



Guías para el trabajo en Resistencia Antimicrobiana (RAM)

**Para educación parvularia, básica y media
en contexto urbano y rural.**

Créditos

Guías para el trabajo en Resistencia Antimicrobiana (RAM)

PROGRAMA DE INDAGACIÓN CIENTÍFICA PARA LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS (ICEC)

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN GENERAL

MINISTERIO DE EDUCACIÓN

ELABORACIÓN

Universidad de la Frontera

AUTORES

Sonia Osses Bustingorry

Pablo Álvarez Gómez

Elizabeth Iturra Galaz

COLABORACIÓN EDITORIAL

Universidad de Antofagasta

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

COMITÉ EDITORIAL

Daniel Caffi Pizarro

Ignacio Hernández Lemann

Jose Ignacio Opazo Muñoz

DISEÑO

Mariana Baeza Ceballos

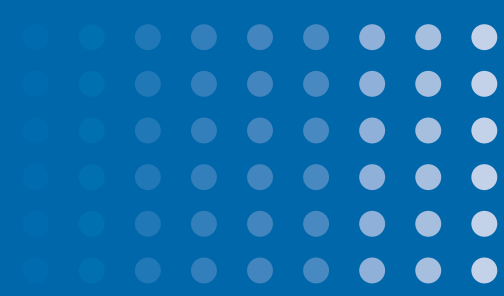
Temuco, Septiembre 2025

IMPORTANTE

En el presente documento priorizamos la utilización de un lenguaje no sexista e inclusivo, porque reconocemos las implicancias culturales y sociales de la lengua y su uso. Entendemos que el género gramatical y el género como constructo cultural son conceptos no asimilables, no obstante, el mandato gramatical masculino es insuficiente como mecanismo de reconocimiento y visibilización. En nuestros documentos optamos por referirnos a ambos géneros, masculino y femenino, cuando corresponda, así como utilizar expresiones claras que sean fundamentalmente inclusivas y no sexistas. En el presente documento se utiliza el término “docente” para referirse a educadoras y educadores diferenciales, educadoras y educadores de párvulos, así como a profesores y profesoras de educación básica y media.

Asimismo, empleamos el término estudiantado para referirnos de manera inclusiva a las y los estudiantes.

Los contenidos del presente documento pueden ser usados parcial o totalmente, citando la fuente.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

Introducción	4
Marco Referencial	5
Fomentar la Conciencia y Formación sobre la RAM.....	7
Prevención y control de infecciones en personas, animales y ecosistema.....	8
Guías de Trabajo para el Abordaje de la RAM	9
Guía de Trabajo 1	10
Guía de Trabajo 2	12
Guía de Trabajo 3	14
Reflexión final	16
Bibliografía	17
Anexos	18

1. INTRODUCCIÓN

El Programa de Indagación Científica para la Educación en Ciencias (ICEC) impulsado por el Ministerio de Educación ha puesto a disposición del sistema educativo nacional, un conjunto de 18 fichas técnico-pedagógicas, estructuradas en torno a cuatro líneas de acción: la promoción del trabajo colaborativo entre docentes y directivos, la enseñanza de temáticas de interés científico, la implementación de estrategias didácticas para la enseñanza de las ciencias y la promoción de la interdisciplinariedad en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Es fundamental enfatizar cómo el uso de estas herramientas puede constituir un aporte significativo a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el contexto Educativo.

Las fichas no solo respaldan a las o los docentes y líderes educativos en las mencionadas líneas de trabajo, sino que también fomentan un aprendizaje práctico y contextualizado. Por tanto, estas fichas son el resultado de una colaboración estratégica entre el Ministerio de Educación y universidades chilenas, como la Universidad de Antofagasta, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Universidad de la Frontera, Universidad de Magallanes y la Universidad de Chile.

Particularmente, el presente documento, alberga 3 guías de trabajo que tienen como propósito brindar a los y las docentes, estrategias didácticas basadas en la indagación científica para la enseñanza de la resistencia antimicrobiana (RAM) proporcionando herramientas que no solo enriquecen la enseñanza de las ciencias y su articulación con el currículum nacional chileno, sino que también refuerzan el rol de las escuelas en la educación sobre problemas socio científicos de salud públicas, promoviendo a los actores educativos,

como agentes claves en la prevención y mitigación de la resistencia antimicrobiana (RAM).

En años anteriores, el programa ICEC, desarrolló el módulo Resistencia Antimicrobiana (RAM)¹ el cual se complementa en el presente documento a través de guías pedagógicas diseñadas para fortalecer el desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes, promoviendo su capacidad de observación, análisis crítico y argumentación referido a las RAM. En este sentido, se presentan propuestas didácticas que integran la exploración de fenómenos microbiológicos, la experimentación y el debate basado en evidencia, con el fin de articular la enseñanza de las ciencias con el contexto real de los estudiantes.

Se invita a docentes de aula y directivos a utilizar las presentes guías a fin de enriquecer sus prácticas educativas. Al integrar estos recursos en sus metodologías, los educadores pueden mejorar la comprensión de temas científicos complejos e inspirar un compromiso activo con la salud pública y el bienestar colectivo.



¹ Puede revisar los Módulos didácticos en:

a) "Descifrando la resistencia microbiana para un futuro saludable" en:

<https://icec.mineduc.cl/wp-content/uploads/2024/03/UA-resistencia-antimicrobiana-baja.pdf>

b) ¿Amigos o enemigos? Conociendo acerca de nuestra relación con los microorganismos en:

<https://icec.mineduc.cl/wp-content/uploads/2024/09/Modulo-RAM.pdf>

2. MARCO REFERENCIAL

La resistencia antimicrobiana (RAM) es la capacidad que tienen los microorganismos (bacterias, hongos, virus y parásitos) de desarrollar mecanismos para sobrevivir en presencia de sustancias nocivas, es por tanto un fenómeno derivado de la capacidad de adaptación de los microorganismos a su entorno. Sin embargo, este proceso se ve acelerado significativamente por la presión selectiva impuesta por el uso inadecuado o excesivo de antibióticos y otros agentes químicos, donde la transferencia de genes disemina la resistencia, activando mecanismos de intercambio de material genético. Esto explica por qué la resistencia puede emerger y diseminarse en distintos entornos, representando una amenaza creciente para la salud global, por lo que se le reconoce como una de las principales amenazas de la humanidad.

