tratamiento	0,83	3,9	2,5	
	Autoevaluar las prácticas de prescripción y dispensación y recurrir a grupos de pares o a comparaciones con referencias externas para dar retroinformación y respaldar las prácticas de prescripción de antimicrobianos adecuadas.	0,88	3,5	2,2	
Formular y aplicar directrices y algoritmos de tratamiento para promover un uso adecuado de los antimicrobianos.	0,9	3,6	2,3		

\* $\lambda$ : Validez de contenido (Carga factorial).

En el segundo cuestionario, se inquirió a los participantes sobre 6 dimensiones educativas que influyen en el desarrollo de las competencias, abarcando desde el diseño de los programas, la metodología docente, las actividades prácticas, los recursos didácticos, los sistemas de evaluación, e incluso la actitud del profesorado:

## Dimensión Diseño de los programas.

La tabla 2 muestra la evaluación que dieron los alumnos acerca de los indicadores de la dimensión Diseño de programas, donde la puntuación media permitió clasificar a todos esos indicadores en la categoría de relevante o muy relevante.

**Tabla 2. Evaluación de los indicadores de la dimensión Diseño de los programas**

Indicadores	Media	DE	IC 95%: LI – LS*
Adecuación de los objetivos con el perfil profesional de la titulación	3,47	0,93	3,09 – 3,63
Vinculación de los contenidos con los diferentes aspectos de la profesión	3,53	0,91	3,37 – 3,69
Adecuación de las competencias con el desarrollo de la profesión	3,38	0,96	3,21 – 3,55
Adecuación de la metodología de enseñanza con los diferentes escenarios y tareas de aprendizaje	3,31	0,97	3,14 – 3,48
Adecuación de los sistemas de evaluación empleados con las diferentes tareas propuestas	3,36	0,96	3,19 – 3,53
Adecuación de la bibliografía y los recursos con las finalidades de la asignatura	3,55	0,99	3,38 – 3,72
Existencia de sistemas de coordinación de las actividades teóricas y prácticas en el programa	3,45	0,98	3,28 – 3,62

\*IC 95%: intervalo de confianza al 95% para el porcentaje, LI: límite inferior del IC 95%, LS: límite superior del IC 95%

El indicador con mayor puntuación media fue la Adecuación de la bibliografía y los recursos con las finalidades de la asignatura, con 3,55 puntos (DE= 0,99 puntos; IC 95%: 3,38 – 3,72). Este indicador estuvo seguido en frecuencia de la Vinculación de los contenidos con los diferentes aspectos de la profesión, con 3,53 puntos (DE= 0,91 puntos; IC 95%: 3,37 – 3,69). El tercer lugar con mayor puntuación media fue el indicador Adecuación de los objetivos con el perfil profesional de la titulación, con 3,47 puntos (DE= 0,93 puntos; IC 95%: 3,09 – 3,63). Respecto a la adecuación de la metodología de enseñanza con los diferentes escenarios y tareas de aprendizaje (DE= 0,97 puntos; IC 95%: 3,14 – 3,48).

## Dimensión Metodología docente

En esta dimensión todos los indicadores clasificaron en la categoría de relevante, donde se obtuvo la mayor parte de las respuestas. Es apreciable en la tabla 3 que el indicador Exposición de ejemplos en los que se ponen en logro de las competencias a desarrollar por la asignatura fue el que alcanzó mayor puntuación media, con 3,85 puntos (DE= 0,95 puntos; IC 95%: 3,69 – 4,01), seguido del Uso de un lenguaje claro, preciso y riguroso, con una media de 3,78 puntos (DE= 1,06 puntos; IC 95%: 3,60 – 3,96) y de la Organización y presentación de los materiales adecuados con 3,72 puntos (DE= 0,89; IC 95%: 3,57 – 3,87).

