



# Resistencia antimicrobiana

¿Amigos o enemigos? Conociendo acerca de nuestra relación con los microorganismos

## Créditos

Módulos con enfoque indagatorio – Resistencia antimicrobiana ¿Amigos o enemigos? Conociendo acerca de nuestra relación con los microorganismos.

La presente serie de Módulos Didácticos para la Enseñanza de las Ciencias con Enfoque Indagatorio han sido elaborados en el marco de la colaboración entre el MINEDUC y diferentes universidades chilenas. La coordinación para el desarrollo y elaboración de este módulo estuvo a cargo del Equipo Coordinador ICEC de la Universidad Alberto Hurtado

Los Módulos son de acceso abierto y puede obtenerlos en el sitio web del Programa ICEC <https://icec.mineduc.cl/> . Está prohibida su reproducción con fines comerciales.

## Edición General

Programa de Indagación Científica para la Educación en Ciencias ICEC  
División de Educación General  
MINEDUC-CHILE

Universidad Alberto Hurtado

## Autores

Patricia López S.  
Claudio Álvarez I.

## Colaboradores

Evelyn Isla P.  
María Alicia Soto  
Geraldo Brown G.

Carlos Trapp P.  
Francisca Quiroz G.

Juan Carlos Gutiérrez E.  
Tatiana Cisternas L.

Diseño gráfico y diagramación: Claudio Álvarez Infante.

**Fotografía e ilustraciones: Adobe Firefly**

**Registro Propiedad Intelectual: 2024-A-8080**

## IMPORTANTE

Como Ministerio de Educación 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 diferenciales, educadores de párvulos, así como a profesores y profesoras de educación básica y educación media.

ÍNDICE

Presentación .....	4
<u>1. Introducción</u> .....	6
2. <u>Marco referencial</u> .....	9
3. <u>Estrategias didácticas</u> .....	13
4. <u>Orientaciones</u> .....	14
<b><u>Experiencia de aprendizaje 1</u></b> .....	31
<u>Actividad 1: “Nuestros” pequeños acompañantes</u> .....	32
<u>Actividad 2: ¿Cómo se descomponen los alimentos?</u> .....	39
<u>Actividad 3: ¿Cómo se ha ido comprendiendo el mundo vivo que no podemos ver?</u> .....	42
<b><u>Experiencia de aprendizaje 2</u></b> .....	48
<u>Actividad 4: ¿Dónde encontramos microorganismos?</u> .....	49
<u>Actividad 5: ¿Cómo se ha llegado a saber lo que ahora conocemos de los microorganismos?</u> .....	52
<b><u>Experiencia de aprendizaje 3</u></b> .....	62
<u>Actividad 6: ¿Cómo se evidencia la acción de compuestos que impiden el crecimiento de microorganismos?</u> .....	63
<u>Actividad 7: ¿Cómo se tratan las enfermedades bacterianas?</u> .....	66
<b><u>Experiencia de aprendizaje 4</u></b> .....	70
<u>Actividad 8: ¿Cómo se genera la resistencia de organismos a tratamientos antimicrobianos?</u> .....	71
<u>Actividad 9: ¿Cómo afecta la resistencia de algunos organismos al tratamiento antimicrobiano?</u> .....	77
<b><u>Anexo: Actividades para el estudiante</u></b> .....	81
<u>Actividad 1: “Nuestros” pequeños acompañantes</u> .....	83
<u>Actividad 2: ¿Cómo se descomponen los alimentos?</u> .....	84
<u>Actividad 3: ¿Cómo se ha ido comprendiendo el mundo vivo que no podemos ver?</u> .....	87
<u>Actividad 5: ¿Cómo se ha llegado a saber lo que ahora conocemos de los microorganismos?</u> .....	89
<u>Actividad 6: ¿Cómo se evidencia la acción de compuestos que impiden el crecimiento de microorganismos?</u> .....	89
<u>Actividad 7: ¿Cómo se tratan las enfermedades bacterianas?</u> .....	102
<u>Actividad 8: ¿Cómo se genera la resistencia de los organismos a tratamientos antimicrobianos?</u> .....	106
<u>Actividad 9: ¿Cómo afecta la resistencia de algunos organismos al tratamiento antimicrobiano?</u> .....	111
<u>Bibliografía</u> .....	115

## Presentación

La importancia de enseñar ciencias en la escuela desde edades tempranas es un consenso mundial. La sociedad actual demanda de la educación en ciencias un conjunto de competencias científicas esenciales para que los ciudadanos tomen decisiones responsables en un mundo altamente dependiente de la tecnología, en emergencia climática y en contexto post pandemia. Estas competencias son requeridas por todas las personas, independiente de su cercanía o interés en carreras científicas, pues constituyen un saber multidimensional que trascenderá más allá de la escuela y los acompañará a lo largo de la vida.

En coherencia con estos desafíos para la educación en ciencias, el currículo nacional chileno orienta la enseñanza de las ciencias naturales hacia el logro de alfabetización científica, un elemento fundamental de la formación de ciudadanos que implica que niños, niñas y adolescentes puedan utilizar progresivamente los conocimientos y habilidades científicas aprendidas en la escuela para comprender y resolver problemáticas de su entorno cotidiano<sup>1</sup>.

Alcanzar la alfabetización científica en la escuela plantea nuevos desafíos para las clases de ciencias. Se espera que los estudiantes puedan adquirir un conjunto de prácticas para generar, evaluar y debatir sobre el conocimiento científico<sup>2</sup> participando de actividades que ofrezcan un camino para alcanzar la apropiación de contenidos científicos sin disociarlos de los saberes procedimentales y el desarrollo de actitudes propias de la actividad científica<sup>3</sup>.

Un camino posible son los problemas socio científicos en contexto indagatorio. Estos promueven un aprendizaje multidimensional utilizando problemáticas de base científica que son cercanas a los estudiantes y facilitan su comprensión sobre aspectos de la naturaleza de la ciencia, la elaboración de modelos explicativos y la argumentación basada en evidencia considerando aspectos morales y afectivos.

Las clases de ciencias, así concebidas, permiten involucrar a los estudiantes en la observación de fenómenos socio científicos propios de su territorio, para formular preguntas sobre ellos y diseñar colaborativamente procedimientos de investigación que les permitan recoger evidencias para contestar preguntas y formalizar conclusiones, a modo de respuesta, a sus preguntas iniciales.

Si bien los problemas sociocientíficos, por su naturaleza, adolecen de una respuesta única, su estudio sistemático permite comprender los fenómenos científicos con los cuales se relacionan, facilitando a los estudiantes la adquisición progresiva de las grandes ideas de la ciencia sobre las cuales se organiza el currículo nacional. Al mismo tiempo, facilitan la discusión sobre las consideraciones éticas, morales, sociales y económicas que se relacionan con la actividad científica y que son necesarias de considerar para contribuir a la formación de ciudadanos conscientes de los riesgos que implican los avances científicos y, en consecuencia, estén mejor preparados para la toma de decisiones coherentes con un modelo de desarrollo sostenible.

1. Bases Curriculares de Ciencias Naturales, Educación Básica, Ministerio de Educación de Chile.

2. Informe de Resultados PISA 2015. Competencia científica, lectora y matemática en estudiantes de quince años en Chile. División de Estudios, Agencia de la Calidad de la Educación.

3. Hernández-Lémann, E.; Caffi, D.; Mancilla, E.; Aranís, P. (2021) El Programa de Indagación Científica para la Educación en Ciencias ICEC. Un modelo de desarrollo profesional para educadoras y docentes que enseñan ciencia. Coordinación Nacional Programa ICEC, Ministerio de Educación de Chile.

---

Los módulos didácticos del Programa ICEC esperan abordar los desafíos anteriormente planteados a través del estudio de diversas temáticas de interés actual. Así, temas como el cambio climático, el uso del agua la protección del suelo, son abordadas a través de problemas sociocientíficos aplicables al contexto local que serán estudiados considerando saberes, necesidades, experiencias y potencialidades de cada institución escolar, inserta en un determinado espacio territorial.

Adicionalmente, las experiencias de aprendizaje que proponen los módulos didácticos abordan el desarrollo de aspectos actitudinales a los cuales una educación en ciencias moderna puede aportar. En esto, la promoción del vínculo escuela - territorio, el trabajo colaborativo entre pares, la argumentación basada en evidencia, el estímulo a la curiosidad y la formulación de preguntas serán parte esencial de las clases de ciencia. Esto implica un diseño de actividades inclusivas, con enfoque de género, orientadas a promover la responsabilidad individual y colectiva y que valora y promueve las diferencias en un clima de tolerancia, respeto y empatía.

Esperamos que los módulos didácticos del Programa ICEC constituyan una herramienta de apoyo a la enseñanza de las ciencias en el aula para responder a los desafíos de la educación científica del siglo XXI, permitiendo a los estudiantes, a través de las diversas experiencias de aprendizaje, reconocer desafíos y problemáticas que les afectan y son parte de su propia realidad y frente a las cuales puedan aplicar el razonamiento científico, los conceptos y procedimientos propios de la ciencia para comprenderlas y, eventualmente, proponer soluciones creativas y viables a problemas que puedan afectar a las personas, la sociedad y el ambiente, tanto a nivel local como global.

# 1. Introducción

“Todos vivimos en el mismo planeta y formamos parte de la biosfera. Reconocemos ahora que nos encontramos en una situación de interdependencia creciente y que nuestro futuro es indisoluble de la preservación de los sistemas de sustentación de la vida en el planeta y de la supervivencia de todas las formas de vida” se declaraba, hace ya décadas, en la Conferencia Mundial sobre la Ciencia <sup>1</sup> (UNESCO, 2000). Hoy, percibimos, con aún más urgencia, cuán necesario es que la ciencia escolar contribuya a que las personas comprendan profundamente estos principios en un marco de desarrollo de habilidades y competencias ciudadanas, que aseguren -hoy y mañana- su participación en la construcción de sociedades más justas, sostenibles y democráticas.

## Una urgencia global

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha levantado alerta acerca de un fenómeno que tiene potencial de comprometer la salud de la humanidad, y dificultades para enfrentarla con las herramientas que hasta el momento la ciencia y tecnología ha desarrollado: Resistencia a los antimicrobianos (RAM). La OMS ha declarado que la RAM es una de las 10 principales amenazas mundiales para la salud pública a las que se enfrenta la humanidad. El uso indebido y excesivo de antimicrobianos son los principales impulsores del desarrollo de patógenos resistentes a los medicamentos. La falta de agua limpia y saneamiento, sumado a la prevención y el control inadecuado de infecciones, promueven la propagación de microbios, algunos de los cuales pueden ser resistentes al tratamiento antimicrobiano.

Desde el año 2016 Chile desarrolla un Plan Nacional Intersectorial que establece compromisos interministeriales con instituciones públicas y privadas para abordar la RAM en el período 2021- 2025. Particularmente tendrá por misión promover que los y las docentes reconozcan la RAM como una problemática que amenaza la salud, identificando las oportunidades que ofrece el currículum nacional para que los y las estudiantes aprendan sobre la resistencia a los antimicrobianos.

## Un problema local

En nuestro planeta, los seres vivos estamos interconectados de diversas formas. Establecemos relaciones de consumo, protección, colaboración, entre otras. La vida como la conocemos es interdependiente. Lo que para algunos es alimento, para otros es crecimiento. Lo que para aquellos es beneficio, para otros es daño; y durante los millones de años que la vida lleva desarrollándose en distintos rincones de la Tierra, el destino de sus habitantes no está pretrazado, más bien es el resultado de cambios sucesivos que permiten o no adaptarse a las condiciones físicas y biológicas del entorno.

El ser humano ha desarrollado la capacidad de modificar su entorno de todas las maneras imaginables para desarrollarse y prosperar como especie. También ha debido enfrentar las amenazas que la naturaleza presenta y que ponen en riesgo la vida, o el estilo de vida de la especie humana, a través del desarrollo de conocimiento científico o tecnológico, entre otros.

1. La Ciencia para el siglo XXI: un nuevo compromiso. Conferencia Mundial sobre la Ciencia, Budapest, Hungría, 1999. Preámbulo. UNESCO, 2000

En el transcurso de la historia, el ser humano ha debido enfrentar la propagación de enfermedades con las herramientas disponibles hasta ese momento, impulsando así el pensamiento creativo para generar soluciones que representen cierta seguridad frente a la amenaza. Así pueden explicarse muchos de los avances farmacológicos y médicos.

Una amenaza permanente proviene del mundo microscópico: enfermedades, pestes, pandemias y otros que, en su época, fueron letales para el ser humano y que probablemente hoy estén erradicadas, controladas o son enfermedades crónicas con tratamiento efectivo. Por lo tanto, las situaciones mencionadas anteriormente han dejado de ser una amenaza para la especie. Es tan alta la variedad de aquellos individuos microscópicos que conocemos como, probablemente, lo es la de aquellos que aún no conocemos. Esto hace imposible anticiparse y tener un "remedio" para cada uno de ellos. Es tan alta la tasa a la cual aparecen nuevas variantes de estos organismos, que la tarea de enfrentarlos como "enfermedad" es más difícil aún. En esta lucha, la forma en que la humanidad ha enfrentado a los microorganismos patógenos ha sido eficiente en el corto y mediano plazo, pero ha levantado alertas acerca de las consecuencias en el mediano y largo plazo.

Es por lo anterior que se hace urgente entender la relación interdependiente entre los grupos de organismos microscópicos y el ser humano. Habrá que entenderlo además en diversos niveles: tecnológico, científico, social, económico y, por cierto, educativo.

## **Ciencia escolar**

La propuesta de módulos abordará contenidos y desarrollo de habilidades del Currículo Nacional para la educación básica y media, a través de experiencias de aprendizaje con enfoque indagatorio, incorporando nociones del quehacer científico, naturaleza del conocimiento y relevando la historia de la ciencia como fuente de evidencia. Todo ello en función de comprender la RAM como un problema socio científico sobre el cual no solo es posible conocer, sino que también es posible y necesario actuar.

## **Actividades para educación básica**

Para el aprendizaje de la ciencia escolar el mundo de los microorganismos presenta un desafío enorme. A pesar de encontrarse en múltiples y variados entornos, acceder a ellos no es fácil, y se requerirá de material, tiempo, tecnología y procedimientos no siempre sencillos de acceder en dichos ámbitos.