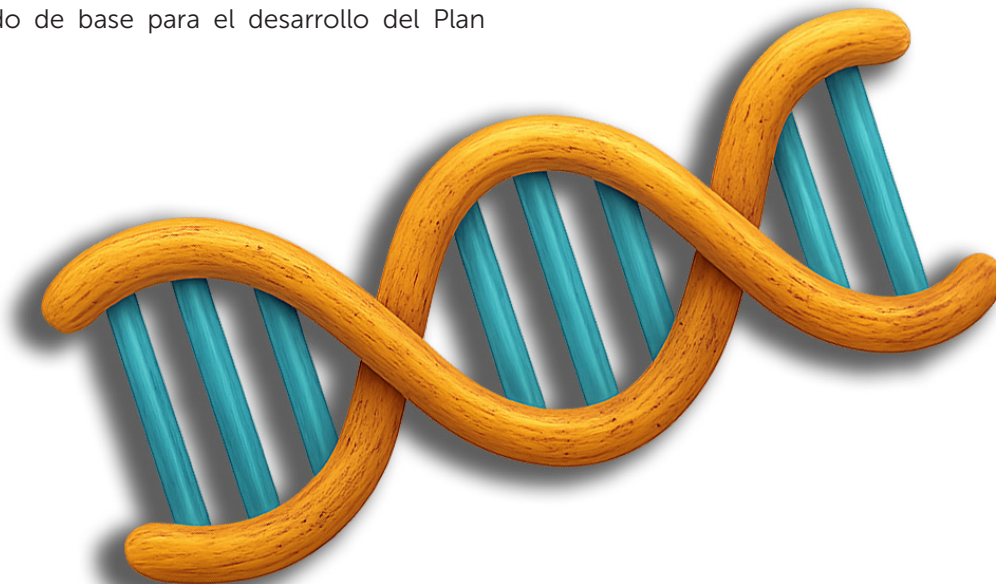
En este contexto, comprender la RAM no solo refuerza la necesidad de un uso racional de antibióticos, sino que también enfatiza en la importancia de estrategias integradas para su control ya que afecta directamente la salud humana, a nuestras mascotas, la industria o especies animales o vegetales cercanos a centros productivos. En esta línea, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció el Plan de Acción Mundial sobre la Resistencia a los Antimicrobianos, que ha servido de base para el desarrollo del Plan

Nacional de RAM en Chile (MINSAL, 2021-2025), el cual es liderado por el ministerio de salud y colaboran diversos actores tanto del mundo público como privado, para enfrentar en el marco de sus atribuciones, las enfermedades infecciosas a través del resguardo de la eficacia de los antimicrobianos.

En el caso chileno, si bien no se cuenta con estudios concluyentes sobre el uso inadecuado de antibióticos en humanos, si se reconoce un incremento sostenido en su consumo en la última década, según lo presenta la recopilación de estadísticas recogidas en las Orientaciones técnicas para el uso de antibióticos en infecciones comunicarias de manejo ambulatorio (MINSAL, 2021).

Uso responsable de antibióticos:

Los antibióticos son medicamentos esenciales para tratar infecciones bacterianas en humanos y animales. Su descubrimiento y aplicación han permitido avances importantes en la medicina, aumentando la esperanza y calidad de vida de las personas. Sin embargo, su uso indebido y excesivo ha llevado a una creciente resistencia a los antimicrobianos (RAM), amenazando la efectividad de estos medicamentos (OMS, 2021).



El uso indebido de antibióticos incluye la automedicación, el incumplimiento de los tratamientos prescritos y su aplicación donde no es necesario. La Organización Mundial de la Salud ha identificado este fenómeno como una de las mayores amenazas para la salud pública global, ya que puede generar enfermedades más prolongadas, mayor mortalidad y mayores costos de atención médica (OMS, 2021)

Aspectos pedagógicos:

El plan nacional de Acción sobre la RAM enfatiza en la importancia de la educación y la comunicación efectiva para prevenir y controlar la resistencia a los antimicrobianos y desde la perspectiva pedagógica, el abordaje de la resistencia antimicrobiana debe articularse con enfoques didácticos, desde donde el programa ICEC enfatiza el uso de la indagación científica para promover la alfabetización, la formación ciudadana y el pensamiento crítico. Así también resulta fundamental comprender la RAM como un problema socio científico complejo, que trasciende la dimensión biológica involucrando aspectos ambientales, culturales, económicos y tecnológicos. Por todo ello se requiere fomentar, en el aula de clases, experiencias de aprendizaje interdisciplinarias que

incorporen el enfoque “Una Salud”² que reconoce la interdependencia entre la salud humana, animal y del ecosistema.

En particular, el presente documento aborda algunos de sus lineamientos, siendo estos: el uso responsable de antibióticos, la prevención y control de infecciones en personas, plantas y animales y el fomento de la conciencia y formación sobre la RAM.

El presente conjunto de guías de trabajo aborda estos temas desde el enfoque indagatorio, considerando estrategias diferenciadas para escuelas rurales y urbanas, abriendo oportunidades para incorporar saberes locales que permitan analizar la realidad territorial de las escuelas, donde se espera que lo expuesto en las páginas siguientes sean de inspiración y contribuya en la formación de ciudadanos con conciencia científica y responsabilidad social; una gran tarea que se forja, en gran manera, desde las comunidades educativas.