**Tabla 3. Evaluación de los indicadores de la dimensión Metodología docente**

Indicadores	Media	DE	IC 95%: LI - LS*
Organización y presentación de los materiales adecuados	3,72	0,89	3,57 – 3,87
Coherencia entre los objetivos y contenidos de la asignatura y las actividades realizadas	3,62	0,91	3,46 – 3,78
Aporte de bibliografía y/o fuentes de información relevantes	3,48	0,84	3,33 – 3,63
Relación entre los distintos bloques temáticos de la materia	3,65	0,93	3,49 – 3,81
Coordinación entre el profesorado para evitar solapamientos y relacionar los contenidos de las distintas asignaturas	3,17	1,04	2,99 – 3,35
Seguimiento del proceso de aprendizaje del alumnado	3,15	1,12	2,96 – 3,34
Fomento de la participación en clase y motivación del alumnado	3,31	0,99	3,14 – 3,48
Desarrollo de la capacidad de síntesis y de razonamiento del alumnado	3,43	0,82	3,29 – 3,57
Uso de metodologías para implicar activamente a los estudiantes en el aprendizaje	3,47	1,07	3,28 – 3,66
Organización en la exposición, destacando los contenidos más importantes	3,56	1,1	3,37 – 3,75
Exposición de ejemplos en los que se ponen en práctica las competencias a desarrollar	3,85	0,95	3,69 – 4,01
Promoción del desarrollo en el alumno de una actitud reflexiva	3,29	1,03	3,11 – 3,47
Propuesta de actividades para favorecer el aprendizaje autónomo (búsqueda de información complementaria, trabajos, investigaciones, y otras)	3,41	0,97	3,24 – 3,58
Uso de un lenguaje claro, preciso y riguroso	3,78	1,06	3,60 – 3,96
Cuestiones relacionadas con el desarrollo de la docencia	3,09	1,01	2,91 – 3,27

\*IC 95%: intervalo de confianza al 95% para el porcentaje, LI: límite inferior del IC 95%, LS: límite superior del IC 95%

Los tres indicadores con menor puntuación media fueron Cuestiones relacionadas con el desarrollo de la docencia, con 3,09 puntos (DE= 1,01 puntos; IC 95%: 2,91 – 3,27), el de Seguimiento del proceso de aprendizaje del alumnado, con 3,15 puntos (DE= 1,12 puntos; IC 95%: 2,96 – 3,34) y el de Coordinación entre el profesorado para evitar solapamientos y relacionar los contenidos de las distintas asignaturas, con 3,17 puntos (DE= 1,04; IC 95%: 2,99 – 3,35).

## Dimensión Actividades prácticas

En esta dimensión también la mayoría de las respuestas dadas por los docentes ubicaron todos los indicadores en la categoría de relevante. El indicador de mayor puntuación media fue Adecuación de las prácticas al contexto teórico de

la asignatura, con 3,58 puntos (DE= 0,94; IC 95%: 3,42 – 3,74), seguido de Utilidad de las prácticas para el desarrollo de competencias profesionales, con 3,51 puntos (DE= 0,96 puntos; IC 95%: 3,34 – 3,68) y de Adecuación del número de prácticas al desarrollo de la asignatura, con 3,35 puntos (DE= 1,07 puntos; IC 95%: 3,16 – 3,54).

### Dimensión Recursos didácticos

Para la dimensión Recursos didácticos, el valor medio de puntuación fue para el indicador Uso de recursos adecuados (pizarra, medios audiovisuales, material de apoyo en red virtual y otros) que facilitan el aprendizaje, con 3,87 puntos (DE= 0,85 puntos; IC 95%: 3,72 – 4,02), seguido de Elaboración de manuales didácticos de apoyo al desarrollo de la asignatura, que alcanzó la segunda puntuación media mayor para esta dimensión, con 3,39 puntos (DE= 1,14 puntos; IC 95%: 3,19 – 3,59). El indicador de menor valor fue el de Diseño de cuadernos de práctica para su implementación en el aula, con 3,16 puntos (DE= 1,23 puntos; IC 95%: 2,95 – 3,37). En esta dimensión también la mayor parte de las respuestas logró clasificar a todos sus indicadores como relevante.