Una interesante -y rica- fuente de evidencia, observaciones, procedimientos, discusiones y resultados será posible encontrar en relatos, historia, anécdotas y otros tipos de comunicación y divulgación de la ciencia. En estos relatos se accederá al quehacer científico, a los datos que este arroja, a las dificultades y éxitos que aparecen al enfrentar un desafío; podrá ser el camino mediante el cual niñas, niños y jóvenes accederán a aquello que no es posible observar con "sus propios ojos". Esta aproximación sobrepasa a la colección de hechos, fechas o datos. Más bien, se espera poner el quehacer científico real al alcance de niñas, niños y jóvenes, a través de preguntas genuinas y de interés para las y los estudiantes. Será el quehacer mismo de la ciencia el que revelará experiencias, procedimientos, resultados y discusiones, para generar en los y las estudiantes nuevas preguntas, otros análisis y la construcción conceptual, en la medida que "entenderán la ciencia", "cómo se construye" y lo que la "ciencia es capaz de hacer".

## **Actividades para educación media**

Un propósito central en este nivel está referido a comprender la acción de los antibióticos y la respuesta microbiana a nivel celular y molecular, para lograr un mayor auto control en el consumo de antibióticos sin prescripción en la población.

En el primer abordaje se analizarán datos estadísticos de los efectos de la RAM sobre la incidencia, las muertes, la duración de hospitalizaciones y la Salud en general. Posteriormente se darán a conocer las estrategias de resistencia microbiana que tienen los microorganismos y cómo se hacen tolerantes a los antibióticos en la vida cotidiana. Además, se analizarán aspectos relevantes de la relación patógeno-antimicrobiano como la sensibilidad antibiótica, patologías asociadas a la transmisión de genes de resistencia antimicrobiana a organismos ambientales. Por último, se conocerán las estrategias biotecnológicas y avances en el desarrollo de nuevos fármacos y antimicrobianos que influyen en la calidad de vida de las personas y el medioambiente.

## 2. Marco referencial

### 2.1 Indagación Científica Y Problemas Socio científicos

En coherencia con la mayoría de los currículos de ciencia del mundo, hoy hablar de educación en ciencias es promover en los estudiantes la alfabetización científica. Esto refiere a la capacidad para aplicar en su vida diaria los conocimientos y habilidades aprendidos en las clases de ciencia, facilitándoles participar en la discusión y toma de decisiones sobre temas científicos que podrían afectar su vida y su entorno (MINEDUC, 2012; Abd-El- Khalick et al., 2004; Crawford, 2007; Lederman, 2009; Großmann & Wilde 2019; NRC, 2012).

La indagación científica como enfoque pedagógico juega un papel esencial en la promoción y el logro de la alfabetización científica. Esta manera de enseñar, que implica para el Programa ICEC, organizar la educación en ciencias bajo determinados principios (ver tabla 1), conduce al docente a centrar su tarea pedagógica en los estudiantes, promoviendo su participación en actividades de aprendizaje que los involucren colaborativamente en la búsqueda de respuestas a preguntas y/o desafíos científicos vinculados con su entorno local (Hernández-Lémann, et al., 2021).

Por su parte, si pensamos en la indagación científica como una estrategia didáctica en el aula, esta se traduce en el diseño de experiencias de aprendizaje que reproducen procesos y actividades similares a las formas en que los científicos estudian el mundo, que al mismo tiempo les permite mejorar sus comprensiones acerca de lo que es la ciencia (Romero-Ariza, 2017; González-Weil, et al., 2012; Abd-El- Khalick et al., 2004; Osborne & Dillon, 2008; Teig, 2019; Flick & Lederman, 2006, en Großmann & Wilde 2019; NRC, 1996; Rocard, et al. 2007).

La enseñanza de las ciencias por indagación no puede olvidar la relación entre la escuela y el territorio, si se quiere lograr una educación en ciencias con sentido local. Solo de esta forma los estudiantes podrán utilizar los saberes alcanzados en la escuela para entender fenómenos científicos que les afecten y frente a los cuales, como un ejercicio preliminar de ciudadanía, puedan proponer soluciones utilizando las competencias que provee una adecuada alfabetización científica.

Tabla 1. Principios para implementar la indagación científica en el aula.

1	El educador/docente que utiliza la indagación científica como enfoque pedagógico para enseñar ciencias desarrolla una actitud indagatoria respecto a su práctica dando alta relevancia a la reflexión pedagógica, individual y colectiva, orientada a mejorar los resultados de aprendizaje de sus estudiantes.
2	El educador/docente que enseña ciencias utilizando la indagación científica como estrategia didáctica, asume un rol de mediador del proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes a través del diseño e implementación de actividades indagatorias.
3	La indagación científica como estrategia didáctica promueve la alfabetización científica de los estudiantes, la adquisición de las grandes ideas de la ciencia, la comprensión de la naturaleza de la ciencia y el establecimiento de relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente.
4	La utilización de la indagación científica como una estrategia didáctica involucra el planteamiento de un problema y la búsqueda colaborativa de una respuesta en un clima de respeto mutuo, trabajo colaborativo, reconocimiento y valoración de los aportes de los estudiantes.
5	La utilización de la indagación científica en el aula promueve, en los estudiantes, aprendizajes de orden conceptual, actitudinal y de habilidades científicas a través del hacer y comprender el sentido de las actividades científicas realizadas.
6	El estudiante que participa en la clase de ciencias indagatoria asume un rol activo en la construcción colaborativa de sus aprendizajes en ciencias.

Al respecto, diversos autores plantean que las controversias o problemáticas sociocientíficas constituyen una estrategia interesante para promover vínculos entre la vida cotidiana y la ciencia. El uso de problemas sociocientíficos, al aplicar los modelos científicos vistos en la escuela al contexto social y territorial de los estudiantes, facilita el desarrollo de competencias científicas e especialmente v inculadas al u so de pruebas y evidencias, incorporando aspectos sociales, económicos y éticos en debates que promueven la argumentación, el pensamiento crítico y el enfoque hacia la toma de decisiones (Domènech y Márquez, 2010; Díaz y Jiménez, 2012; Solbes, 2013; España y Prieto, 2010; Sadler, 2011).

Por otra parte, utilizar problemas sociocientíficos en una clase de ciencias indagatoria permite alcanzar mejores resultados de aprendizaje junto con una comprensión más profunda y compleja del conocimiento científico. Esto ocurre porque las problemáticas sociocientíficas nunca están desprovistas de valores personales, prioridades sociales y razonamiento ético, por lo que su inclusión en las clases de ciencias indagatorias aumenta el compromiso disciplinario de los estudiantes, la calidad de su práctica argumentativa y el razonamiento científico para evaluar problemas desde diferentes perspectivas y proponer soluciones con sentido de justicia social a problemas complejos del mundo real (Nam & Chen, 2017; Sadler, Barab & Scott, 2007; Wiyarsi, Prodjosantoso & Nugraheni, 2021; Aleixandre, 2017).

Los módulos didácticos del programa ICEC constituyen un recurso pedagógico centrado en el uso de problemas sociocientíficos en contexto indagatorio para enseñar ciencias en la escuela. Esos pueden ser aplicables a los diversos contextos y territorios de todo el país, ofreciendo un modelo de implementación curricular que aborda temas transversales a los tres niveles del currículo nacional; ello permitirá a los estudiantes reconocer fenómenos y problemáticas de su entorno local, regional o nacional para aprender contenidos, habilidades y actitudes propias del aprendizaje de la ciencia escolar, que se constituirán como un conjunto de competencias científicas esenciales para el ejercicio de una ciudadanía alfabetizada científicamente, que puede enfrentar y participar de los desafíos sociocientíficos del mundo actual.

## **2.2 Saberes docentes para el módulo didáctico**

La implementación del presente módulo implicará, por parte de las y los docentes, el dominio de saberes clave. Estos se analizarán desde la perspectiva del conocimiento didáctico del contenido requerido y se incluirá ejemplos, recursos, desafíos que contribuyan a su desarrollo<sup>1</sup>.

El aprendizaje de la ciencia, en el contexto escolar, pretende proveer oportunidades de conocer, explorar y analizar fenómenos del mundo natural y tecnológico que permitan desarrollar tanto contenidos como habilidades del quehacer científico. Es a través de estas experiencias de aprendizaje que los estudiantes construyen ideas y una visión del mundo y sus fenómenos que eventualmente les permite ser parte de la toma de decisiones que implica la transformación del entorno<sup>2</sup>.

Aquello que niñas, niños y jóvenes aprenden en el aula de ciencia indagatoria responde a la búsqueda de la comprensión de fenómenos y la comprensión progresiva de ideas de la ciencia, basado en la construcción conceptual reflexionada y aplicada a espacios reales y cercanos.

1. Loughran, J. J., Mulhall, P., y Berry, A. (2012). Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. 2nd ed. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.

2. Harlen, W. (2010). Principles and Big Ideas of Science Education. Gran Bretaña: Ashford Colour Press.

### 2.3 Evaluación para el aprendizaje en ciencias

La propuesta de evaluación que sustentará el módulo se fundamenta en el enfoque de evaluación para el aprendizaje (MINEDUC, 2006). De acuerdo con este enfoque, la evaluación se fundamenta en los siguientes principios:

- Concebida como parte intrínseca de la enseñanza y del aprendizaje.
- Requiere que los profesores y las profesoras compartan con sus estudiantes los logros de aprendizaje que se esperan de ellos y ellas.
- Ayuda a los estudiantes a saber y conocer los estándares que se deben lograr.
- Involucra a los estudiantes en su propia evaluación.
- Proporciona retroalimentación que indica a los estudiantes lo que tienen que hacer paso por paso, para mejorar su desempeño.
- Asume que cada estudiante es capaz de mejorar su desempeño.
- Involucra tanto a docentes como a estudiantes en el análisis y reflexión sobre los datos arrojados por la evaluación. Los principios fundamentales de la evaluación propuesta, es que esta tiene lugar fundamentalmente en el aula, se pretende tener una afluencia continua de información acerca de los estudiantes y se realiza fundamentalmente con el fin de que estos progresen.

La consideración de los principios de la evaluación para el aprendizaje mencionados podría expresarse de la siguiente manera en las actividades o tareas para la evaluación que se elabore:

- Incluir ítems para los distintos momentos didácticos de la clase, indicar al docente los objetivos de estos y proponer estrategias para que sean conocidos también por los estudiantes.
- Considerar orientaciones explícitas para la retroalimentación y especificar el valor pedagógico de este proceso.
- Debiera incluir ejemplos de auto y coevaluación que muestren claramente la inclusión de ejercicios metacognitivos.
- Proponer estrategias o ejemplos para guiar la reflexión de los estudiantes en torno a los resultados de la evaluación.

El modelo de evaluación para el aprendizaje se fundamenta, a su vez, en concepciones actuales de aprendizaje que sugieren que los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje, pues nadie puede aprender por ellos. La evaluación, por tanto, debe involucrarlos en el proceso de evaluación, entregarles información acerca de sus progresos y guiar sus esfuerzos por mejorar.

Desde esa perspectiva, es necesario considerar que aprender es un proceso social –por cuanto en él participa más de una persona– y en el que cada uno otorga significados. Por ello, se pretende que las actividades de aprendizaje propuestas en el módulo incentiven en el aula:

- la discusión de ideas, en pequeños grupos (con no más de cuatro integrantes) y también como curso,
- la representación de estas ideas en distintos formatos (registros con palabras, dibujos, tablas, entre otros),

- relacionar la información que se les presente con las ideas que ellos tengan al respecto (ideas previas),
- el análisis de datos, la comparación de las observaciones entre grupos, la formulación de preguntas o propuestas, y de respuestas asociadas a ellas,
- el relacionar esta información con situaciones cotidianas,
- la aplicación de la información a situaciones nuevas, distintas de las trabajadas en la clase.

Las distintas estrategias de evaluación empleadas buscan:

- Promover la reflexión de los estudiantes acerca de sus logros.
- Informar a los estudiantes acerca de los objetivos de aprendizaje, de tal manera que entiendan desde el inicio el sentido de la evaluación en el proceso de aprendizaje.
- Usar la evaluación para promover la confianza de las y los estudiantes en sí mismos como aprendices y ayudándoles a responsabilizarse por su propio aprendizaje, de modo que adquieran la capacidad para aprender durante toda la vida.
- Traducir los resultados de la evaluación en una retroalimentación descriptiva para los estudiantes, informándoles individualmente en forma específica cómo pueden progresar.
- Ajustar continuamente las estrategias de enseñanza de acuerdo con los resultados de la evaluación.
- Involucrar a los estudiantes en procesos regulares de autoevaluación, de tal forma que puedan determinar cómo se desarrolla su proceso de aprendizaje.
- Establecer relaciones activas de comunicación entre estudiantes, padres, madres y docentes para el conocimiento de sus logros.

### 3. Estrategias didácticas

La indagación científica como enfoque didáctico y pedagógico se considera una forma inspiradora de aprender ciencias ya que se centra en los propios intereses de los estudiantes y promueve el aprendizaje activo al permitirles realizar sus propias investigaciones (Braund & Driver, 2005; Murphy & Beggs, 2003; Rocard et al., 2007). La indagación científica se considera un enfoque eficaz para aprender conceptos científicos y la comprensión de la naturaleza de la ciencia (NdC) en la que el proceso de indagación es clave y la consideración de los intereses y motivaciones de los estudiantes influye positivamente en sus logros (Tella, 2007).

La indagación científica favorece la comprensión conceptual de los fenómenos científicos (Minner, Levy, & Century, 2010) y el desarrollo de habilidades de indagación, como la formulación de una pregunta de investigación (Zion, Cohen, & Amir, 2007). Además, los estudiantes aprenden sobre la forma en que se construye el conocimiento científico (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002) y logran desarrollar una imagen de la práctica social de los científicos (Mercer, Dawes, Wegerif y Sams, 2004).

Por otra parte, se afirma que la indagación científica influye positivamente en los resultados de aprendizaje de las y los estudiantes al permitirles hacer preguntas abiertas (Liang y Richardson, 2009). El rol fundamental de los docentes es facilitar y apoyar a sus alumnos (Zion et al., 2007).

Dimensiones de la indagación científica (Driver, R.; Newton, P, Osborne, J., 2000):

- a. Estructuras conceptuales.
- b. Procesos cognitivos utilizados al razonar científicamente.
- c. Marcos epistémicos utilizados al desarrollar y evaluar el conocimiento científico.
- d. Procesos sociales y contextos que conforman la forma de comunicar, representar, argumentar y debatir el conocimiento.