² Una Salud o One Health, es un enfoque integral y unificador que tiene por objetivo optimizar la salud de las personas, animales y ecosistema. Puede revisar más detalles de la descripción en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/one-health>

2.1 FOMENTAR LA CONCIENCIA Y FORMACIÓN SOBRE LA RAM

Es fundamental comprender que los microorganismos no se vuelven resistentes en respuesta al antibiótico, sino que el uso de estos fármacos genera una presión que favorece la supervivencia y proliferación de variables resistentes. Cuando una población microbiana entra en contacto con un antibiótico, los microorganismos que poseen mutaciones o mecanismos de resistencia tienen más probabilidades de sobrevivir y multiplicarse, a diferencia de los que son susceptibles, los cuales tienden a ser eliminados. Con el tiempo, esta selección da lugar a poblaciones dominadas por microorganismos resistentes, haciendo que los tratamientos convencionales pierdan efectividad. Esta resistencia dificulta el tratamiento de las infecciones, prolonga la enfermedad, incrementa el riesgo de complicaciones y facilita la propagación de patógenos resistentes, lo que puede derivar en un aumento de la morbilidad y mortalidad.

En la pandemia de COVID-19, el enfoque de “Una salud” resultó clave para abordar los vínculos entre la salud humana y ambiental. Aunque el virus SARS-CoV-2 no genera resistencia a antibióticos, se evidenció un uso excesivo e inadecuado de estos fármacos para tratar infecciones secundarias o sin justificación clínica, lo que contribuyó al aumento de la resistencia antimicrobiana (RAM) en otros patógenos.

En este contexto, la educación temprana sobre el uso responsable de antimicrobianos es crucial para promover prácticas informadas desde la etapa escolar. Abordar este tema permite desarrollar conciencia crítica en estudiantes y en toda la comunidad educativa, destacando su rol como agentes activos en la protección de la salud pública del presente y futuro.

En Chile, el enfoque “Una Salud” también se traduce en acciones concretas desde distintos sectores. Por ejemplo, SERNAPESCA regula y fiscaliza el uso de antimicrobianos en la acuicultura nacional, con el objetivo de preservar la sanidad animal, proteger el medio ambiente y salvaguardar la salud humana. La certificación de ciclos productivos en salmonicultura, basada en estándares de uso responsable de productos farmacológicos, constituye un caso concreto del enfoque intersectorial “Una Salud” aplicado al territorio nacional (SERNAPESCA, 2023).



2.2 PREVENCIÓN Y CONTROL DE INFECCIONES EN PERSONAS, ANIMALES Y ECOSISTEMA

Desde esta dimensión, la prevención y control de infecciones se resalta la importancia del cuidado responsable de las mascotas y el manejo adecuado de animales de cría en áreas rurales. Esto resulta de vital importancia debido a los riesgos de consumo de alimentos contaminados o enfermedades zoonóticas.

La OMS (2023) define el término zoonóticas como aquellas enfermedades infecciosas que ha pasado de un animal al humano, causadas por agentes patógenos como bacterias, virus, parásitos que se propagan en los humanos por contacto directo o a través de los alimentos, el agua o el medio ambiente. Lo que implica evaluar la forma de relacionarnos con los animales, por ejemplo, asegurar que las mascotas estén al día con sus vacunas y libres de parásitos internos y externos, como así mismo la adecuada higiene y administración prudente de antimicrobianos. Por ende, es importante revisar y aprender sobre el adecuado contacto con los animales, sus heces y ambiente.

En áreas rurales, donde los animales de cría son una fuente clave de alimentos, ingresos y sustento agrícola, esta situación se vuelve aún más patente, por lo cual se debe considerar que el uso indebido de antimicrobianos afecta la microbiota beneficiosa y por ello se deben potenciar prácticas sustentables en agricultura. Si, por el contrario, se practican comportamientos deficientes se contribuirá con la propagación de la RAM, por tanto, la vigilancia epidemiológica para detectar brotes de enfermedades infecciosas (zoonóticas), el establecimiento de sistemas de bioseguridad para limitar la propagación de enfermedades y la enseñanza sobre prácticas responsables en el uso de antimicrobianos, son aspectos claves a abordar en la formación estudiantil en las escuelas.



3. GUÍAS DE TRABAJO PARA EL ABORDAJE DE LA RAM

Las Guías de trabajo otorgan un marco práctico para la enseñanza de los conceptos abordados en este documento, permitiendo que la experiencia de aprendizaje sea significativa y transformadora. En este sentido, cobra real importancia el rol del docente en su papel de promotor y articulador con el currículo educativo, teniendo presente que la comunidad escolar puede desempeñar un papel activo en la promoción de la salud pública y la sostenibilidad de los recursos.

Aspectos curriculares considerados:

Todas las actividades declaradas en las guías poseen relación con los aprendizajes de ciencias, ya sea a través del núcleo exploración del entorno natural, en educación parvulario, o en unidades de Ciencias Naturales que abordan la vida de los microorganismos, salud y uso de antibióticos, y así mismo en Biología, en las unidades vinculadas a la biología celular, virus y mecanismos de defensa.

Además, la temática de la RAM permite una interdisciplinariedad con otras asignaturas, entre ellas, Matemática y Lenguaje y Comunicación. En la asignatura de matemática, bajo los contenidos del eje datos y probabilidades, se puedan construir encuestas de percepción que sean aplicadas al interior de la comunidad educativa. En el caso de la asignatura de Lenguaje y Comunicación, es posible fomentar la expresión verbal o escrita al desarrollar debates o construir afiches que a su vez, articulen con las asignaturas de Artes Visuales y/o Tecnología.

A continuación, las guías pedagógicas.
Las guías descritas en este documento presentan una propuesta de ruta de trabajo basadas en el enfoque indagatorio, donde se han considerado los siguientes principios:

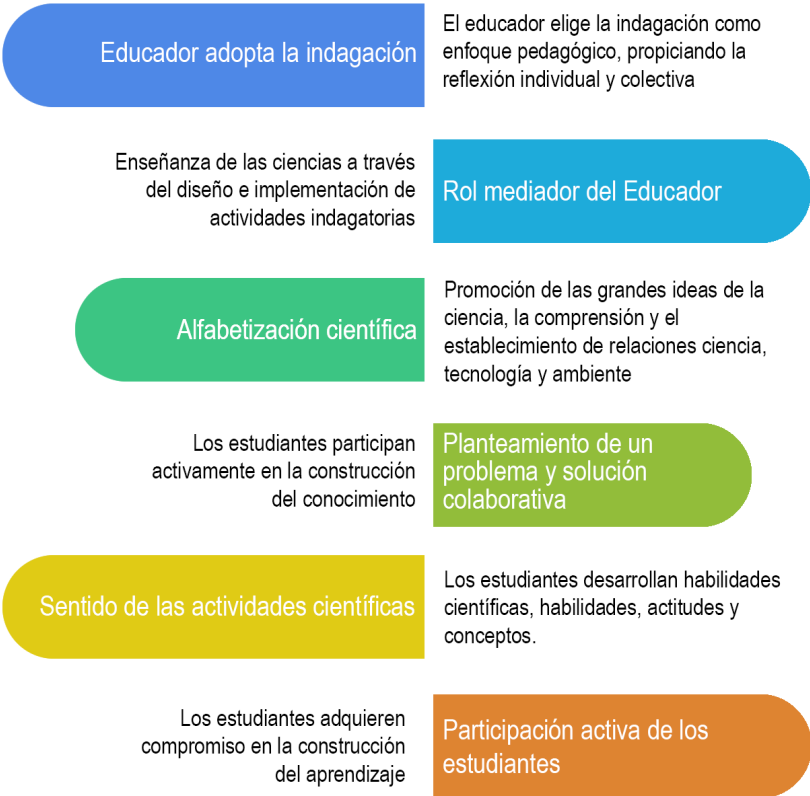


Tabla 1: Figura adaptada con IA de:
Principios para implementar la indagación científica en el aula,
Módulo Resistencia Antimicrobiana, página 11 (ICEC, Mineduc)

<https://icec.mineduc.cl/wp-content/uploads/2024/03/Modulo-Resistencia-Antimicrobiana-UA.pdf>

Encontrará tres guías, las que poseen orientaciones específicas a y permiten a los educadores adaptar las actividades a las distintas etapas curriculares de los estudiantes.

3.1 Guía de Trabajo 1: Concientización de la RAM en Escuelas Urbanas y Rurales

Esta guía aborda la simulación de eventos de selección natural inducido por el uso de antibióticos, esto permitirá que los estudiantes comprendan que las bacterias resistentes sobreviven y pueden transferir su resistencia a otras bacterias.

Guía 1: simulación de eventos de selección natural para el desarrollo de la conciencia sobre RAM	
Objetivo de la actividad	Explicar el proceso biológico de la selección natural aplicada a bacterias y su relación con la RAM.
Preguntas orientadoras	¿Qué es la RAM y por qué es un problema? ¿Cómo se propaga la resistencia a los antibióticos? ¿Cómo podemos contribuir, desde nuestra comunidad escolar, a reducir el impacto de la RAM?
Habilidades Científicas	Argumentar, analizar, reflexionar.
Recursos y materiales	- Infografías, folletos y videos educativos sobre la RAM. - Materiales para las instancias lúdicas - Actores de la comunidad. - Proyector, Internet, pizarra, hojas, marcadores, impresoras. - Espacios para exposiciones y debates
Evaluación	Rúbricas, para la auto y coevaluación, orientada a los aspectos de argumentación científica, participación y diseño de material informativo. Preguntas dirigidas a la selección natural y la resistencia.
Enfoque de género	Incluir la perspectiva de género en la discusión sobre la RAM, fomentando la participación equitativa de los estudiantes en la construcción del conocimiento científico y abordando la manera en que la RAM afecta a distintos grupos sociales y cómo la equidad en el acceso a la educación y salud influye en la prevención de la RAM.
Sugerencias para Escuelas Urbanas	Gracias a la accesibilidad de las escuelas urbanas, se puede fomentar el uso de plataformas digitales, para llevar a cabo campañas informativas y obtener colaboración desde los centros de salud, universidades y centros de formación técnica del territorio.
Sugerencias para Escuelas Rurales	En las escuelas rurales se puede acentuar el aprendizaje basado en la oralidad, accediendo a radios comunitarias o postas rurales, como también la colaboración de educadores tradicionales, agricultores o ganaderos y/o líderes de la localidad.

Actividades sugeridas		
Educación de Párvulos:	Educación Básica	Educación Media:
- Cuentos y canciones sobre la higiene y los microbios. - Juegos sobre el lavado de manos (ver anexo 1)	- Experimentos sobre transmisión de gérmenes (Anexo 1) - Participar en entrevistas, charlas y/o talleres con actores de la comunidad (agricultores locales o profesionales de centros de salud del territorio), para conocer qué es la RAM, cómo se produce, sus consecuencias y medidas de prevención. - Concursos literarios sobre la prevención de la RAM en la Semana Internacional de Concienciación sobre la RAM. - Aplicación de encuesta en la comunidad educativa, referida a la identificación de buenas prácticas, con relación a la RAM	- Debates, en grupo, sobre análisis de casos reales de RAM. - Juego de simulación de evento de selección natural (Anexo 2). - Creación de afiches informativos (digitales y/o físicos) para desarrollar una campaña escolar de concienciación sobre el impacto de la RAM. - Construcción de glosario técnico sobre la RAM, para difundir en redes sociales.

3.2 Guía de Trabajo 2: prevención y control de infecciones en personas, animales y ecosistemas

En esta guía se ha relevado el uso del enfoque “Una Salud” donde se busca ofrecer una perspectiva global sobre la interacción entre diversos organismos³ El objetivo es trasladar esta mirada interdisciplinaria a la enseñanza escolar, fomentando una activa colaboración entre diferentes asignaturas.

De este modo, distintas disciplinas pueden converger en un proceso de investigación escolar, donde el Aprendizaje Basado en Proyecto (ABP) podría ayudar a profundizar en el estudio de la RAM, además de brindar la posibilidad de compartir hallazgos y experiencias de los estudiantes en congresos escolares u otros espacios de difusión de aprendizajes.