### Dimensión Sistemas de evaluación

Los indicadores de esta dimensión clasificaron, como en las anteriores dimensiones del estudio, como relevante, destacándose el de Información del sistema de evaluación al comienzo del curso con mayor puntaje medio, con 3,92 puntos (DE= 1,26 puntos; IC 95%: 3,70 – 4,14), seguido de Información del sistema de evaluación durante el transcurso de la docencia, con una media de 3,43 puntos (DE= 1,05 puntos; IC 95%: 3,25 – 3,61). El tercer lugar en cuanto a la media fue para el indicador Evaluación coherente con los objetivos, contenidos, metodología y actividades del curso, con 3,31 puntos (DE= 0,98 puntos; IC 95%: 3,14 – 3,48). El indicador Variedad de procedimientos para evaluar el aprendizaje de los alumnos fue el de menor puntaje medio, con 3,28 puntos (DE= 0,96 puntos; IC 95%: 3,11 – 3,45).

### Dimensión Actitud del profesorado

Todos los indicadores de esta dimensión también clasificaron en la categoría de relevante, destacándose en primer lugar con mayor puntuación media el Respeto hacia el alumnado, con 3,97 puntos (DE= 1,14 puntos; IC 95%: 3,29 – 3,69), como se aprecia en la tabla 4. El segundo lugar lo ocupó el Interés por la asignatura por parte del docente, con 3,89 puntos (DE= 1,07 puntos; IC 95%: 3,70 – 4,08) y a ese indicador le siguió la Promoción de una comunicación fluida y espontánea, con 3,67 puntos (DE= 0,99; IC 95%: 3,50 – 3,84).

**Tabla 4. Evaluación de los indicadores de la dimensión Actitud del profesorado**

Indicadores	Media	DE	IC 95%: LI - LS
Actitud receptiva en su relación con el alumnado	3,49	1,14	3,29 – 3,69
Respeto hacia el alumnado	3,97	1,01	3,80 – 4,14
Interés por la asignatura por parte del docente	3,89	1,07	3,70 – 4,08
Atención ante las dificultades de aprendizaje de sus estudiantes	3,56	1,15	3,36 – 3,76
Estímulo al alumnado para que se interese por su proceso de aprendizaje	3,52	1,06	3,34 – 3,70
Creación de un clima de trabajo y participación	3,51	1,03	3,33 – 3,69
Promoción de una comunicación fluida y espontánea	3,67	0,99	3,50 – 3,84

IC 95%: intervalo de confianza al 95% para el porcentaje, LI: límite inferior del IC 95%, LS: límite superior del IC 95%

La evaluación global de las dimensiones y la final es visible en la tabla 5, donde se destaca que la puntuación media de mayor valor fue para la dimensión Actitud del profesorado, con 3,66 puntos (DE= 0,20 puntos; IC 95%: 3,62 – 3,70) en tanto la de menos valor fue Diseño de los programas, con 3,44 puntos (DE= 0,09 puntos; IC 95%: 3,42 – 3,46). En el resto de las dimensiones la media estuvo entre 3,47 y 3,49 puntos.

**Tabla 5. Medias globales para cada dimensión**

Dimensiones	Media	DE	IC 95%
Diseño de los programas	3,44	0,09	3,42 – 3,46
Metodología docente	3,47	0,23	3,43 – 3,51
Actividades prácticas	3,48	0,12	3,46 – 3,50
Recursos didácticos	3,47	0,36	3,41 – 3,53
Sistemas de evaluación	3,49	0,3	3,44 – 3,54
Actitud del profesorado	3,66	0,2	3,62 – 3,70
Global final	3,5	0,08	3,49 – 3,51

Todo esto demostró que los docentes clasificaron esas dimensiones en la categoría de relevante. De forma global final la media fue de 3,50 puntos (DE= 0,08 puntos; IC95%: 3,49 – 3,51). También puede afirmarse que al existir intervalos de confianza de poca amplitud las estimaciones puntuales de las medias del puntaje obtenido fueron precisas.