Para favorecer la consideración de las distintas dimensiones de la indagación científica, se propone diseñar las clases tomando como estructura básica (en ningún caso excluyente) las siguientes fases (Duschl, 2008; Furtak et al., 2012):

- **Introducción:** Enfrentar a los y las estudiantes a un problema o fenómeno relacionado con una práctica de investigación auténtica para despertar su curiosidad y aumentar su comprensión epistémica sobre la investigación abierta. La pregunta o desafío se vinculará con el territorio o espacio local, cada vez que sea posible y promoverá el estudio de un problema sociocientífico.
- **Exploración:** Favorecerá la articulación del fenómeno investigado con los conocimientos previos de los estudiantes. La indagación se orientará hacia la formulación de preguntas que guíen la investigación posterior.
- **Diseño de investigación:** Se centra en la formulación de las preguntas de investigación, la elaboración de un plan de investigación y la construcción o recopilación de instrumentos para las mediciones, si estas son requeridas.

- Realización de investigación: El objetivo fundamental es la obtención de evidencias. Durante la recogida de datos, es importante la rigurosidad y tomar notas de forma estructurada.
- Conclusión: Relacionar las evidencias con su pregunta de investigación, diferenciando los resultados obtenidos de sus propias opiniones y argumentando sus ideas.
- Presentación/comunicación/profundización/ampliación: Comunicar sus resultados a los demás. Durante la preparación de la presentación o directamente después de que los estudiantes presenten su investigación y las proyecciones de estas para la comunidad. Preguntas de los docentes facilitarán la reflexión sobre cómo presentar la investigación de forma clara y organizada; definir cuáles son sus proyecciones. Tanto la preparación de la comunicación como el evento mismo ofrecerán oportunidades para sistematizar, profundizar y ampliar sus aprendizajes (Duschl, 2008; Furtak et al., 2012).

Es necesario esclarecer los tipos de indagación acorde al grado de autonomía que posee cada estudiante en las actividades planificadas (Martin-Hansen, 2002), para no dar a entender que se trata de un proceso ("ciclo") secuencial y simplista. Recalcar al docente que comenzar con una indagación abierta en un contexto donde nunca se ha trabajado cómo investigar, está condenado a un fracaso, según Furman y de Podestá (2009). Pero es importante poder avanzar progresivamente hacia la generación de más espacios para el desarrollo de pensamiento independiente (Sadeh y Zion, 2009).

## 4. Orientaciones

### 4.1 Marco curricular

Este módulo didáctico comprende objetivos y actividades de aprendizajes del Tercero, Quinto y Séptimo nivel de Educación Básica, y Primer nivel de educación media. Los aprendizajes que se espera desarrollar se presentan en una Hipótesis de progresión de aprendizajes.

Para la construcción de esta progresión de aprendizajes fueron abordados los siguientes objetivos del currículum:

OA7\_NB3: Proponer, comunicar y ejercitar buenas prácticas de higiene en la manipulación de alimentos para prevenir enfermedades.

OA1\_NB5: Reconocer y explicar que los seres vivos están formados por una o más células y que estas se organizan en tejidos, órganos y sistemas.

OA7\_NB5: Investigar e identificar algunos microorganismos beneficiosos y dañinos para la salud (bacterias, virus y hongos), y proponer medidas de cuidado e higiene del cuerpo.

OA6\_NB7: Investigar y explicar el rol de microorganismos (bacterias y hongos) en la biotecnología, como en la descontaminación ambiental, la producción de alimentos y fármacos, la obtención del cobre y la generación de metano.

OA2\_NM1: Analizar e interpretar datos para proveer evidencias que apoyen que la diversidad de organismos es el resultado de la evolución, considerando: evidencias de la evolución (como el registro fósil, las estructuras anatómicas homólogas, la embriología y las secuencias de ADN), los postulados de la teoría de la selección natural, los aportes de científicos como Darwin y Wallace a las teorías evolutivas.

El siguiente cuadro presenta el desglose de cada OA mencionado anteriormente, detallando los contenidos específicos que se espera abordar y la progresión hipotética de aprendizajes que se espera construyan los estudiantes, y que ha guiado el diseño de las actividades.

## **4.2 Hipótesis de progresión de aprendizajes**

Se plantea la siguiente hipótesis de progresión, que orienta la construcción de los contenidos en el transcurso de las actividades del módulo. En este caso, la hipótesis de progresión se explicita en forma de enunciados que representan el conocimiento o comprensión deseable a construir por los estudiantes en el transcurso del módulo. En ningún caso representan "lo que hay que saber", sino más bien, son una guía que orienta la enseñanza y el aprendizaje. Estos enunciados están formulados en un lenguaje que considera las representaciones de los estudiantes que aprenden.

<p>NB3 (8 años)</p>	<p>OA7: Proponer, comunicar y ejercitar buenas prácticas de higiene en la manipulación de alimentos para prevenir enfermedades.</p>	<p>Enfermedades infecciosas.</p> <p>Mecanismos de transmisión de enfermedades.</p> <p>Forma de prevenirlas.</p>	<p>Algunas enfermedades son infecciosas, es decir, se producen por pequeños organismos que logran afectar el funcionamiento del cuerpo de las personas.</p> <p>Algunos de esos pequeños organismos, invisibles a nuestros ojos, desarrollan su vida en múltiples lugares y objetos, incluyendo otros seres vivos, objetos que manipulamos y lugares que habitamos.</p> <p>Aunque algunos de ellos no se trasladan por sí mismos, pueden cambiar el lugar que habitan por contacto o por el aire. Por ejemplo, pueden pasar de una mano a otra si estas se tocan.</p> <p>También pueden transmitirse a través de los alimentos que comemos, ya sea porque el alimento ya tiene los organismos, o porque se le traspasan al manipularse.</p> <p>Por eso es importante cuidar que esos organismos no entren a nuestro cuerpo, por ejemplo, lavándose muy bien las manos antes de comer.</p> <p>Durante mucho tiempo, las personas se enfermaban y no se sabía cuál era la causa. Tampoco se sabía cómo prevenirlas, por lo que problemas de salud a causa de organismos que no se ven, eran muy difíciles de controlar.</p> <p>Cuando se inventó el microscopio, en el siglo XVII, un instrumento que permitía ver cosas muy pequeñas, se conocieron esos seres vivos y se pudo buscar formas de prevenir enfermedades o bien, curar a las personas que ya se habían enfermado.</p>
---------------------	---	---	--

NB5 (11 años)	<p>OA1: Reconocer y explicar que los seres vivos están formados por una o más células y que estas se organizan en tejidos, órganos y sistemas.</p>	<p>Noción de célula y niveles de organización.</p>	<p>Si observamos de qué están formados todos los seres vivos (el gato, la lombriz, un árbol, nosotros mismos) veríamos que son pequeñas unidades muy especiales que hace más de 250 años, se les llamó células.</p> <p>Cualquiera sea el tamaño y las características del ser vivo (planta o animal), siempre estará formado por células. Cada célula es muy particular, pues es como un ser vivo chiquitito, y como tal respira, se alimenta, se reproduce).</p> <p>Hay algunos organismos que están formados por una sola célula, como las bacterias, algunos hongos, protozoos y, como otros seres vivos, requieren del medio para alimentarse y desarrollarse.</p> <p>Los organismos, sean de organización simple o compleja, tienen mecanismos para defenderse frente a cuerpos extraños (concepción de mantención de la integridad del medio interno de los organismos).</p>
	<p>OA7: Investigar e identificar algunos microorganismos beneficiosos y dañinos para la salud (bacterias, virus y hongos) y proponer medidas de cuidado e higiene del cuerpo</p>	<p>Noción de microorganismo. Medidas de autocuidado ante microorganismos dañinos.</p>	<p>El desarrollo del microscopio y de técnicas específicas permitieron que los científicos hayan estudiado los organismos de tamaño muy pequeño, (llamados microorganismos) especialmente debido a las enfermedades que producen algunos de ellos. Pero, hay varios tipos diferentes de microorganismos. Algunos afectan la salud y otros son beneficiosos para nosotros y el medioambiente.</p> <p>La mayoría de las bacterias son beneficiosas para las personas y las comunidades: por ejemplo, en nuestros intestinos viven muchísimas bacterias beneficiosas, que ayudan en la digestión de los alimentos. Sin embargo, algunas bacterias producen enfermedades, por ejemplo: tifoidea, difteria, laringitis, etc.</p> <p>Incluso antes de que se conociera la existencia de los microorganismos, los humanos, hace más de 8000 años, los usaban para fabricar pan, cerveza, vino, queso o yogur.</p> <p>Otros microorganismos contribuyen a descomponer los restos de seres vivos cuando mueren, devolviendo al suelo algunos elementos clave para que la vida continúe en la Tierra.</p> <p>Los virus, como el Coronavirus, no son seres vivos, pues no tienen la capacidad de reproducirse. Solo lo logran cuando se encuentran dentro de células vivas y pueden usar su maquinaria para reproducir copias de ellos.</p> <p>Ahora, a través de lo que sabemos del Coronavirus y la pandemia podemos explicar cómo pueden transmitirse de una persona a otra y producir enfermedades. Tan interesantes son, que los científicos los han estudiado durante mucho tiempo y han llegado a saber cómo podemos protegernos y explicar las medidas de cuidado para prevenir el contagio.</p>

<p>NB7 (13 años)</p>	<p>OA6: Investigar y explicar el rol de microorganismos (bacterias y hongos) en la biotecnología, como en la: descontaminación ambiental, la producción de alimentos y fármacos, la obtención del cobre y la generación de metano.</p>	<p>Bacterias, hongos y biotecnología.</p>	<p>Durante mucho tiempo, los científicos han estudiado a los microorganismos y su comportamiento, y entendido que muchos de ellos son muy beneficiosos y ayudan a resolver problemas de los humanos.</p> <p>A medida que se ha ido desarrollando la tecnología, los científicos han logrado mejorar aún más la utilidad de microorganismos en la industria, especialmente.</p> <p>Al principio, se utilizaron microorganismos para la obtención de productos útiles para la industria alimenticia, farmacéutica (bacterias que producen antibióticos, por ejemplo).</p> <p>En la historia de la ciencia es muy importante el descubrimiento de la penicilina por el Dr. Alexander Fleming, en 1928. Este antibiótico era producido por un hongo; diez años más tarde ya era fabricada en grandes cantidades.</p> <p>En la minería, se emplean bacterias específicas en la producción de cobre; y otras para obtener el gas metano.</p> <p>En la minería, se emplean bacterias específicas en la producción de cobre; y otras para obtener el gas metano.</p> <p>El uso de dichas bacterias ("bacterias mineras") tiene un impacto económico y social, pues su utilización abarata la producción al reemplazar procesos químicos muy complejos, necesarios en la explotación de estos minerales, y reduciendo la contaminación que generan los procesos químicos.</p>
----------------------	--	---	--

<p>NM1 (15 años)</p>	<p>OA2: Analizar e interpretar datos para proveer de evidencias que apoyen que la diversidad de organismos es el resultado de la evolución, considerando: evidencias de la evolución (como el registro fósil, las estructuras anatómicas homólogas, la embriología y las secuencias de ADN), los postulados de la teoría de la selección natural, los aportes de científicos como Darwin y Wallace a las teorías evolutivas.</p>	<p>Noción de evolución Evidencias de la evolución Teorías de la evolución Darwin y Wallace</p>	<p>La diversidad genética, y fenotípica, en las poblaciones de organismos, explica cómo algunos de ellos son capaces de enfrentar, con distintos resultados, las amenazas del ambiente.</p> <p>En salud hemos utilizado agentes químicos, mecánicos y biológicos para enfrentar enfermedades originadas en microorganismos, sin embargo, es muy difícil erradicar las enfermedades. Una explicación puede ser la velocidad con la que se incorporan modificaciones a las poblaciones de microorganismos; otra, puede ser que los microorganismos sobrevivientes a tratamientos antimicrobianos se vuelven "resistentes", persistiendo la enfermedad y haciendo ineficiente al tratamiento.</p>
----------------------	--	--	--

## Objetivos, conceptos, habilidades y actitudes para el trabajo interdisciplinar

Nivel	Asignatura	Actitudes	Habilidades	Conceptos (Objetivos de aprendizaje)
Tercero	Lenguaje	<p>Demostrar disposición e interés por compartir ideas, experiencias y opiniones con otros.</p> <p>Demostrar respeto por las diversas opiniones y puntos de vista y reconocer el diálogo como una herramienta de enriquecimiento personal y social.</p>		OA 29 Incorporar de manera pertinente en sus intervenciones orales el vocabulario nuevo extraído de textos escuchados o leídos

Nivel	Asignatura	Actitudes	Habilidades	Conceptos (Objetivos de aprendizaje)
Quinto	Lenguaje	<p>Demostrar disposición e interés por compartir ideas, experiencias y opiniones con otros.</p>		<p>OA 2 Comprender textos, aplicando estrategias de comprensión lectora; por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-relacionar la información del texto con sus experiencias y conocimientos,</li> <li>- releer lo que no fue comprendido.</li> <li>- formular preguntas sobre lo leído y responderlas identificando las ideas más importantes de acuerdo con el propósito del lector,</li> <li>- organizar la información en esquemas o mapas conceptuales.</li> </ul>

Nivel	Asignatura	Actitudes	Habilidades	Conceptos (Objetivos de aprendizaje)
Quinto	Lenguaje	Demostrar respeto por las diversas opiniones y puntos de vista y reconocer el diálogo como una herramienta de enriquecimiento personal y social.		OA 6 Leer independientemente y comprender textos no literarios (cartas, biografías, relatos históricos, libros y artículos informativos, noticias, etc.) para ampliar su conocimiento del mundo y formarse una opinión: <ul style="list-style-type: none"> <li>- extrayendo información explícita e implícita,</li> <li>- haciendo inferencias a partir de la información del texto y de sus experiencias y conocimientos,</li> <li>- relacionando la información de imágenes, gráficos, tablas, mapas o diagramas, con el texto en el cual están insertos,</li> <li>- interpretando expresiones en lenguaje figurado,</li> <li>- comparando información,</li> <li>- formulando una opinión sobre algún aspecto de la lectura,</li> <li>- fundamentando su opinión con información del texto o sus conocimientos previos.</li> </ul>
	Historia, Geografía y Ciencias Sociales			OA 20 Opinar y argumentar con fundamentos sobre temas de la asignatura u otros