Guía 2: Proyecto ABP guardianes de la Salud con visión interdisciplinaria desde Una Salud	
Objetivo de la actividad	Reconocer la interconexión vital entre la salud de las personas, los animales y ecosistema.
Preguntas orientadoras	¿Cómo afectan las enfermedades zoonóticas a nuestra vida cotidiana? ¿De qué manera el enfoque ‘Una Salud’ nos ayuda a diseñar estrategias efectivas para reducir la propagación de la RAM? ¿Por qué es importante reducir el uso de productos químicos en la agricultura y la ganadería? ¿Cómo podemos controlar plagas sin usar productos químicos? ¿Qué son los biopesticidas? ¿Qué relación existe entre la diversidad de cultivos, la salud de suelo y la salud de los humanos?
Habilidades Científicas	Exploración, identificar, observar, reflexionar.
Recursos y materiales	- Documentos y videos sobre enfermedades zoonóticas (ver anexo 3). - Información sobre Una Salud o One Health (OMS, FAO y OMSA) - Espacios para experimentación y observación. - Lupas, microscopios, plantas del huerto o muestras - Cartulinas, papelógrafos
Evaluación	Con construcción de una rúbrica para acompañar las presentaciones de los productos desarrollados en una feria u otro espacio para socializar aprendizaje frente a la comunidad local o escolar.
Enfoque de género	Se sugiere analizar cómo la equidad o los patrones socioculturales influyen en el acceso a información y recursos sobre bioseguridad y salud animal intervienen en los planes de prevención.
Sugerencias para Escuelas Urbanas	Una oportunidad podría ser la de levantar encuestas sobre el uso las prácticas urbanas frente a la alimentación de palomas, perros u otros animales en las plazas públicas, y cómo impactan en la prevención o propagación de enfermedades zoonóticas.

³ Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA, anteriormente conocida como OIE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) encargándose de fomentar el uso de vacunas y tratamientos naturales para animales y acentuar sobre el uso de técnicas agrícolas sostenibles, respectivamente.

Guía 2: Proyecto ABP guardianes de la Salud con visión interdisciplinar desde Una Salud

Sugerencias para Escuelas Rurales

Las escuelas rurales poseen la gran posibilidad de alternar sus salas de clases con los espacios locales, tales como establos, lecherías o corrales de animales, donde pueden observar las interacciones de las personas y la fauna, además de realizar investigaciones en su comunidad, tales como: los cuidados ante enfermedades zoonóticas en la producción de huevos u otras actividades.

Actividades sugeridas		
Educación de Párvulos:	Educación Básica	Educación Media:
- Participación en relatos o juegos para identificar microorganismos beneficiosos y dañinos. - Participar de la preparación de ensaladas, fomentando prácticas de higiene en la manipulación de alimentos y análisis de la procedencia de los productos. - Participar en lluvia de ideas sobre las prácticas de higiene con mascotas y analizar casos sobre enfermedades transmitidas por animales.	- Construcción de Comic para explicar la transmisión de enfermedades en distintos entornos. - Creación de afiches para educar a la comunidad sobre enfermedades zoonóticas. - Comparar método químico y biológicos de control de plagas - Construyen muestra fotográfica sobre microorganismos, diferenciando bacterias, virus y hongos.	- Investigación sobre prácticas de bioseguridad y su impacto. - Indagación sobre brotes históricos de enfermedades zoonóticas y/o sobre casos locales de uso de antibióticos y analizan sus impactos. - Construir juego de mesa para identificar el adecuado uso de antibióticos y/o de enfermedades zoonóticas. (Ejemplo de preguntas en anexo 4)

3.3 Guía de Trabajo 3: uso responsable de antibióticos

El desarrollo de esta guía está orientada a promover el pensamiento crítico, la formulación de hipótesis y el análisis de resultados, al utilizar actividades de experimentación de procesos de desarrollo bacteriano y cómo los antibióticos inhiben su crecimiento.

Guía 3: uso responsable de antibióticos	
Objetivo de la actividad	Los estudiantes observan resultados experimentales para comprender el efecto de los antibióticos en la inhibición del crecimiento bacteriano.
Preguntas orientadoras	¿Qué hipótesis puedes formular sobre el efecto de los antibióticos en el crecimiento de bacterias? ¿Por qué importante es informar respecto al uso de los antibióticos? ¿Cuáles son las consecuencias de automedicarse con antibióticos sin prescripción médica? ¿Qué pasaría si los antibióticos dejaran de ser efectivos contra las infecciones?
Habilidades Científicas	Pensamiento crítico, formulación de hipótesis, observación, reflexión.
Recursos y materiales	- Placas de cultivo bacteriano, pinzas, Agar nutritivo (ver anexo 5) - Pan, papas, gelatina sin sabor y caldo de pollo. - Cepas no patógenas para cultivos (yogurt natural) - Antibióticos de uso experimental autorizados. - Recursos didácticos sobre la RAM y la farmacología. - Videos y guías de la OMS sobre el uso responsable de antibióticos.
Evaluación	- Rúbricas de evaluación de experimentos científicos. - Cuadernos de laboratorio con observaciones y conclusiones. - Evaluación de campañas y propuestas para la concienciación sobre la RAM.
Enfoque de género	Fomentar la participación equitativa eliminando estereotipos de género en el aula, señalando el reconocimiento a mujeres y hombres en la ciencia y la tecnología.
Sugerencias para Escuelas Urbanas	Es posible que haya una mayor disponibilidad de recursos, tales como placas de Petri, agar nutritivo, alcohol y laboratorios con microscopio y/o cámaras fotográficas. Esto permite realizar los experimentos con mayor precisión y registrar resultados de manera más detallada, facilitando el análisis y la discusión científica.
Sugerencias para Escuelas Rurales	Es posible recolectar bacterias de fuentes más variadas como un río, humedal, hojas en descomposición, restos de leche, etc. Lo cual aporta un valor más significativo a la experiencia de aprendizaje al conectar la ciencia con el entorno inmediato y fomenta una comprensión sobre la presencia y comportamiento de los microorganismos en distintos ecosistemas.