## Discusión

Los hallazgos mostraron mayor desarrollo de competencias en las áreas de bioseguridad, identificación del agente infeccioso, el trato para recolección de muestras, caracterización, análisis e interpretación de los resultados con relación al conocimiento adquirido y aplicarlo en la terapéutica. En concordancia a lo señalado por Godoy, (2001) los programas de microbiología médica están supeditados y subordinados a los objetivos de la carrera y, además la forma en que se enseña ha sido bastante similar a la utilizada en la mayoría de escuelas y facultades de biomédicas de Latinoamérica. Asimismo, se identificaron en los participantes, competencias con un bajo grado de desarrollo, pero alta importancia atribuida, relacionadas en su mayoría con el algoritmo y utilización de antimicrobiano, lo se corresponde con lo manifestado por la OMS, (2001) que mediante la propuesta de la estrategia de contención a los antibióticos, incluyendo educación y capacitación, soporte a las decisiones terapéuticas a través del mejoramiento de los servicios de diagnóstico, y la implementación de guías de tratamiento.

Es importante señalar, para lograr la excelencia de cualquier programa educativo es indispensable la actualización permanente, lo que implica esfuerzos y dedicación constante, por parte de los docentes (Godoy, 2001); en este sentido, se evaluaron las seis dimensiones educativas que influyen en el desarrollo de las competencias, los cuales, de manera general, los indicadores fueron clasificados como relevante, los estudiantes consideraron, a través de los indicadores testeados, que el rol del docente ha sido adecuado y que las estrategias pedagógicas le han dado la capacidades para responder a demandas tan complejas, como es la resistencia a antimicrobianos. Sin embargo, es posible, que un tema tan debatible en la actualidad, que sigue evolucionando y generándose conocimiento científico habitualmente, el modelo tradicional de formación (en la cátedra de microbiología), con unos estudiantes pasivos a la espera de lo que le diga que estudiar “desde-donde-hasta-donde”, con interés particular por las evaluaciones cuantitativas (Godoy, 2001; Sartori *et al.*, 2017); de origen a falencia en el desarrollo de competencias, muy particularmente el estudiado en esta investigación, resistencia a los antimicrobianos.

Por lo anteriormente mencionado, es importante cuestionar el contenido programático de la asignatura, el rol docente y la actitud de los estudiantes; la formación de profesionales para desempeñarse en un contexto social, donde los avances científicos han ido a pasos agigantados y la enseñanza de la ciencia se mantiene como una matriz transmisora (Rivarosa & De Longhi 1998). Por ejemplo, para que se formulen los criterios para la selección de un tratamiento con antibióticos, se requiere evidencia mediante el análisis científico contrastado con publicaciones, de manera crítica y reflexiva se realice la escogencia, de esta manera disminuir o eliminar las “dos principales cegueras del conocimiento: el error y la ilusión” (Quizhpe, 2014). Es preciso que se realicen un proceso de innovación, el peso de la enseñanza está en conseguir que el estudiante aprenda y, por tanto, las estrategias no deberían ser de transmisión sino de interacción, motivación, implicación, aplicación, investigación, tutoría, resolución de problemas, simulación (Sartori *et al.*, 2017); educando de esta manera, para aprender a aprender, se les estará dando herramientas a los futuros profesionales y poder contribuir con los objetivos estratégicos, establecidos por la OMS, (2016) conque busca minimizar la crisis mundial, al respecto del tema; ` mejorar la concienciación y la comprensión con respecto a la resistencia a los antimicrobianos a través de una comunicación, educación y formación efectivas; ` reforzar los conocimientos y la base científica a través de la vigilancia y la investigación; ` reducir la incidencia de las infecciones con medidas eficaces de saneamiento, higiene y prevención de las infecciones; ` utilizar de forma óptima los medicamentos antimicrobianos en la salud humana y animal.