Nivel	Asignatura	Actitudes	Habilidades	Conceptos (Objetivos de aprendizaje)
Séptimo	Lenguaje	<p>Manifiestar disposición a formarse un pensamiento propio, reflexivo e informado, mediante una lectura crítica y el diálogo con otros.</p>		<p>OA 13 Escribir, con el propósito de explicar un tema, textos de diversos géneros (por ejemplo, artículos, informes, reportajes, etc.), caracterizados por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Una presentación clara del tema.</li> <li>- La presencia de información de distintas fuentes.</li> <li>- La inclusión de hechos, descripciones, ejemplos o explicaciones que desarrollen el tema.</li> <li>- Una progresión temática clara, con especial atención al empleo de recursos ana-fóricos.</li> <li>- El uso de imágenes u otros recursos gráficos pertinentes.</li> <li>- Un cierre coherente con las características del género.</li> <li>- El uso de referencias según un formato previamente acordado.</li> </ul> <p>OA 21 Dialogar constructivamente para debatir o explorar ideas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manteniendo el foco.</li> <li>- Demostrando comprensión de lo dicho por el interlocutor.</li> <li>- Fundamentando su postura de manera pertinente.</li> <li>- Formulando preguntas o comentarios que estimulen o hagan avanzar la discusión o profundicen un aspecto del tema.</li> <li>- Negociando acuerdos con los interlocutores.</li> <li>- Considerando al interlocutor para la toma de turnos.</li> </ul>

Nivel	Asignatura	Actitudes	Habilidades	Conceptos (Objetivos de aprendizaje)
Séptimo	Historia, Geografía y Ciencias Sociales	G. Demostrar interés por conocer el pasado de la humanidad y el de su propia cultura, y valorar el conocimiento histórico como una forma de comprender el presente y desarrollar lazos de pertenencia con la sociedad en sus múltiples dimensiones (familia, localidad, región, país, humanidad, etc.).	Interpretar periodizaciones históricas mediante líneas de tiempo, reconociendo la duración, la sucesión y la simultaneidad de acontecimientos o procesos históricos vistos en el nivel.	OA 22 Reconocer y explicar formas en que la acción humana genera impactos en el medio y formas en las que el medio afecta a la población, y evaluar distintas medidas para propiciar efectos positivos y mitigar efectos negativos sobre ambos.
		H. Desarrollar actitudes favorables a la protección del medioambiente, demostrando conciencia de su importancia para la vida en el planeta y una actitud propositiva ante la necesidad de lograr un desarrollo sustentable.	g. Investigar sobre temas del nivel, considerando los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de un problema y/o pregunta de investigación.</li> <li>• Planificación de la investigación sobre la base de la selección y análisis de la información obtenida de fuentes.</li> <li>• Aplicación de distintas estrategias para registrar, citar y organizar la información obtenida.</li> <li>• Elaboración de conclusiones relacionadas con las preguntas iniciales.</li> <li>• Comunicación de los resultados de la investigación.</li> <li>• Utilización de TIC y de otras herramientas.</li> </ul>	

Nivel	Asignatura	Actitudes	Habilidades	Conceptos (Objetivos de aprendizaje)
Séptimo	Historia, Geografía y Ciencias Sociales	<p>I. Demostrar una actitud propositiva para contribuir al desarrollo de la sociedad, mediante iniciativas que reflejen responsabilidad social y creatividad en la búsqueda de soluciones, perseverancia, empatía y compromiso ético con el bien común.</p>	<p>h. Aplicar habilidades de pensamiento crítico tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular preguntas significativas para comprender y profundizar los temas estudiados en el nivel.</li> <li>• Formular inferencias fundadas respecto a los temas del nivel.</li> <li>• Fundamentar sus opiniones basándose en evidencia.</li> <li>• Comparar críticamente distintos puntos de vista.</li> <li>• Evaluar críticamente las diversas alternativas de solución a un problema.</li> <li>• Establecer relaciones de multicausalidad en los procesos históricos y geográficos.</li> <li>• Evaluar rigurosamente información cuantitativa.</li> </ul> <p>j. Comunicar los resultados de sus investigaciones de forma oral, escrita y otros medios utilizando una estructura lógica y efectiva, y argumentos basados en evidencia pertinente.</p>	<p>OA 22 Reconocer y explicar formas en que la acción humana genera impactos en el medio y formas en las que el medio afecta a la población, y evaluar distintas medidas para propiciar efectos positivos y mitigar efectos negativos sobre ambos.</p>

Nivel	Asignatura	Actitudes	Habilidades	Conceptos (Objetivos de aprendizaje)
Primero medio	Lenguaje	I. Demostrar una actitud propositiva para contribuir al desarrollo de la sociedad, mediante iniciativas que reflejen responsabilidad social y creatividad en la búsqueda de soluciones, perseverancia, empatía y compromiso ético con el bien común.	Manifestar disposición a formarse un pensamiento propio, reflexivo e informado, mediante una lectura crítica y el diálogo con otros.	<p>OA 9 Analizar y evaluar textos con finalidad argumentativa, como columnas de opinión, cartas, discursos y ensayos, considerando:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La tesis, ya sea explícita o implícita, y los argumentos e información que la sostienen.</li> <li>• La diferencia entre hecho y opinión.</li> <li>• Si la información del texto es suficiente y pertinente para sustentar la tesis del autor.</li> <li>• La manera en que el autor organiza el texto.</li> <li>• Con qué intención el autor usa preguntas retóricas, oraciones desiderativas y oraciones dubitativas.</li> <li>• Su postura personal frente a lo leído y argumentos que la sustentan.</li> </ul> <p>OA 14 Escribir, con el propósito de persuadir, textos de diversos géneros, en particular ensayos sobre los temas o lecturas propuestos para el nivel, caracterizados por</p> <p>-La presentación de una hipótesis o afirmación referida a temas contingentes o literarios.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La presencia de evidencias e información pertinente, extraídas de textos literarios y no literarios.</li> <li>• La mantención de la coherencia temática.</li> <li>• Una conclusión coherente con los argumentos presentados.</li> <li>• El uso de citas y referencias según un formato previamente acordado.</li> </ul>

Nivel	Asignatura	Actitudes	Habilidades	Conceptos (Objetivos de aprendizaje)
Primero medio	Historia, Geografía y Ciencias Sociales	G. Demostrar interés por conocer el pasado de la humanidad y el de su propia cultura, y valorar el conocimiento histórico como una forma de comprender el presente y desarrollar lazos de pertenencia con la sociedad en sus múltiples dimensiones (familia, localidad, región, país, humanidad, etc.).	j. Aplicar habilidades de pensamiento crítico tales como: -formular preguntas significativas para comprender y profundizar los temas estudiados en el nivel. • Inferir y elaborar conclusiones respecto a los temas del nivel. • Cuestionar simplificaciones y prejuicios. • Argumentar sus opiniones basándose en evidencia. • Analizar puntos de vista e identificar sesgos. • Comparar y contrastar procesos y fenómenos históricos y geográficos. • Analizar la multicausalidad de los procesos históricos y geográficos.	OA 4 Reconocer que el siglo XIX latinoamericano y europeo está marcado por la idea de progreso indefinido, que se manifestó en aspectos como el desarrollo científico y tecnológico, el dominio de la naturaleza, el positivismo y el optimismo histórico, entre otros.
		H. Desarrollar actitudes favorables a la protección del medioambiente, demostrando conciencia de su importancia para la vida en el planeta y una actitud propositiva ante la necesidad de lograr un desarrollo sustentable	k. Participar activamente en conversaciones grupales y debates, argumentando opiniones, posturas y propuestas para llegar a acuerdos y profundizando en el intercambio de ideas.	OA 25 Analizar el impacto del proceso de industrialización en el medioambiente y su proyección en el presente, y relacionarlo con el debate actual en torno a la necesidad de lograr un desarrollo sostenible.
		I. Demostrar una actitud propositiva para contribuir al desarrollo de la sociedad, mediante iniciativas que reflejen responsabilidad social y creatividad en la búsqueda de soluciones, perseverancia, empatía y compromiso ético con el bien común.	l. Comunicar los resultados de sus investigaciones por diversos medios, utilizando una estructura lógica y efectiva y argumentos basados en evidencia pertinente.	

Nivel	Asignatura	Actitudes	Habilidades	Conceptos (Objetivos de aprendizaje)
Primero medio	Tecnología			OA 5 Analizar las formas en que los productos tecnológicos y los entornos evolucionan, caracterizando los diversos factores que influyen en ese cambio.

## 4.2 Grandes ideas de la ciencia y sobre la ciencia

En el desarrollo del módulo se abordarán contenidos y habilidades que se consideran tanto en los principios, como en las grandes ideas de la ciencia y de la educación en ciencia. Desde la perspectiva conceptual, el siguiente principio es clave:

### **Los organismos están organizados en base células:**

Todos los organismos están constituidos por una o más células. Los organismos multicelulares tienen células que se diferencian según su función. Todas las funciones básicas de la vida son el resultado de lo que sucede en las células que componen un organismo. El crecimiento de un organismo es el resultado de múltiples divisiones celulares.

### **Los organismos necesitan de un suministro de energía y de materiales de los cuales con frecuencia dependen y por los que compiten con otros organismos**

Los alimentos proporcionan a los organismos materiales y energía para llevar a cabo las funciones básicas de la vida y para crecer. Algunas plantas y bacterias son capaces de utilizar la energía del Sol para generar moléculas complejas de nutrientes. Los animales obtienen energía rompiendo las moléculas complejas y son, en último término, dependientes de la energía proveniente de las plantas verdes. En cualquier ecosistema hay competencia entre las especies por la energía y los materiales que necesitan para vivir y reproducirse.

### **Las aplicaciones de la ciencia tienen con frecuencia implicancias éticas, sociales, económicas y políticas**

La utilización de los conocimientos científicos en las tecnologías hace posibles muchas innovaciones. Si una particular aplicación de la ciencia es deseable o no, es algo que no puede abordar la ciencia por sí misma. Pueden ser necesario juicios éticos y morales basados en consideraciones tales como la seguridad humana y los impactos sobre las personas y el medioambiente.

La extensión y propósito del presente módulo prevén abordar parcialmente estas grandes ideas, particularmente desde la noción de individuo que interactúa con el medio y es capaz de obtener materia y energía que sostienen su vida. La relación entre microorganismos y el ser humano podrá ser abordada desde diversas aproximaciones: (1) los microorganismos como seres que producen reacción adversa en el organismo (patógeno); (2) microorganismo que facilita o favorece el funcionamiento del organismo humano; (3) aplicaciones de productos metabólicos de microorganismo en áreas productivas o de salud del ser humano.

## 4.3 Orientaciones para el uso del módulo en el nivel

Las experiencias de aprendizaje para cada nivel de este módulo están fundamentadas en diversos principios que posibilitan el logro de los objetivos y aprendizajes por parte de los y las estudiantes, haciendo posible la meta del módulo presentado. Estos principios son de diversa naturaleza, algunos fundamentan la forma en cómo llevar a cabo una clase indagatoria abordando temáticas de inclusión y perspectiva de género y otros son utilizados como estrategias que podrán potenciar habilidades desarrolladas a lo largo del módulo, por ejemplo: trabajo colaborativo, uso de preguntas, utilización de bitácoras, entre otras.

## **Diversidad e inclusión**

“La inclusión tiene que ver con la eliminación de todas las barreras para el juego, el aprendizaje y la participación de todos los niños” (Booth & Ainscow, 2000). Un aula inclusiva, entonces, será aquella que asegure que todos y todas tengan las mismas oportunidades para la realización y desarrollo de su aprendizaje. Como menciona el Index for inclusion, se debe aumentar la participación de los y las estudiantes, valorar a toda la comunidad educativa por igual y reducir las barreras para la participación y la igualdad.

Existe consenso respecto de la relevancia de aquellos enfoques que fomentan la cooperación entre los y las estudiantes para crear condiciones en el aula que puedan aumentar al máximo la participación, y al mismo tiempo lograr un alto nivel de aprendizaje para todos los miembros de una clase (Johnson y Johnson, 1989). Justamente, las actividades propuestas en el presente Módulo se centran en el trabajo colaborativo y solidario y se promueve la participación equitativa de las y los estudiantes.

Desde la perspectiva institucional, la Reforma Educacional ha puesto en el centro la inclusión. El “Programa de Integración Escolar (PIE) que se implementa en los establecimientos educacionales regulares, es una estrategia educativa con enfoque inclusivo, en la medida en que su propósito es favorecer la participación y el logro de los objetivos de aprendizaje de todos los estudiantes, aportando recursos y equiparando las oportunidades educativas especialmente para aquellos que presentan mayores necesidades de apoyo para progresar en sus aprendizajes”. (MINEDUC, 2016, p.9).

## **Lenguaje y género**

El diseño de las actividades de aprendizaje del módulo incorpora un lenguaje con perspectiva de género, aludiendo tanto a niñas y niños, así como también a ejemplos tanto de hombres y mujeres que han sido un importante aporte en la historia de la ciencia. Además, como se ha dicho anteriormente y acorde a la indagación como enfoque didáctico pedagógico, las actividades han sido diseñadas para incentivar la participación de la totalidad de estudiantes, otorgando múltiples oportunidades para colaborar y aportar en forma equitativa. Es crucial evitar cualquier tipo de sesgo de género en el aula, especialmente en disciplinas como la ciencia donde estudios como Newall et al. (2018) han demostrado que, aunque de manera inconsciente, los adultos pueden adoptar prácticas en el aula que desfavorecen a las niñas.

## **Trabajo colaborativo en equipo**

“La enseñanza, y en consecuencia el aprendizaje, sólo ocurre en la zona en que la persona puede desempeñar una actividad con la ayuda de otra” (Vygotsky, 2000). El trabajo en grupos pequeños estimula el aprendizaje cooperativo, es decir la promoción de conductas prosociales en niños y niñas, tales como la comprensión del otro, la ayuda y el intercambio interpersonal, la justicia distributiva, el respeto mutuo, el interés por los pares, así como la tendencia de cooperar con otros, más allá de la situación de aprendizaje. Además, pertenecer a un grupo con un objetivo en común les permite estrechar lazos y les genera sentido de pertenencia. Al interior del grupo se validan las interacciones sociales, como también la visión de que el aporte de dos o más individuos que trabajan en función de una meta común puede tener como resultado un producto más enriquecido y acabado que la propuesta de uno solo, esto motivado por las negociaciones y diálogos que dan origen al nuevo conocimiento” (Correa, 2003).

En cada una de las sesiones del módulo se proponen momentos para que el trabajo en la sala de clases se desarrolle a partir del trabajo colaborativo entre pares y al registro individual en la bitácora del estudiante. Organizados en grupos pequeños y enfrentados a un desafío o controversia, socializarán sus ideas, analizarán

las evidencias encontradas y aplicarán habilidades para resolver los problemas planteados, discutirán entre ellos y buscarán acuerdos dando y pidiendo razones.