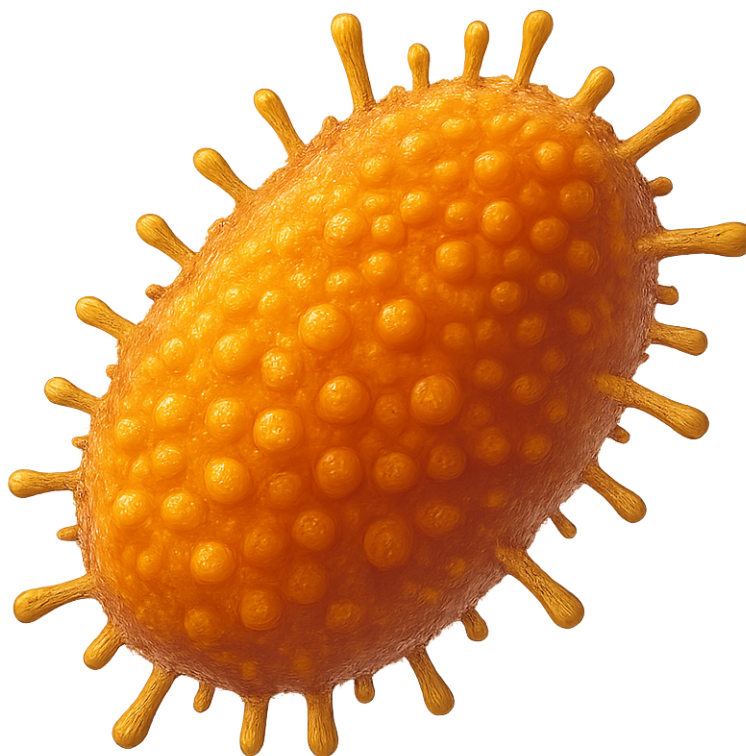
Actividades sugeridas		
Educación de Párvulos:	Educación Básica	Educación Media:
Experimentar cómo la higiene ayuda a prevenir enfermedades, donde no siempre requiere antibióticos, a través de la observación, el crecimiento de moho en rebanadas de pan molde etiquetadas y guardadas en bolsas herméticas, donde una de ellas ha sido manipulada por las manos sucias de los estudiantes, una segunda muestra con las manos lavadas y una tercera, sin tocar, para utilizar como control. Los estudiantes reflexionan por qué no siempre necesitamos antibióticos cuando estamos enfermos. Realizar simulaciones de transmisión de gérmenes, usando algún material adhesivo en las manos de los estudiantes, como por ejemplo: gel mezclado con pequeños papeles de colores.	Observar los antibióticos en acción, a través de la experimentación con papas cocidas (como el sustrato para el crecimiento de micro organismos), contando con al menos 3 muestras, una de ellas manipulada con las manos sucias, otra con las manos lavadas con jabón y a una tercera muestra agregar, en un extremo, un poco de alcohol o antibióticos tópico. Las muestras se guardan en recipientes cerrados como bolsas herméticas o frascos tapados. Se espera que los estudiantes reflexionen sobre el crecimiento de microorganismos, ¿cómo estos actúan y qué pasaría si las bacterias se hicieran resistentes?	Observar y reflexionar sobre la efectividad de antibióticos, a través de la preparación de un cultivo bacteriano. Para llevar a cabo esta experiencia, consultar el anexo 5. Una vez que los materiales estén reunidos y organizados, proceder a recolectar muestras frotando hisopos sobre diferentes superficies (pantallas de celular, paredes de la boca, etc.) Transferir inmediatamente estas muestras a la placa de agar. Utilizando los implementos de seguridad (guantes y pinzas) colocar los discos de papel impregnados con el antibiótico sobre el cultivo. Etiquetar y guardar en lugar cálido para permitir el crecimiento bacteriano. La finalidad es que los estudiantes puedan identificar zonas de inhibición (dónde no crecieron bacterias) y reflexionar si existieron zonas de crecimientos a pesar del antibiótico, por qué razón y cuál fue el más efectivo.

4. REFLEXIÓN FINAL

La resistencia a los antimicrobianos (RAM) es una amenaza global que requiere un desafío global y una respuesta educativa, científica y normativa coordinada. El uso responsable de antibióticos y la prevención de infecciones son acciones claves para frenar la propagación de microorganismos resistentes.

Las escuelas son un valioso ambiente para fomentar el aprendizaje a través de la concientización, investigación y experimentación, permitiendo que estudiantes comprendan el impacto de la RAM en la salud humana, animal y ambiental. Por ello, es favorable que los docentes atiendan a la metodología indagatoria aplicando los principios del enfoque, donde el docente evalúa y adapta la enseñanza, mediando el aprendizaje a través de la indagación y el trabajo colaborativo, para fomentar la alfabetización científica, el pensamiento crítico y la participación activa de los estudiante, garantizar el acceso equitativo a la información y formación científica en las aulas, para contribuir a la construcción de un sistema de salud más sostenibles y resiliente.

La lucha contra la RAM es una responsabilidad compartida, y la educación es la herramienta más poderosa para enfrentarla.



BIBLIOGRAFÍA

Food and Agriculture Organization (FAO). (2020). *Manejo sostenible de la resistencia a los antimicrobianos*.

Ministerio de Salud de Chile (MINSAL). (2021). *Plan Nacional contra la Resistencia a los Antimicrobianos de Chile 2021-2025*. Disponible en <https://diprece.minsal.cl>

Ministerio de Salud de Chile (MINSAL). (2023). *Plan Operativo de Resistencia a los Antimicrobianos*. Disponible en <https://minsal.cl>

MINSAL-DIPRECE. (2017). *Resistencia Antimicrobiana*. Datos del Sistema Mundial de Vigilancia de la Resistencia a los Antimicrobianos de la OMS (GLASS). Disponible en <https://minsal.cl>

Norma General Técnica N° 140. Disponible en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1055899>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). *Resistencia a los antimicrobianos*. Disponible en <https://www.who.int>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2023). *One Health*. Disponible en <https://www.who.int>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (s.f.). *Plan de Acción Global sobre Resistencia a los Antimicrobianos*.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (s.f.). *Buenas prácticas de la OMS para laboratorio de microbiología farmacéutica*. Disponible en <https://www.invima.gov.co/sites/default/files/el-instituto/laboratorio/informe-45-de-la-oms.pdf>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (s.f.). *Semana Mundial de Concienciación sobre la RAM*. Disponible en <https://www.who.int/es/campaigns/world-antimicrobial-awareness-week>

Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA). (2022). *Plan Mundial de Acción sobre la Resistencia a los Antimicrobianos*.

Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA). (2022). *One Health and Zoonoses*.

Programa ICEC. (2024). *Módulo RAM*. Disponible en <https://icec.mineduc.cl>

World Health Organization (WHO). (s.f.). Zoonoses. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/zoonoses>

Ministerio de Salud (MINSAL, 2021). Orientación técnica para el uso de antibióticos en infecciones comunitarias de manejo ambulatorio 2021. <https://diprece.minsal.cl/wp-content/uploads/2021/10/Orientacion-Tecnica-para-el-uso-de-antibioticos-en-infecciones-comunitarias-de-manejo-ambulatorio-2021.pdf>

Servicio nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA, 2024). Informe sobre el uso de antimicrobianos y antiparasitarios en la salmonicultura nacional. https://www.sernapesca.cl/app/uploads/2024/06/Informe-sobre-el-uso-de-antimicrobianos-y-antiparasitarios-en-la-salmonicultura-nacional-Ano-2023_v20240606.pdf

ANEXOS

Anexo 1: juego de simulación de gérmenes:

Este juego ayuda a los niños pequeños a entender por qué es importante lavarse las manos.

Materiales:

- Gel con pequeños trozos de papel de colores, polvo brillante como purpurina u otros (representarán los gérmenes).
- Crema o vaselina, ayuda a que los "gérmenes" se peguen.
- Agua y jabón: Para lavar las manos de verdad.

Pasos del Juego:

1. ¿Qué son los gérmenes? Explica que los gérmenes son invisibles y están por todas partes.
2. ¡Nos "contagiamos"!
3. Distribuir crema en las manos de los niños y luego rocía purpurina sobre ellas. Di: "¡Ahora tenemos gérmenes!". Haga que toquen juguetes u otros objetos para ver cómo la purpurina se esparce, mostrando cómo se "contagian" los gérmenes.
4. Pregunta: "¿Qué pasa si comemos con estas manos llenas de gérmenes?". Explica que nos podemos enfermar.
5. El "súper poder" del lavado: Llevar a los niños al lavamanos. Demuestra cómo usar agua y jabón, frotando bien por 20 segundos.
6. Observen cómo la purpurina (los gérmenes) desaparece al lavarse.
7. Pregunta: "¿Dónde están los gérmenes? ¡Se fueron!". Reforzar que lavarnos las manos con agua y jabón nos ayuda a estar sanos.

Anexo 2: juego de los colores y los antibióticos

Este juego simula cómo las bacterias se vuelven resistentes a los antibióticos, usando colores para representar su sensibilidad.

Materiales:

- Tarjetas de bacterias:
- Rojas: Bacterias sensibles (mueren fácil con antibióticos).
- Amarillas: Bacterias intermedias (se debilitan, pero pueden sobrevivir).
- Verdes: Bacterias resistentes (no les afecta el antibiótico).
- Un dado de seis caras.
- Hojas o pizarrón: Para que los estudiantes registren los cambios.

Pasos del Juego:

1. Presentación de las bacterias: Entrega a cada estudiante o grupo una mezcla inicial de tarjetas de bacterias: varias rojas, algunas amarillas y pocas verdes.
2. Explica que cada color representa un tipo de bacteria según qué tan fuerte es contra los antibióticos.

3. **Formulación de hipótesis:** Preguntar a los estudiantes: "¿Qué creen que pasará con estas bacterias si tomamos un antibiótico?" Animar a predecir qué colores disminuirán o aumentarán.
4. **Aplicación del "antibiótico" (Lanzar el dado):** Explicar que el dado representará el antibiótico que ataca a las bacterias. Pedir a los estudiantes que lancen el dado y sigan estas reglas para cada bacteria que tengan:
- Si sale 1 o 2: Una bacteria roja (sensible) muere. Quita una tarjeta roja.
 - Si sale 3 o 4: Una bacteria amarilla (intermedia) sobrevive, pero queda "debilitada". (Pueden voltear la tarjeta o marcarla para indicar que está debilitada, pero sigue en juego).
 - Si sale 5 o 6: Una bacteria verde (resistente) sobrevive sin problemas. No pasa nada con esa tarjeta.
5. **Observar y registrar cambios:** Después de varias rondas (varias tiradas de dado), pedir a los estudiantes que cuenten cuántas bacterias de cada color les quedan. Registren los cambios en sus hojas o en el pizarrón. Explicar que algunas bacterias pueden compartir su resistencia con otros a través de un proceso llamado transferencia genética. Puede ejemplificarlo haciendo que los estudiantes intercambien las tarjetas verdes con las amarillas, convirtiéndolas en resistentes.
6. **Análisis y discusión:** Observen juntos cómo la cantidad de bacterias verdes (resistentes) empieza a aumentar en comparación con las rojas y amarillas. Preguntar a los estudiantes: ¿Qué implicaciones tiene este proceso para nuestra salud? y ¿Cómo contribuye este juego a entender la Resistencia a los Antimicrobianos (RAM)? Fomentar la discusión sobre por qué los antibióticos deben usarse con cuidado y solo cuando son necesarios.

Anexo 3: videos sobre zoonosis

¿Cómo usar el material audiovisual?

- La reproducción no debería superar los 5 minutos y debe ser mediada con preguntas de reflexión antes, durante o después del video.
- Para promover el pensamiento crítico entre los estudiantes, se recomienda usar el audiovisual como un recurso investigativo, donde se invita a los estudiantes a revisar el material al tiempo que se establecen hipótesis, se analizan situaciones o se comparan distintos elementos del video con la realidad local. Para ello use preguntas y tareas que no solo recauden información desde el video, sino a realizar un análisis crítico de la información y se incorporen otros recursos (libros, imágenes, experimentos u otros).

Recurso	Descripción
1	Página Web de la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, informativa sobre enfermedades zoonóticas.
2	Video explicativo de zoonosis, publicado por la Sociedad Mexicana de Salud Pública, año 2020.
3	Video de 3,20 minutos que aborda la descripción de la Zoonosis.
4	Video de 6,31 minutos, publicado por la Universidad Autónoma Nuevo León, México.
5	Video de TVAgro 3,20 minutos que informa sobre zoonosis.