## Consideraciones finales

En el ámbito de la enseñanza de las ciencias, en particular la microbiología, que basa su estudio en seres vivos microscópicos que han ido en constante evolución y/o adaptaciones, es importante aplicar innovaciones pedagógicas orientadas a la investigación educativa, para generar un modelo que integre saberes, acciones, de interacción social y de autoconocimiento por parte del estudiantado y, para lograrlo, según Berzal, (2002) se requiere que los docentes estén en permanente actualización en la disciplina, reconoce a la investigación, la innovación y las herramientas para orientar y transmitir al estudiante la indagación –curiosear- incursionando en un enfoque socio-crítico, siendo el profesor “un agente de cambio” y el estudiantado el protagonista (Berzal & Ortiz, 2006). Partiendo de esa premisa, correlacionada con los resultados de este estudio, que corroboró el desarrollo de competencia en los estudiantes de la cátedra de microbiología de las carreras biomédicas, en seis universidades ecuatorianas, pero, que hay debilidades en temas que son de relevancia en el marco de la lucha antimicrobiana, particularmente en la resistencia a antimicrobianos. Esto supone que, a pesar de, contar con docentes, con adecuadas estrategias para el desarrollo de competencias, que se está incurriendo en errores en el desarrollo de competencias en la temática acá abordada.

Frente esta situación, se evidenció la necesidad de realizar cambios en las estrategias, plantear actualizados contenidos programáticos, basándose en los indicadores evaluados en las dimensiones educativas, garantizando el desarrollo de competencias, puedan positivamente transformar la problemática asociadas a los microorganismos y su terapéutica; como lo refiere Berzal, (2002) el cambio es la causa y el fin de la innovación, y de esta manera lograr un aprendizaje de conocimientos que trasciendan las paredes del aula y se conduzcan de lo individual a un bien colectivo.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

## Agradecimientos

A las instituciones, docentes, estudiantes, y colaboradores que hicieron posible el desarrollo de esta investigación.

## Referencias

- Berzal, M. (2002). La innovación en la enseñanza de las Ciencias. Algunas ideas en torno a un cambio educativo con participación del profesorado. *Revista de Educación en Biología*, 5 (2), 5-12.
- Berzal, M., & Ortiz, M. (2006). Interaccionar para cambiar y renovar, el papel de las reuniones científicas y educativas en la promoción de la investigación, la innovación y la formación del profesorado de Biología. *Revista De Educación En Biología*, 9(1), 6–13. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/27383> (Acceso septiembre 2021).
- Cordiés, L., Machado, L., & Hamilton, M L. (1998). Principios generales de la terapéutica antimicrobiana. *Acta Médica*, 8(1), 13-27. Disponible en: [https://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/apua-cuba/a52-principios\\_generales\\_de\\_la\\_terapeutica\\_antimicrobiana.pdf](https://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/apua-cuba/a52-principios_generales_de_la_terapeutica_antimicrobiana.pdf) (Acceso septiembre 2021).
- García, J. (2011). Modelo Educativo Basado en Competencias. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 11(3):1-24. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/447/44722178014.pdf> (Acceso septiembre 2021).
- García, M. P., & Morillas, L. R. (2011). La planificación de evaluación de competencias en Educación Superior. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 14(1), 113-124. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3678782> (Acceso septiembre 2021).
- Godoy, G. (2001). La enseñanza de Microbiología Médica en la Escuela de Medicina de la Universidad de Oriente. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 21(1), 24-29. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S131525562001000100004&lng=es&tng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131525562001000100004&lng=es&tng=es) (Acceso septiembre 2021).
- Luciano, M. I., Notario, R., Gambandé, T., & Aita, J. (2019). Microbiología: desafío en la enseñanza-aprendizaje en la formación del médico. *Revista Médica de Rosario*, 85(3), 128-137. Disponible en: <http://revistamedicaderosario.org/index.php/rm/article/view/49> (Acceso septiembre 2021).
- Montaño Aubert, E. (1959). La enseñanza de la microbiología. *Revista de la Facultad de Medicina*, 7(7). Disponible en: <http://revistas.unam.mx/index.php/rfm/article/view/73025> (Acceso septiembre 2021).
- Morín, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. Disponible en: <https://www.ideassonline.org/public/pdf/LosSieteSaberesNecesariosParaLaEduDelFuturo.pdf> (Acceso septiembre 2021).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2017). El Plan de acción de la FAO sobre la resistencia a los antimicrobianos 2016-2020. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i5996s/i5996s.pdf> (Acceso septiembre 2021).
- Organización Mundial de la salud, OMS. (2001). Estrategia mundial OMS de contención de la resistencia a los Antimicrobianos. WHO/CDS/CSR/DRS/2001.2a. Disponible en: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/66897/WHO\\_CDS\\_CSR\\_DRS\\_2001.2a\\_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/66897/WHO_CDS_CSR_DRS_2001.2a_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (Acceso septiembre 2021).
- Organización Mundial de la Salud, OMS. (2016). Plan de acción mundial sobre la resistencia a los antimicrobianos. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255204/9789243509761-spa.pdf> (Acceso en diciembre 2021).
- Organización Mundial de la Salud, OMS. (2021). Resistencia a los antimicrobianos. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/resistencia-antimicrobianos> (Acceso septiembre 2021).
- Pescador Vargas, L. A. (2016) Formación practica en resistencia bacteriana de médicos internos en el laboratorio de microbiología del Hospital Militar Central. Tesis para la obtención del título de Especialista en Docencia Universitaria. Universidad Militar Nueva Granada. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/14752> (Acceso septiembre 2021).