### **Plenario**

Otra organización de la clase es el plenario, modalidad de manejo de curso más conveniente para la socialización e intercambio de las elaboraciones y acuerdo grupales, el debate entre pares, el intercambio y la sistematización de los aprendizajes guiada por el docente. El plenario representa también un ejercicio de ciudadanía en la medida que el docente motive e incentive la participación y destaque la importancia de escuchar, de exponer con rigor ideas, dar y pedir razones y fundamentaciones y respetar opiniones divergentes.

### **Argumentación y la importancia de las preguntas**

Las clases de ciencias naturales ofrecen oportunidades para el desarrollo de habilidades argumentativas cada vez más complejas. A través de la participación en discusiones ya sea como grupo curso o al interior de los grupos colaborativos de trabajo, los estudiantes van desarrollando estrategias que les permiten argumentar y sustentar sus ideas y supuestos.

Para promover la participación y los aprendizajes de los estudiantes se incluyen preguntas en cada una de las actividades propuestas. El uso de la pregunta debe entenderse como una estrategia pedagógica de enorme potencial para la enseñanza y el aprendizaje. Si su empleo trasciende el propósito tradicional de verificar conocimientos, la pregunta puede transformarse en una oportunidad para que niñas y niños expresen lo que saben o lo que han observado, antes de que el docente lo explique. Las respuestas obtenidas, incluso aquellas erróneas, incompletas o contradictorias, servirán al docente para conducir el tratamiento de los contenidos previstos, partiendo de una base que para los escolares es conocida, concreta y significativa. La consistencia de los aprendizajes se potencia cuando son los propios escolares los que logran proponer una respuesta y deben explicar o fundamentarla.

La pregunta cerrada (¿Qué es...? ¿Cuáles son...?) promueve respuestas únicas y estandarizadas y apelan a la memorización, pero inhiben la capacidad reflexiva, crítica y creativa. Si el docente considera importante saber cuáles contenidos han memorizado sus estudiantes, puede enriquecer este momento didáctico planteando una secuencia de preguntas que otorguen contexto y proyección a la respuesta. Esta extensión de la pregunta cerrada favorece la transformación de contenidos memorizados en aprendizajes consistentes, a partir de los cuales los escolares pueden ensayar vinculaciones e intentar aplicaciones que facilitarán la comprensión y un mayor dominio de los contenidos. Mediante la pregunta y la secuencia de preguntas cada docente puede orientar las intervenciones de niños y niñas y mantenerlas focalizadas en torno a los objetivos planteados para la clase.

La alternativa de formular preguntas abiertas (¿Qué pasaría si...? ¿Cómo podrías llegar a saber...?), ofrece la ventaja de suscitar una diversidad de respuestas y promover la reflexión y la formulación de explicaciones. Las respuestas que se obtienen ante preguntas abiertas generan un interesante momento didáctico si el docente promueve la intervención de otros estudiantes para complementar o cuestionar la primera respuesta obtenida. La participación colaborativa en la "construcción" de la explicación o fundamentación, le otorga a esta dinámica participativa el valor de micro momento didáctico.

La pregunta como estrategia pedagógica relativiza su efectividad si su formulación no es clara y precisa y si al estudiante interpelado no se le da el tiempo para responder ni la atención adecuada por parte de

sus pares ni de su docente. Las preguntas disminuyen también su efectividad cuando son planteadas en el estilo "completación" de una palabra o de una frase enunciada por el docente, o se formulan como mecanismo retórico en el transcurso de la clase.

En síntesis, cuando se hacen preguntas, es útil que cada docente medite sobre lo que desea obtener de la discusión que se generará. Por ejemplo, las preguntas abiertas pueden animar a los alumnos a dar respuestas creativas e imaginativas. Otro tipo de preguntas puede animarlos a ver relaciones o ayudarlos a resumir y sacar conclusiones. Para lograr que se entusiasmen en participar de la discusión y que puedan elaborar mejores respuestas, se recomienda darles tiempo para pensar antes de pedir las respuestas. Usted puede monitorear las respuestas, buscando oportunidades para invitar a los estudiantes a formular hipótesis, realizar generalizaciones y explicar cómo han llegado a cierta conclusión.

### **Registro de las ideas en la bitácora de estudiantes**

Otra propuesta específica para la clase de ciencias naturales que promueva aprendizajes es el uso de la bitácora. Se trata de una bitácora significativa que consigna los sucesos de la clase y condensa los aprendizajes alcanzados desde la perspectiva de los alumnos y alumnas. En ella registran los datos y resultados obtenidos durante las actividades, por tanto, es necesario dar el espacio suficiente y necesario para que esto ocurra. A través de este registro es posible evaluar y apreciar tanto el logro de los aprendizajes construidos como el desarrollo de la capacidad de expresar ideas y experiencias.

Desde esta perspectiva, es posible establecer una relación de fortalecimiento que se proyecta hacia otras áreas de aprendizaje. Diversas investigaciones han establecido que la construcción individual o colectiva del registro escrito de los estudiantes permite que desarrollen habilidades asociadas al lenguaje, como la comprensión lectora, la argumentación y el incremento de vocabulario. También es posible observar desempeños asociados a habilidades matemáticas, como construir tablas de datos o gráficas para representar resultados y datos específicos.

La bitácora es un instrumento de importancia primordial en las clases de ciencias organizadas según el enfoque didáctico de la indagación. Su utilización facilita que niños y niñas se involucren dinámicamente en las actividades de la clase por medio de formulación de preguntas, conducción de investigaciones científicas, interpretación de datos, comunicación de resultados y formulación de conclusiones (Schmidt, 2003, p.27). Puesto que escriben en sus bitácoras con sus propias palabras y desde su experiencia y subjetividad, el cuaderno se convierte en un promotor singular del desarrollo del pensamiento y del lenguaje, ya que, siguiendo a Vygotski (2000): La escritura debería poseer un cierto significado para los niños, debería despertar en ellos una inquietud intrínseca y ser incorporada a una tarea importante y básica para la vida. Sólo entonces podremos estar seguros de que se desarrollará no como una habilidad que se ejecuta con las manos y los dedos sino como una forma de lenguaje realmente nueva y compleja (p. 177). Esta orientación conceptual de la bitácora de Ciencias se distancia del cuaderno tradicional para copiar o escribir dictados y, ciertamente, de los libros de texto con espacios para completar contenidos preestructurados. En contraposición a tales usos estandarizados y por ende despersonalizados, la bitácora de Ciencias promueve la elaboración autónoma de producciones escritas y gráficas por parte de niños y niñas, favoreciendo así la construcción de significados: "Deseamos que (los niños) sean capaces de construir los significados esenciales en sus propias palabras y en las diferentes palabras que la situación requiera. Las palabras fijas son inútiles, el estilo debe cambiar flexiblemente de acuerdo con las necesidades del argumento, del problema, uso o aplicación del momento" (Lemke, 1997, p. 182). Así lo confirman también Fulton y Campbell (2004) al plantear que con el uso del Cuaderno de Ciencias o bitácora los estudiantes pueden desarrollar habilidades superiores de pensamiento al involucrarse en investigaciones de significación.

Con sus páginas numeradas, la bitácora debe ofrecer la posibilidad de fácil escritura y de incluir dibujos u otros elementos gráficos. Las primeras páginas del cuaderno quedarán inicialmente en blanco con el propósito de incorporar, al finalizar un ciclo de trabajo, un índice de los contenidos. Igualmente, desde el inicio se debe destinar una cierta cantidad de páginas para los diferentes espacios del cuaderno: un espacio personal en el que niñas y niños consignarán sus “yo pienso que” ... “yo creo que ...” “yo opino que”. Para el trabajo en equipo se reservará un segundo espacio en el cual el nosotros reemplaza al “yo” del espacio personal: “nosotros proponemos ...” “discutimos en torno a ...”; un tercer espacio se destinará a la validación de los conocimientos y saberes alcanzados en cada fase del ciclo de aprendizajes. Por último, puede dejarse un cuarto espacio para los padres o apoderados, en el cual se les explica el uso y el propósito de la bitácora y ellos, por su parte, podrán escribir sus observaciones o aportar con sugerencias en torno al trabajo del grupo.

En consecuencia, la bitácora del módulo puede considerarse como un instrumento de evaluación de proceso y, por tanto, su retroalimentación constante es imprescindible para el mejoramiento de los aprendizajes.

### **Evaluar los logros**

Las clases de ciencias naturales del Módulo consideran momentos de evaluación de los aprendizajes alcanzados por los estudiantes, a través de la realización de actividades de aplicación en que deben poner en juego lo que han aprendido. Esta etapa es una herramienta que profundiza el aprendizaje y desafía a los estudiantes a aplicar lo que han aprendido en nuevas situaciones y problemas. Para facilitar esto, es esencial que se considere este momento como parte de la enseñanza de las clases y no como el momento de calificar el trabajo realizado. Esto permitirá que durante el desarrollo de esta etapa también se dé oportunidades a los estudiantes no sólo de reforzar sus aprendizajes, sino de discutir, argumentar, proponer, abordar un nuevo aprendizaje. Por otra parte, durante la fase de cierre se podrá recoger evidencias en torno al grado de comprensión y profundidad conceptual alcanzada por los escolares y las habilidades desarrolladas que posibilitan la aplicación de los aprendizajes en contextos diferentes.

La evaluación es un componente de enorme utilidad en el trabajo docente para obtener información respecto al grado de consecución de los objetivos de aprendizaje planteados y orientar la enseñanza aprendizaje. Cualquiera sea el instrumento o parámetro para utilizar, se debe considerar los logros alcanzados en cada momento didáctico de la clase: en cada uno de estos momentos se generarán insumos para la evaluación orientados a promover mayores aprendizajes.

La bitácora de estudiantes representa un instrumento valioso para la evaluación de logros individuales y para la ponderación de los avances del grupo curso. Si la bitácora ha sido utilizada o no por los estudiantes, si el registro de sus ideas se relaciona o no con los objetivos de la clase, representan información valiosa para la promoción de aprendizajes de sus alumnos. La bitácora permite, también, detectar cuál o cuáles escolares no avanzan al mismo ritmo de la mayoría, ayudando al docente a diseñar acciones para otorgarles el apoyo que necesitan.

Por último, es necesario tener siempre presente que los escolares son los protagonistas de cada acción pedagógica. El docente debe preocuparse por conocer desde los más diversos ámbitos la realidad de cada curso y de sus integrantes. Este conocimiento le permitirá atender en forma adecuada los requerimientos inherentes a la diversidad social, cultural, étnica y de género, diversidad que también puede influir y condicionar la disposición y las expectativas de niñas y niños frente a la escuela. Un ambiente de aula democrático que permita que los escolares se sientan seguros para expresar sus ideas, estimulará la generación de discusiones enriquecedoras y de amplio espectro, promoverá su autoestima y posibilitará mejores aprendizajes y el desarrollo integral del conjunto de los escolares.

# 1

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE 1, 2 y 3

## Tercero Básico

# Actividad 1

## “Nuestros” pequeños acompañantes

Nivel	Tercer año de educación básica
Objetivos de aprendizaje de las bases curriculares de Ciencias Naturales	OA7: Proponer, comunicar y ejercitar buenas prácticas de higiene en la manipulación de alimentos para prevenir enfermedades.
Objetivos de aprendizaje de la actividad	Reconocer el “mundo microscópico” y las interacciones con el humano, para comprender beneficios y perjuicios en su propia salud.
Vínculos interdisciplinarios	Lenguaje: OA 29 Incorporar de manera pertinente en sus intervenciones orales el vocabulario nuevo extraído de textos escuchados o leídos.
Preguntas que guían el proceso de aprendizaje	¿De qué forma nos relacionamos con el mundo microscópico?
Tiempo destinado a la actividad	90 minutos
Materiales	Tarjetas de organismos y descripción, tipo Juego de Memoria (anexo)
Concepciones alternativas y creencias comunes de las y los estudiantes	Suelen no reconocer o atribuir causas microbiológicas al origen de ciertos cambios beneficiosos en los alimentos (Díaz et al., 1996). A su vez, tienen ideas incompletas sobre el papel que los microorganismos desempeñan en el mantenimiento del medioambiente o en determinadas aplicaciones tecnológicas (Byrne y Sharp, 2006; Nagy, 1953) <sup>4</sup> . En general, les asignan funciones perjudiciales (Byrne, Grace y Hanley, 2009; Jones y Rua, 2006), relacionándolos con entornos poco higiénicos y como causa de enfermedades (Byrne, 2011), a pesar de que los microorganismos patógenos representan un pequeño porcentaje del total <sup>5</sup>
Estrategias de enseñanza	Trabajo grupal colaborativo: se organizan en equipos de 4 integrantes. Participación activa en discusión guiada en plenario.
Evaluación: evidencias de logro	A través de la observación durante la sesión y el análisis de los registros de los estudiantes, evaluar en qué medida: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Participan en las actividades.</li> <li>- Comparten los materiales.</li> <li>- Comprenden y comparan contenidos de las cartas dispuestas para la actividad.</li> <li>- Expresan sus ideas acerca de las bacterias y su relación con la salud humana, a través de dibujos y frases precisas y descriptivas</li> </ul> Contrastan sus ideas iniciales con la nueva información obtenida.