A continuación, se facilitan las URL de los recursos recientemente indicados.

Recurso 1: <https://www.fao.org/one-health/areas-of-work/zoonoses/es>

Recurso 2: <https://youtu.be/YhcM9dJM6lc?si=9p4Lb87XsnnjPMZH>

Recurso 3: https://youtu.be/cU_0pxoD8Jo?si=7mS1ACBmxO7N-BUN

Recurso 4: https://youtu.be/EJ-P_r21jxQ?si=arq19rO_kJjErznY

Recurso 5: <https://www.youtube.com/watch?v=7Sjsa5qsarE>

Anexo 4: juego de mesa para identificar el uso adecuado de antibióticos y enfermedades zoonóticas

Se espera que los estudiantes diseñen tarjetas interactivas para el juego, donde se disponen las preguntas y en el anverso de esta, las respuestas correctas. Tanto las preguntas como respuesta deben ser el resultado de una investigación sobre el adecuado uso de antibióticos y el enfoque “Una Salud” en la prevención de enfermedades zoonóticas.

Estas tarjetas servirán como “desafíos” o “destinos” a lo largo del tablero de juego, guiando a los participantes por una ruta donde cada respuesta correcta les permita avanzar. Así el juego se convierte en una herramienta dinámica y educativa para afianzar el conocimiento.

Ejemplos de preguntas:

- Un brote de Hantavirus se ha detectado cerca de una zona rural ¿Qué tipo de animal es el principal transmisor de esta enfermedad a las personas?
- Un paciente presenta una infección bacteriana grave. Se le administra un antibiótico de amplio espectro, pero la infección persiste. Utilizando tus conocimientos de microbiología ¿qué fenómeno biológico podría estar ocurriendo en las bacterias y por qué es una preocupación global en el marco de “Una Salud”?
- Después de comer carne de cerdo mal cocida, varias personas se enfermaron con parásitos intestinales ¿Cómo se llama este tipo de enfermedad que pasa de los animales a los humanos por alimentos contaminados?
- Un equipo de investigación en la Universidad de Concepción estudia un brote de campylobacteriosis en aves de corral que ha afectado también a personas que manipulan estos animales. Si para controlar este brote se recurre al uso masivo e indiscriminado de antibióticos en las aves, ¿qué efecto a largo plazo se esperaría en la diversidad del microbioma intestinal de estas aves y qué implicaciones tendría esto para la salud humana y ambiental?
- En los humedales cercanos al río, se ha detectado un incremento de coliformes fecales resistentes a antibióticos, lo que sugiere contaminación. ¿Cómo podría la presencia de estos microorganismos resistentes en un ecosistema acuático afectar la cadena trófica local y, eventualmente, la salud humana?
- Tu perro, que no ha sido desparasitado, empieza a rascarse mucho y tiene diarrea. Si un niño juega con él y no se lava bien las manos ¿qué tipo de parásito podría contraer del animal?
- ¿Me duele la garganta, puedo tomar antibióticos para aliviar el malestar? ¿Por qué?
- Mi perro está estornudando ¿Puedo suministrar los antibióticos que sobraron del tratamiento de mi hermano? ¿Por qué?
- Mi gato tiene una herida infectada. Mi vecino dijo que le pusiera un poco de amoxicilina que tenía guardada ¿Ayudaré a mi gato de esta manera? ¿Por qué?
- ¿Puedo suspender el tratamiento antibiótico si ya me siento bien? ¿Por qué?
- Las plantas de mi huerto presentan varias hojas con manchas negras ¿servirá que les aplique un fuerte producto químico para que detenga la infección a otras plantas? ¿Por qué?

Anexo 5: guía de cultivo bacteriano.

Esta guía permitirá cultivar bacterias para identificar su sensibilidad a antibióticos y probar la efectividad de bactericidas, pero también permitirá evidenciar la importancia de la higiene de manos frente a un proceso de esta índole.

Material	Opción Casera	Especificaciones
Placas de Petri (1 por estudiante)	Frascos de vidrio con tapa hermética.	La esterilidad es crucial para evitar contaminaciones no deseadas. Si usan la opción casera será necesario hervir los frascos, limpiarlos con alcohol en su defecto usar una autoclave.
Medio de cultivo: - Agar nutritivo en polvo deshidratado para microbiología (podría bastar con 100 g.) - Agua destilada o agua desionizada (cantidad indicada por el fabricante)	Gelatina sin sabor y cubos o caldo de pollo (250 a 300 ml)	El agar nutritivo ofrece un crecimiento más consistente y predecible. La opción casera es más económica, pero puede variar. En ambos casos deben ser preparados con higiene y esterilización por calor (hirviendo)
Hisopos de algodón esterilizados (1 por alumno)	Cotonitos nuevos, limpios y previamente desinfectados con alcohol al 70%	La esterilización del hisopo es fundamental para asegurar que solo la muestra deseada sea transferida.
Pinzas de punta fina (disección o botánicas) metal o plástico (al menos 5 unidades)	Pinzas de cejas o de cocina desinfectadas con alcohol al 70%	Se utilizarán para manipular los discos sin tocar el medio de cultivo, minimizando la contaminación.
Perforadora de oficina estándar (1 o 2 por curso)	Tijeras que permitan cortar círculos pequeños	Ayuda a crear discos de papel uniformes.
Papel absorbente de laboratorio o discos de papel filtro	Servilletas de papel gruesas, filtros de café sin usar.	El material debe ser absorbente para retener la sustancia a probar.
Sustancia: Antibiótico en crema de uso tópico (ej.: neomicina, bacitracina.	Miel pura de abejas, ajo fresco o cebolla.	Manipular la crema antibiótica con guantes y supervisión adulta. Recalcar que no es para consumo.
Almacenamiento y seguridad: - Papel film o Parafilm (o cinta adhesiva) - Alcohol al 70% - Guantes desechables - Marcadores permanentes - Bolsas de basura resellables - Solución de Cloro al 10%		Estos materiales son esenciales para la seguridad, higiene y el correcto manejo de los desechos, independientemente de la opción de cultivo.



**UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA**