- Proaño, S. (2018). Perfil de resistencia antimicrobiana en muestras de áreas clínicas del Hospital General Docente de Calderón, en el periodo de marzo 2017 a marzo 2018. Universidad Central Del Ecuador. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18601/1/T-UCE-0014-CME-082.pdf> (Acceso septiembre 2021).
- Quiñones, D. (2017). Resistencia antimicrobiana: evolución y perspectivas actuales ante el enfoque "Una salud". Revista Cubana de Medicina Tropical, 69(3), 1-17. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0375-07602017000300009&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602017000300009&lng=es&tlng=es) (Acceso septiembre 2021).
- Quizhpe, A., Encalada, L., Sacoto, M., Andrade, D., Muñoz, G., Calvo, D. & Lara, M. (2014). Uso apropiado de antibióticos y resistencia bacteriana. AFEME, Ecuador. Disponible en: <https://www.reactgroup.org/wp-content/uploads/2016/10/Uso-Apropiado-de-Antibioticos-y-Resistencia-Bacteriana.pdf> (Acceso septiembre 2021).
- Rivarosa, A., & De Longhi, A. (1998). Reflexiones sobre las innovaciones e investigaciones de los educadores en Biología. Jornadas de ADBIA. Revista de Educación en Biología, 1 (2), 5-11.
- Sartori, M., Torres, C., De la Barrera, M., Torres, G., Pollo, A., Rovera, M., & Ciani, M. (2017). Difundiendo virología ¿contagiando ciencia? Proyecto de PIIMEG "La divulgación del conocimiento como propuesta de enseñanza en Virología para la carrera de Microbiología". Res. Rec. 609/17. UNR. Disponible en: [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/127545/CONICET\\_Digital\\_Nro.6ab26902-62e8-4fc2-9567-6cf55b40f3fb\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/127545/CONICET_Digital_Nro.6ab26902-62e8-4fc2-9567-6cf55b40f3fb_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y) (Acceso septiembre 2021).
- TECH, Universidad Tecnológica. (2020). Diagnóstico y Control de la Infección Nosocomial. Disponible en: <https://www.techtitute.com/medicina/curso-universitario/diagnostico-control-infeccion-nosocomial> (Acceso septiembre 2021).
- Ventola, C. L. (2015). The antibiotic resistance crisis: part 1: causes and threats. P & T: a peer-reviewed journal for formulary management, 40(4), 277-283. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4378521/> (Acceso septiembre 2021).