Acción docente	Acciones esperadas de las y los estudiantes
<p>Invite al curso a compartir sus experiencias acerca del mundo microscópico preguntando ¿Qué conocen acerca de bacterias? Anime a compartir sus ideas a través de dibujos individuales, las que pueden estar fuertemente relacionadas con problemas que generan en la salud. Los estudiantes suelen relacionar a los microorganismos con algunas enfermedades comunes.</p> <p>Pida que dibujen en una hoja en blanco cómo imaginan a una bacteria. Una vez hecho el dibujo, pida que respondan en la misma hoja ¿Qué podría ocurrir si estuviese en contacto con el cuerpo humano?</p> <p>Pidal que compartan sus dibujos y respuestas. Registre sus ideas en un lugar visible para el curso; enfatice aquellas visiones concordantes y pregunte: ¿Tendrán todos los microorganismos el mismo efecto sobre nuestra salud? ¿Cómo creen que convivimos con ellos?</p> <p>Organice el curso en pequeños grupos de cuatro estudiantes. Esta configuración favorece la expresión democrática de ideas, la discusión y la resolución de problemas de forma colaborativa, propiciando la participación de todas y todos.</p> <p>Entregue a los grupos un set de tarjetas, tipo “juego de memoria”, que deberán mezclar y disponer “boca abajo”, separadas entre sí (no apiladas), es decir, la información de cada tarjeta debe quedar oculta.</p> <p>Una vez dispuestas todas las cartas sobre la superficie, por turnos, dan vuelta dos cartas y leen el contenido del reverso. Si las cartas que se dieron vuelta son “pareja”, se retiran y quedan en posesión de quien las dio vuelta. Sigue el juego con quien esté a su izquierda, repitiendo el procedimiento. Continúan hasta que se han encontrado todas las parejas.</p> <p>Si el par que se ha dado vuelta no forma pareja, vuelve a ponerlas boca abajo en el lugar en que se encontraban.</p> <p>Una vez que han dado vuelta todas las parejas, finaliza el juego. Luego, pregunte: Con la información contenida en las tarjetas, ¿qué pueden decir acerca de la relación entre los microorganismos que están descritos en las tarjetas y el cuerpo humano? Pídale contrastar sus dibujos iniciales, con las imágenes de organismos reales contenidas en las tarjetas. ¿En qué medida se parecen o diferencian en su forma?</p> <p>Invite a compartir sus ideas acerca de la diversidad de formas de estos organismos y las consecuencias que tienen para la salud humana (negativas y positivas) y, por cierto, para la propia.</p> <p>Para cerrar, pida que escriban en sus cuadernos o bitácoras de ciencias ¿Qué aprendí en la clase de hoy? ¿Cuáles preguntas quedan por responder? ¿Cómo espero responderlas?</p>	<p>Basados en sus experiencias y conocimientos, expresan sus creencias y concepciones acerca de las bacterias y su relación con la salud humana, a través de dibujos y frases precisas y descriptivas.</p> <p>En grupos, recogen información acerca de los microorganismos y los efectos en la salud humana, a medida que desarrollan un juego de memoria.</p> <p>Utilizan la información obtenida durante el juego para inferir la relación, perjudicial o beneficiosa, para la salud humana.</p> <p>Sistematizan los aprendizajes logrados.</p>

## Sugerencias de tarjetas y su explicación

La tabla que a continuación se presenta contiene información acerca de microorganismos presentes en el cuerpo humano y que pueden producir afecciones a la salud, y otras (en algunos casos, las mismas) ser parte de alimentos o de sus procesos productivos. A partir de esta información se construyen las tarjetas que los estudiantes utilizarán en su "juego de memoria", como se ilustra en el Anexo II de esta actividad.

Enfermedad	Microorganismo	Síntomas que pueden presentarse
Gripe	Virus de la influenza	Tener fiebre, nariz congestionada, tos, dolor de garganta y sentirse muy cansado.
Resfriado común	Varios virus	Tener la nariz tapada, toser mucho, estornudar, sentir la garganta irritada y fiebre leve.
Varicela	Virus varicela-zóster	Tener picazón en la piel con granos rojos, fiebre, sentirse mal y tener ampollas en la piel.
Faringitis estreptocócica	Bacteria Streptococcus	Tener dolor de garganta muy fuerte, fiebre y las amígdalas inflamadas (las bolitas en la garganta).
Otitis media	Bacteria Streptococcus o virus	Sentir dolor en el oído, fiebre, estar de mal humor y tal vez no oír bien por un tiempo.
Conjuntivitis	Virus o bacterias	Tener los ojos rojos y llorosos, sentir picazón en los ojos y tener algo pegajoso en las pestañas.
Gastroenteritis	Bacterias o virus. Bacillus cereus (entre otros)	Tener diarrea (ir mucho al baño), vomitar, tener dolor de barriga y sentir mucha sed.
Mononucleosis infecciosa	Virus de Epstein-Barr	Tener fiebre, dolor de garganta, sentirse muy cansado y los ganglios del cuello pueden estar hinchados.
Sarampión	Virus del sarampión	Tener fiebre, manchas rojas en la piel, toser, secreción nasal y los ojos pueden llorar.
Infección por E. coli	Bacteria Escherichia coli	Tener diarrea muy fuerte, dolor de barriga y fiebre.
Rubeola (Sarampión alemán)	Virus de la rubeola	Tener fiebre, manchas rojas en la piel que duran varios días, tos, nariz congestionada y ojos rojos.
Neumonía	Bacterias o virus	Sentir fiebre alta, tos intensa, dificultad para respirar, dolor en el pecho y sentirse muy cansado.
Amigdalitis	Bacterias Streptococcus o virus	Tener dolor de garganta, fiebre, dificultad para tragar y los ganglios del cuello pueden estar hinchados.

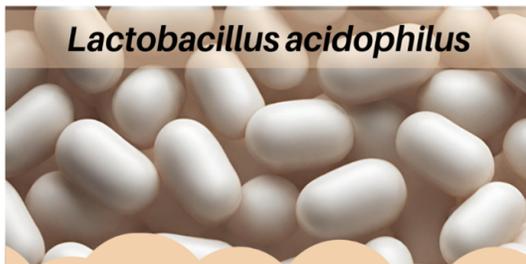
¿Dónde se encuentra?	Nombre del organismo	Por qué es beneficiosa
En el yogur	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Ayuda a mantener el estómago sano y digerir la comida.
En la leche fermentada	<i>Bifidobacterium</i>	Fortalece el sistema inmunológico y evita enfermedades.
En el queso	<i>Lactococcus lactis</i>	Da sabor al queso y lo hace delicioso para comer.
En el intestino	<i>Escherichia coli (E. coli)</i>	Ayuda a digerir los alimentos y produce vitaminas.
En el suelo	<i>Streptomyces</i>	Ayuda a descomponer la materia orgánica en la tierra.
En el yogur	<i>Streptococcus thermophilus</i>	Ayuda a hacer que el yogur sea cremoso y delicioso.
En los alimentos enlatados	<i>Lactobacillus plantarum</i>	Conserva los alimentos enlatados y los hace seguros.
En el suelo y vegetales	<i>Bacillus subtilis</i>	Ayuda a las plantas a crecer y absorber nutrientes.
En el pan	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Hace que el pan suba y tenga un sabor delicioso.
En el intestino	<i>Bacteroides fragilis</i>	Ayuda a mantener un intestino sano y equilibrado.

## Ejemplos de tarjetas a utilizar

Tarjetas que utilizan para el desarrollo del juego de memoria. La información está basada en el contenido de las tablas precedentes.



### ***Lactobacillus acidophilus***

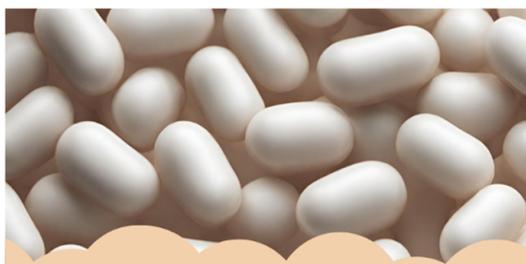


Lo podemos encontrar en:  
En el yogur

### ***Bifidobacterium***



Lo podemos encontrar en:  
En la leche fermentada



Ayuda a mantener el estómago sano y digerir  
la comida.



Fortalece el sistema inmunológico y evita  
enfermedades.

### ***Virus varicela-zóster***

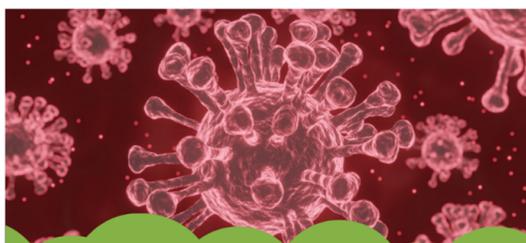


Puede provocar:  
Varicela

### ***Bacteria Streptococcus o virus***



Puede provocar:  
Otitis media



Tener picazón en la piel con granos rojos,  
fiebre, sentirse mal y tener ampollas en la piel.



Puede provocar:  
Infecciones del tracto urinario, diarrea



# Actividad 2

## ¿Cómo se descomponen los alimentos?

Nivel	Tercer año de educación básica
Objetivos de aprendizaje de las bases curriculares de Ciencias Naturales	OA7: Proponer, comunicar y ejercitar buenas prácticas de higiene en la manipulación de alimentos para prevenir enfermedades.
Objetivos de aprendizaje de la actividad	Reconocen el rol de los microorganismos en el proceso de descomposición de la materia orgánica.
Vínculos interdisciplinarios	Lenguaje: OA 29 Incorporar de manera pertinente en sus intervenciones orales el vocabulario nuevo extraído de textos escuchados o leídos.
Preguntas que guían el proceso de aprendizaje	¿Qué hace que la fruta cambie de apariencia en el tiempo?
Tiempo destinado a la actividad	90 minutos
Materiales	Trozos de fruta, bolsas de cierre hermético, plumones rotuladores, desinfectante en aerosol.
Concepciones alternativas y creencias comunes de los estudiantes <sup>1</sup>	Desde muy pequeños, son capaces de reconocer que los alimentos, y las frutas, por cierto, comienzan a descomponerse luego de un tiempo. Pueden no reconocer tan fácilmente que este proceso es mediado por la acción de microorganismos (y otros seres) y que no es una propiedad de la fruta. Pueden también reconocer que las condiciones del ambiente (como humedad y temperatura) modifican el tiempo en que el fenómeno ocurre. Por ejemplo, son capaces de identificar que los alimentos refrigerados “duran” más que los no refrigerados. En general, en la categoría tiempo, piensan que la descomposición de alimentos es algo inevitable que sucede con el paso del tiempo. En la categoría factores físicos, creen que intervienen factores como: agua, aire, sol, humedad, oxígeno o lluvia. Algunos no son conscientes de que los microorganismos inician el proceso de descomposición, sino que son los insectos los que lo hacen y para ello, rompen la capa protectora de la superficie del alimento abandonado o, en algunos casos, piensan que no interviene algún ser vivo.
Estrategias de enseñanza	Trabajo grupal colaborativo: se organizan en equipos de 4 integrantes. Predicción, observación y exploración colaborativa, en la ejecución de un procedimiento experimental. Participación activa en discusión guiada en plenario.
Evaluación: evidencias de logro	A través de la observación durante la sesión y el análisis de los registros de los estudiantes, evaluar en qué medida: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Participan en las actividades.</li> <li>- Elaboran predicciones.</li> <li>- Registran ideas y datos de forma organizada.</li> <li>- Conducen un procedimiento para obtener evidencia.</li> <li>- Utilizan evidencia para sostener ideas elaboradas colaborativamente.</li> <li>- Aportan ideas justificadas en las discusiones plenarias</li> </ul>

1. Bio –grafía. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza. ISSN 2027-1034 Edición Extraordinaria. p.p.1008– 1016 Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE LAS IDEAS PREVIAS DE LOS NIÑOS ACERCA DE LA DESCOMPOSICIÓN DE ALIMENTOS. María del Rosario Gerónimo Cárdenas, Dulce María López Valentín.

Acción docente	Acciones esperadas de las y los estudiantes																								
<p>Invite a los estudiantes a compartir sus experiencias con alimentos que "no están en buenas condiciones" para consumirse.</p> <p>Pida que, en grupos de 4 integrantes, observen algunas frutas que dispondrá en sus mesas y describan su textura, color y forma.</p> <p>Luego, pídale que, basados en su experiencia, indiquen los cambios que esperan que se produzcan en las frutas durante una semana (cambio de forma, textura, consistencia, color, entre otros).</p> <p>Anime que registren sus ideas en dibujos que expresen la respuesta a dos preguntas acerca del fenómeno:</p> <p>¿Qué le sucederá a la fruta luego de una semana?</p> <p>Si es que cambia, ¿cuáles podrían ser las causas de esos cambios?</p> <p>Invite a los grupos de estudiantes a una experiencia exploratoria que intenta responder: ¿Qué hace que la fruta cambie?</p> <p>Asegure que registren sus descripciones, predicciones y explicaciones en la tabla. Pida que utilicen la forma en que mejor expresen sus ideas, escribiendo o dibujando.</p> <p>Pida que coloquen trozos de fruta en tres condiciones distintas y que comparen los cambios que experimenta la fruta con el paso del tiempo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trozos de fruta en una bolsa hermética</li> <li>• Trozos de frutas rociados con desinfectante en aerosol, en una bolsa hermética</li> <li>• Trozos de frutas rociados con desinfectante en aerosol, en una bolsa a la que le han hecho agujeros</li> </ul> <table border="1" data-bbox="168 1066 766 1388"> <thead> <tr> <th>Bolsa</th> <th>¿Cómo está la fruta?</th> <th>¿Cómo esperamos que cambie?</th> <th>¿A qué se deberán los cambios?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>II</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>III</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>IV</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Pregunte a los grupos: ¿qué creen que ocurrirá en la bolsa que contiene frutas desinfectadas?, ¿qué creen que sería distinto (forma, color, textura, consistencia) en la forma, color o consistencia de la fruta?, ¿de qué forma? Pida que discutan en sus grupos y encuentren una explicación común a esas preguntas.</p> <p><i>Será muy importante rotular o marcar cada una de las bolsas, de forma que luego sea posible comparar los resultados obtenidos y construir una idea basada en la evidencia.</i></p> <p><i>Cuide que las bolsas sean guardadas en el mismo lugar y expuestas a condiciones similares de temperatura ambiental y luminosidad.</i></p>	Bolsa	¿Cómo está la fruta?	¿Cómo esperamos que cambie?	¿A qué se deberán los cambios?	I				II				III				IV								<p>Basados en sus experiencias y conocimientos, predicen los cambios que esperan que le ocurran a la fruta, con el tiempo. Exploran las condiciones en las que la fruta se descompone, ¿y por comparación entre tratamientos experimentales?</p> <p>Establecen el rol de los microorganismos en el proceso de descomposición.</p> <p>Inferen que los microorganismos están presentes, que no se pueden ver, pero que se evidencia su presencia a partir de los cambios que sufre la materia orgánica, cuando estos actúan.</p>
Bolsa	¿Cómo está la fruta?	¿Cómo esperamos que cambie?	¿A qué se deberán los cambios?																						
I																									
II																									
III																									
IV																									

Acción docente	Acciones esperadas de las y los estudiantes																								
<p><i>Invite a registrar los cambios observados durante cinco días continuados, en sus bolsas experimentales. Al observarlas, indique que cuiden de manipular cuidadosamente las bolsas que contienen los trozos de fruta, sin abrirlas</i></p> <table border="1" data-bbox="207 489 829 829"> <thead> <tr> <th data-bbox="207 489 375 642">Set Experimental</th> <th data-bbox="375 489 542 642">I (solo fruta)</th> <th data-bbox="542 489 709 642">II (Fruta + desinfectante)</th> <th data-bbox="709 489 829 642">IV (Fruta + desinfectante + aire)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="207 642 375 678">Día 1</td> <td data-bbox="375 642 542 678"></td> <td data-bbox="542 642 709 678"></td> <td data-bbox="709 642 829 678"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="207 678 375 714">Día 2</td> <td data-bbox="375 678 542 714"></td> <td data-bbox="542 678 709 714"></td> <td data-bbox="709 678 829 714"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="207 714 375 749">Día 3</td> <td data-bbox="375 714 542 749"></td> <td data-bbox="542 714 709 749"></td> <td data-bbox="709 714 829 749"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="207 749 375 785">Día 4</td> <td data-bbox="375 749 542 785"></td> <td data-bbox="542 749 709 785"></td> <td data-bbox="709 749 829 785"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="207 785 375 829">Día 5</td> <td data-bbox="375 785 542 829"></td> <td data-bbox="542 785 709 829"></td> <td data-bbox="709 785 829 829"></td> </tr> </tbody> </table>	Set Experimental	I (solo fruta)	II (Fruta + desinfectante)	IV (Fruta + desinfectante + aire)	Día 1				Día 2				Día 3				Día 4				Día 5				<p>Basados en sus experiencias y conocimientos, predican los cambios que esperan que le ocurran a la fruta, con el tiempo.</p> <p>Exploran las condiciones en las que la fruta se descompone, ¿y por comparación entre tratamientos experimentales?</p>
Set Experimental	I (solo fruta)	II (Fruta + desinfectante)	IV (Fruta + desinfectante + aire)																						
Día 1																									
Día 2																									
Día 3																									
Día 4																									
Día 5																									

## Actividad 3.

# ¿Cómo se ha ido comprendiendo el mundo vivo que no podemos ver?

Nivel	Tercer año de educación básica
Objetivos de aprendizaje de las bases curriculares de Ciencias Naturales	OA7: Proponer, comunicar y ejercitar buenas prácticas de higiene en la manipulación de alimentos para prevenir enfermedades.
Objetivos de aprendizaje de la actividad	Reconocen hitos y avances en la comprensión de mundo microscópico, construyendo una línea de tiempo de eventos.
Vínculos interdisciplinarios	Lenguaje: OA 29 Incorporar de manera pertinente en sus intervenciones orales el vocabulario nuevo extraído de textos escuchados o leídos.
Preguntas que guían el proceso de aprendizaje	¿Cómo se ha ido comprendiendo el mundo vivo que no podemos ver?
Tiempo destinado a la actividad	90 minutos
Materiales	Mazo de cartas con hechos y avances de la microbiología.
Concepciones alternativas y creencias comunes de las y los estudiantes	Pueden presentar la noción de que los microorganismos son fáciles de controlar y erradicar <sup>1</sup> . Ello podría desafiar la compleja sucesión de hechos, descubrimientos e inventos que han permitido la comprensión y tratamiento de enfermedades de origen microbiano.
Estrategias de enseñanza	Participar en instancias de debate o discusión guiada en plenario, con preguntas y situaciones para promover la reflexión, en condiciones que permitan aportes significativos como, por ejemplo, elaborar en un tiempo dado respuestas consistentes y basadas en evidencias.
Evaluación: evidencias de logro	A través de la observación durante la sesión y el análisis de los registros de los estudiantes, evaluar en qué medida: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Participan en las actividades, colaborando entre ellos.</li> <li>- Utilizan la información contenida en el material disponible para tomar decisiones dentro de la actividad.</li> <li>- Construyen ideas basadas en evidencias obtenidas del material utilizado.</li> </ul>

1. Kaku, M. (2019). Antimicrobial resistance: prediction and prevention. Springer.

Acción docente	Acciones esperadas de las y los estudiantes
<p>Invite a los grupos a participar en el juego "Microbios en el tiempo". Las reglas están basadas en la forma de jugar de "timeline"<sup>1</sup> y buscan organizar hechos y personajes relevantes en el desarrollo de la microbiología.</p> <p>Cada grupo recibe un mazo de cartas. En cada carta hay dos caras. Una de ellas contiene el nombre de quien descubrió o es protagonista de un evento, además del título del descubrimiento o evento. La contracara contiene una descripción del hecho y la fecha en que ocurre (se adjuntan ejemplos).</p> <p>Con este mazo de cartas se sigue el siguiente procedimiento: <u>Mecánica</u> Los jugadores o jugadoras intentan deshacerse de una mano de cartas que muestran una serie de inventos o descubrimientos. Para ello, deberán colocarlos en una fila respetando el orden cronológico. Si aciertan, reducirán su mano. Si fallan, recibirán una nueva carta.</p> <p><u>Preparación de la partida</u> Se baraja el mazo de cartas y se coloca de forma tal que la carta superior no muestre el año. Se reparten 4 cartas a cada jugador/a, sin revelar en ningún momento el año. Se revela la carta superior del mazo y se coloca en el centro de la mesa, ahora mostrando el año. Finalmente, se elige al jugador/a que iniciará la partida.</p> <p><u>Desarrollo de la partida</u> La partida se desarrolla a lo largo de un número indeterminado de turnos alternados, comenzando por el jugador/a inicial y continuando en el sentido de las agujas del reloj. En su turno, quien juega deberá escoger una carta de su mano y, sin revelar su año, indicar en qué posición de la línea temporal que forman las cartas del centro de la mesa debe ir. Puede indicarse una posición de los extremos o cualquier posición intermedia. Entonces se revela la carta: Si el año es correcto, es decir, la carta anterior corresponde a un año anterior y la carta siguiente a uno superior, se añade la carta a la línea, ocupando la posición indicada por el jugador/a. Si el año es incorrecto, quien juega deberá descartar la carta jugada y "robará" una nueva del mazo que añadirá a su mano. Tras esto, el turno pasa a la jugadora o el jugador de la izquierda.</p>	<p>Basados en sus experiencias y conocimientos, conjeturan acerca de la temporalidad de eventos históricos relacionados con avances y descubrimientos en el área de la microbiología</p> <p>Reconocen eventos de la historia de la ciencia y algunas consecuencias sociales, al organizar eventos en una línea de tiempo.</p>

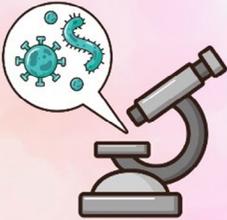
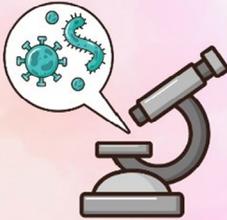
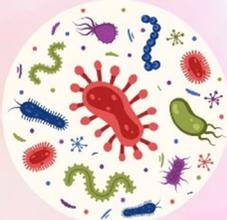
1. Juego de mesa creado por Frédéric Henry, publicado en 2011

Acción docente	Acciones esperadas de las y los estudiantes
<p><u>Fin de la partida</u>  La partida finaliza cuando un jugador o jugadora consigue colocar correctamente su última carta, proclamándose vencedor/a.</p> <p>Finalizado el juego, invite a sus estudiantes a compartir con sus pares aquello que les ha llamado la atención de la línea de tiempo construida. Si han quedado cartas sin jugar, invite a incorporarlas. Centre la discusión en la relación que es posible establecer entre la historia de la ciencia (expresada a través de los inventos o descubrimientos en el área de la microbiología) y su impacto en la sociedad.</p> <p>Para finalizar, pregunte ¿Qué hemos aprendido hoy? ¿Cuál de los investigadores o de los descubrimientos escogería para contarle acerca de ello a alguien de mi familia?</p>	<p>Sistematizan los aprendizajes logrados.</p>

## Eventos de referencia para elaborar cartas:

Científico	Año	Descubrimiento	Consecuencias	Explicación para estudiantes
Antonie van Leeuwenhoek	1674	Descubrimiento del microscopio y observación de microorganismos	Comienzo de la microbiología moderna	Antonie fue el primero en inventar y utilizar un microscopio para observar y describir microorganismos. Esto marcó el comienzo de la microbiología moderna y nos permitió ver un mundo invisible a simple vista.
Louis Pasteur	1861	Demostración de la relación entre microorganismos y enfermedades	Avance en la medicina y la prevención de enfermedades	Louis demostró que los microorganismos pueden causar enfermedades y que pueden ser eliminados mediante la esterilización y la pasteurización. Esto nos ayudó a comprender mejor cómo prevenir y tratar enfermedades infecciosas.
Robert Koch	1876	Identificación de la bacteria responsable de la tuberculosis	Avance en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades infecciosas	Robert identificó la bacteria responsable de la tuberculosis, lo que nos permitió desarrollar mejores métodos para diagnosticar y tratar la enfermedad. También estableció una serie de postulados para demostrar la relación entre un microorganismo y una enfermedad, lo que ha sido fundamental en la microbiología
Paul Ehrlich	1910	Descubrimiento de la salvarsán, la primera droga antimicrobiana	Desarrollo de tratamientos efectivos contra enfermedades infecciosas	Paul descubrió la salvarsán, la primera droga antimicrobiana que fue efectiva contra la sífilis. Este descubrimiento abrió el camino para el desarrollo de otras drogas antimicrobianas que han sido fundamentales en el tratamiento de enfermedades infecciosas.
Alexander Fleming	1928	Descubrimiento de la penicilina	Desarrollo de tratamientos efectivos contra enfermedades infecciosas	Alexander descubrió la penicilina, un antibiótico que ha salvado millones de vidas al tratar infecciones bacterianas. Este descubrimiento fue un gran avance en la lucha contra las enfermedades infecciosas y ha inspirado el desarrollo de muchos otros antibióticos.
Frederick Griffith	1928	Transformación genética en bacterias.	Entendimiento de cómo se transmiten los rasgos hereditarios en las bacterias	Frederick descubrió que las bacterias pueden transferir material genético de una a otra, lo que les permite adquirir nuevos rasgos y características. Esto nos ayudó a entender cómo se transmiten las características de una generación a otra en las bacterias
Oswald Avery, Colin MacLeod y Maclyn McCarty	1944	Identificación del ADN como material genético	Entendimiento de la base molecular de la herencia y avance en la ingeniería genética	Estos científicos demostraron que el ADN era el material genético que contenía toda la información para crear y mantener a los seres vivos. Este descubrimiento ayudó a avanzar en la ingeniería genética.

## Ejemplos de cartas del juego

<p>Descubrimiento del microscopio y observación de microorganismos</p> <p>ANTONIE VAN LEEUWENHOEK</p>  <p>1674</p>	<p>Descubrimiento del microscopio y observación de microorganismos</p> <p>ANTONIE VAN LEEUWENHOEK</p>  <p>ANTONIE FUE EL PRIMERO EN INVENTAR Y UTILIZAR UN MICROSCOPIO PARA OBSERVAR Y DESCRIBIR MICROORGANISMOS. ESTO MARCÓ EL COMIENZO DE LA MICROBIOLOGÍA MODERNA Y NOS PERMITIÓ VER UN MUNDO INVISIBLE A SIMPLE VISTA.</p>
<p>Demostración de la relación entre microorganismos y enfermedades</p> <p>LOUIS PASTEUR</p>  <p>LOUIS DEMOSTRÓ QUE LOS MICROORGANISMOS PUEDEN CAUSAR ENFERMEDADES Y QUE PUEDEN SER ELIMINADOS MEDIANTE LA ESTERILIZACIÓN Y LA PASTEURIZACIÓN. ESTO NOS AYUDÓ A COMPRENDER MEJOR CÓMO PREVENIR Y TRATAR ENFERMEDADES INFECCIOSAS.</p>	<p>Demostración de la relación entre microorganismos y enfermedades</p> <p>LOUIS PASTEUR</p>  <p>1861</p>

### Identificación de la bacteria responsable de la tuberculosis

ROBERT KOCH



1876

### Identificación de la bacteria responsable de la tuberculosis

ROBERT KOCH



ROBERT IDENTIFICÓ LA BACTERIA RESPONSABLE DE LA TUBERCULOSIS, LO QUE NOS PERMITIÓ DESARROLLAR MEJORES MÉTODOS PARA DIAGNOSTICAR Y TRATAR LA ENFERMEDAD. TAMBIÉN ESTABLECIÓ UNA SERIE DE POSTULADOS PARA DEMOSTRAR LA RELACIÓN ENTRE UN MICROORGANISMO Y UNA ENFERMEDAD, LO QUE HA SIDO FUNDAMENTAL EN LA MICROBIOLOGÍA.

### Descubrimiento de la salvarsán, la primera droga antimicrobiana

PAUL EHRLICH



PAUL DESCUBRIÓ LA SALVARISÁN, LA PRIMERA DROGA ANTIMICROBIANA QUE FUE EFECTIVA CONTRA LA SÍFILIS. ESTE DESCUBRIMIENTO ABRIÓ EL CAMINO PARA EL DESARROLLO DE OTRAS DROGAS ANTIMICROBIANAS QUE HAN SIDO FUNDAMENTALES EN EL TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS.

### Descubrimiento de la salvarsán, la primera droga antimicrobiana

PAUL EHRLICH



1910

# 2

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE 4 y 5

**Quinto básico**

# Actividad 4.

## ¿Dónde encontramos microorganismos?

Nivel	Quinto año de educación básica
Objetivos de aprendizaje de las bases curriculares de Ciencias Naturales	OA1: Reconocer y explicar que los seres vivos están formados por una o más células y que estas se organizan en tejidos, órganos y sistemas.
Objetivos de aprendizaje de la actividad	Exploran la presencia de microorganismos en superficies del entorno cercano.
Vínculos interdisciplinarios	Ciencia y sociedad OA 20 Opinar y argumentar con fundamentos sobre temas de la asignatura u otros.
Preguntas que guían el proceso de aprendizaje	¿Cómo podemos evidenciar la presencia de organismos tan pequeños que no podemos ver o escuchar?
Tiempo destinado a la actividad	90 minutos
Materiales	Bolsas de cierre hermético, rotulador, cinta adhesiva, rodajas finas de papa, pinzas, guantes de látex, papel absorbente
Concepciones alternativas y creencias comunes de las y los estudiantes	Pensar que los microorganismos solo se encuentran en ambientes sucios o insalubres <sup>1</sup> .
Estrategias de enseñanza	Organización en grupos de 4 integrantes. Promoción de colaboración y participación dentro de grupos y en plenario. Promoción de la reflexión frente a preguntas, otorgando el tiempo suficiente para la elaboración de respuestas..
Evaluación: evidencias de logro	A través de la observación durante la sesión y el análisis de los registros de los estudiantes, evaluar en qué medida: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se organizan para el trabajo colaborativo grupal.</li> <li>- Someten a prueba preguntas y predicciones a través de procedimientos experimentales.</li> <li>- Registran periódicamente sus observaciones en la bitácora o cuaderno de ciencias.</li> <li>- Construyen ideas basadas en evidencia obtenida a través de las investigaciones realizadas.</li> </ul>

1. Madigan, M. T., Martinko, J. M., Bender, K. S., Buckley, D. H., & Stahl, D. A. (2019). Brock biology of microorganisms (15th ed.). Pearson

Acción docente	Acciones esperadas de las y los estudiantes																								
<p>Invite a los estudiantes a expresar sus ideas respondiendo las siguientes preguntas:            ¿Cómo se imaginan a organismos tan pequeños como las bacterias?            ¿Dónde será posible encontrar estos organismos?            Anímelos a compartir sus respuestas con el curso, de forma de configurar una visión amplia acerca de lo que saben acerca de los microorganismos y dónde creen que es posible encontrarlos.            Invite a que, organizados en grupos pequeños, realicen un procedimiento que les permita evidenciar la presencia de microorganismos en lugares, objetos y superficies de su entorno.            ¿En qué lugares o superficies de nuestro entorno creen que encontraremos mayor o menor cantidad de microorganismos?            ¿Qué les hace pensar eso?</p> <table border="1" data-bbox="170 808 771 1165"> <thead> <tr> <th>Superficie o lugar</th> <th>Cantidad esperada de microorganismos</th> <th>¿Cómo explicamos nuestra decisión?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> <p>Utiliza la siguiente escala para indicar tu apreciación acerca de: 1. No hay presencia / 2. Presencia escasa / 3. Presencia moderada / 4. Mucha presencia</p> <p>Pida que seleccionen 5 objetos o superficies en los que creen que es posible encontrar microorganismos, y que registren en una tabla la superficie o lugar seleccionado, indicando, de forma relativa, la cantidad de microorganismos que esperan encontrar. Dé la siguiente instrucción:            Antes de empezar, nombra tres lugares en los que crees que podrían encontrar microorganismos y tres en los que piensas que no habrá.</p>	Superficie o lugar	Cantidad esperada de microorganismos	¿Cómo explicamos nuestra decisión?																						<p>Exploran la presencia de microorganismos en superficies de su entorno.</p> <p>Reconocen procedimientos característicos del quehacer científico que posibilitan la comparación de resultados y el análisis de evidencia.</p> <p>Utilizan la información obtenida durante el juego para inferir la relación, perjudicial o beneficiosa, para la salud humana.</p> <p>Sistematizan los aprendizajes logrados.</p>
Superficie o lugar	Cantidad esperada de microorganismos	¿Cómo explicamos nuestra decisión?																							

Acción docente	Acciones esperadas de las y los estudiantes
<p>Invite a explicar brevemente por qué creen que encontrarán o no microorganismos.</p> <p>A continuación, pida a los grupos abordar la siguiente pregunta: ¿Cómo podemos evidenciar la presencia de organismos tan pequeños, que no podemos ver o escuchar?</p> <p>Proponga el siguiente procedimiento que les permitirá hacer crecer microorganismos obtenidos de las superficies seleccionadas, y evidenciar así su presencia. Como actividad alternativa, puede diseñar el procedimiento experimental con sus estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Con las manos limpias (o con guantes) y utilizando una pinza, tomen una rodaja fina de papa y frótenla durante 10 segundos en una de las superficies seleccionadas.</li> <li>- Introduzcan la rodaja frotada en una bolsa y la cierran herméticamente.</li> <li>- Rotulen (marquen) la bolsa indicando fecha, superficie y nombre del grupo.</li> <li>- Repitan el procedimiento con otras superficies.</li> <li>- Finalmente, pongan en una bolsa una rodaja de papa que no ha sido frotada en ninguna superficie. Márquela indicando que es una papa "fresca".</li> <li>- Coloquen sus muestras en un lugar visible y ordenado.</li> </ul> <p>Registren el procedimiento y las observaciones todos los días, durante una semana.</p> <p>Para finalizar, pregunte:</p> <p>¿Por qué creen que es necesario utilizar pinzas?</p> <p>¿Por qué creen que es necesario cerrar herméticamente las bolsas?</p> <p>¿Por qué creen que es necesario poner una rodaja de papa sin frotar en superficie o "fresca"?</p> <p>Invite a compartir y discutir las respuestas con sus pares, de forma que se pueda establecer qué aspectos del procedimiento permiten asegurar la validez de la comparación de los resultados.</p> <p>Al finalizar, pregunte: ¿Qué aprendimos? ¿Qué utilidad tiene lo aprendido para el cuidado de mi salud? Pida que registren sus ideas en la bitácora o cuaderno de ciencias.</p>	<p>Sistematizan los aprendizajes logrados.</p>

# Actividad 5.

## ¿Cómo se ha llegado a saber lo que ahora conocemos de los microorganismos?

Nivel	Quinto año de educación básica
Objetivos de aprendizaje de las bases curriculares de Ciencias Naturales	OA7: Investigar e identificar algunos microorganismos beneficiosos y dañinos para la salud (bacterias, virus y hongos) y proponer medidas de cuidado e higiene del cuerpo.
Objetivos de aprendizaje de la actividad	Relacionan, a través de análisis de relatos de historia de la ciencia, los avances tecnológicos con el desarrollo del conocimiento científico, en el ámbito de los microorganismos
Vínculos interdisciplinarios	Lenguaje: OA 6 Leer independientemente y comprender textos no literarios (cartas, biografías, relatos históricos, libros y artículos informativos, noticias, etc.) para ampliar su conocimiento del mundo y formarse una opinión: <ul style="list-style-type: none"> <li>- extrayendo información explícita e implícita</li> <li>- haciendo inferencias a partir de la información del texto y de sus experiencias y conocimientos</li> <li>- relacionando la información de imágenes, gráficos, tablas, mapas o diagramas, con el texto en el cual están insertos</li> <li>- interpretando expresiones en lenguaje figurado</li> <li>- comparando información</li> <li>- formulando una opinión sobre algún aspecto de la lectura</li> <li>- fundamentando su opinión con información del texto o sus conocimientos previos</li> </ul>
Preguntas que guían el proceso de aprendizaje	¿Cómo se ha llegado a saber lo que ahora conocemos de los microorganismos?
Tiempo destinado a la actividad	90 minutos
Materiales	Breves relatos de episodios de la historia de la ciencia Ropas para caracterizar a las y los científicos de la época correspondiente.
Concepciones alternativas y creencias comunes de las y los estudiantes	Crear que los microorganismos, en general, son seres dañinos, que solo provocan enfermedades. No relacionar el desarrollo tecnológico con el avance en el conocimiento científico y pensar que lo que se conoce hoy, se ha conocido siempre
Estrategias de enseñanza	○ Trabajo grupal colaborativo: se organizan, con diferentes criterios, en equipos de 4 integrantes. Análisis colaborativo de los antecedentes escritos que se provee en la actividad exploratoria. Participación activa en la representación que presentarán en plenario a todo el curso.
Evaluación: evidencias de logro	A través de la observación durante la sesión y el análisis de los registros de los estudiantes, evaluar en qué medida: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se organizan para el trabajo colaborativo grupal.</li> <li>- Analizan textos para obtener datos y evidencia que les permita elaborar ideas o explicaciones. Discuten y argumentan basados en los datos obtenidos del análisis de textos.</li> <li>- Infieren que cada avance científico y/o tecnológico fue necesario para el siguiente, identificando el carácter evolutivo de la ciencia.</li> <li>- Comparten sus aprendizajes a través de representaciones colaborativas.</li> </ul>

Acción docente	Acciones esperadas de las y los estudiantes
<p>Invite a los estudiantes a compartir lo que saben acerca de ese "mundo invisible" formado por microorganismos. Registre las ideas planteadas, utilizando la estrategia de "ideas novedosas", de tal manera que en corto tiempo se dispondrá de las ideas clave de sus estudiantes en torno a este tópico, y que podrán ser revisadas una vez finalizada la actividad.</p> <p>Luego, pregunte: ¿Todo eso que ustedes saben ahora, se habrá sabido siempre? Dé tiempo para que piensen y pida que registren sus ideas en su cuaderno o bitácora de ciencias.</p> <p>Una vez que se hayan formado los grupos colaborativos, plantee la pregunta que guiará la actividad:</p> <p>¿Cómo se ha llegado a saber lo que ahora conocemos acerca de los microorganismos?</p> <p>Entregue a cada grupo una tarjeta diferente con relatos de historia de la ciencia, indicándoles que, una vez que la hayan leído, registren las ideas principales.</p> <p>Para compartir las ideas en plenario, invite a preparar la realización de una representación del hecho de la historia de la Ciencia que estudió.</p> <p><i>Recalque que es muy importante que su representación favorezca la comprensión del hecho de la historia de la ciencia, quiénes fueron sus protagonistas y el contexto en que tuvo lugar.</i></p> <p>Una vez que cada grupo se haya preparado para representar el hecho de historia de la ciencia asignado, se organiza el orden de las presentaciones de forma cronológica.</p> <p>Para cerrar, invite al curso a reflexionar respecto de aquello que aprendieron a través de preguntas: ¿Cuáles eventos les parecen especialmente claves en la historia del conocimiento sobre los microorganismos? ¿por qué? ¿Alguien tiene una idea diferente? ¿Quién quiere complementar estas ideas?</p> <p>Por último, si quisiéramos compartir con otros estudiantes lo que aprendimos hoy, ¿qué les dirían?</p>	<p>Basados en sus experiencias y conocimientos, conjeturan acerca la forma en que se ha construido el conocimiento científico sobre microorganismos.</p> <p>Estudian eventos de la historia de la ciencia y diseñan la forma de comunicarlos a través de una representación.</p> <p>Inferen que cada evento representado fue necesario para el siguiente, identificando el carácter evolutivo de la ciencia.</p> <p>Sistematizan los aprendizajes logrados. cuerpo un mismo tipo de microorganismo.</p>

## Relatos históricos

### Los descubrimientos del doctor Koch

Imaginemos que después de un viaje en una máquina del tiempo desembarcásemos en Alemania, en el año 1882. Si así fuese, podríamos conocer al biólogo, nórdico, Robert Koch, quien, en su laboratorio lograba descubrir las bacterias que provocaban la tuberculosis. Este avance permitió, además, saber que muchas enfermedades conocidas eran provocadas, también por microorganismos y que cada tipo producía una enfermedad distinta.

El doctor Koch trabajaba con pacientes enfermos de tuberculosis, una enfermedad que provoca entre otros malestares una tos muy persistente. El doctor Koch, preocupado por encontrar una cura a la enfermedad, se dio a la tarea de buscar en los pulmones de sus pacientes enfermos una pista que le indicara la causa de la enfermedad. Con ayuda del microscopio, el doctor Koch pudo ver que, dentro de los pulmones de las personas con tuberculosis, existían pequeños organismos con forma de bastoncitos que hoy conocemos como bacterias.

Hasta ese momento, las bacterias causantes de esta enfermedad sólo se habían encontrado en los pulmones de personas enfermas, sin embargo, el doctor Koch logró que estas bacterias se desarrollaran en su laboratorio, fuera de los pulmones humanos, pero utilizando una especie de gelatina con nutrientes para estas bacterias. Una vez que tenía a las bacterias creciendo, tomó un grupo de ellas y las inyectó en conejillos de indias. Estos animalitos enfermaban de tuberculosis al poco tiempo de haber sido inyectadas, lo mismo que aquellos pacientes que habían adquirido la bacteria por otros medios y ahora la tenían dentro de sus pulmones. El doctor Koch planteó, a partir de los resultados de sus experimentos, una premisa: "Si el microorganismo puede encontrarse y con él infectar a un animal, entonces es causante de la enfermedad". Con esto él quería decir que si alguien se encuentra enfermo a causa de una bacteria u otro microbio, entonces debe ser posible obtener dicho microorganismo en el laboratorio y con él infectar a un animal de laboratorio, como en el caso de los conejillos de indias. Por lo tanto, "es posible encontrar dentro de estos animales el mismo microorganismo que se inyectó", esta afirmación también es una de las cuatro reglas del doctor Koch.

Otro de los postulados, según el doctor Koch, es: "Todo individuo que padezca la misma enfermedad debe tener en su cuerpo un mismo tipo de microorganismo.

Finalmente, dado que su experimento fue exitoso, el doctor Koch dictó una regla más: "Todo microorganismo que cause una enfermedad debe obtenerse en el laboratorio". Sin embargo, en la actualidad sabemos que esto no es siempre posible, además lo que el doctor Koch desconocía, es que también los virus pueden causar enfermedades y no cumplen con las cuatro reglas que él propuso.

### Para ir más allá...

Después de haber leído el relato, conversen en torno a las siguientes preguntas:

¿Cuáles consideran ustedes que eran las cualidades del doctor Robert Koch que contribuyeron al desarrollo del conocimiento científico? ¿Cuáles son sus argumentos?

Si tuvieran que relatar la historia de Robert Koch, ¿cómo lo harían?

¿Cuáles ideas consideran que debieran estar presentes en su relato? ¿Por qué?

Se dice que los avances de la ciencia y de la tecnología "van de la mano". ¿Están de acuerdo? ¿Qué les hace pensar eso?

Organícense para relatar esta historia de la ciencia a través de una representación.

Preparen un pequeño libreto, distribuyan roles y responsabilidades.

Elijan un título para su representación.

## Antonie van Leeuwenhoek: Un científico-inventor<sup>1</sup>

Imaginemos que nos subimos a una máquina del tiempo y que, al bajarnos, vivimos en el año 1648, ¿qué veríamos? Imaginaremos, además, que, por esas cosas de la vida, estamos en Europa, más precisamente en Holanda, en una ciudad de pequeñas calles y amplios canales, en la ciudad de Delft. Allí nació Antonie van Leeuwenhoek, en 1632.

Si estuviésemos en Holanda, en 1648, podríamos conocer al joven Leeuwenhoek, quien recién habría egresado del colegio y estaría ante el dilema de elegir carrera.

En aquellos tiempos, hace más de 250 años, si un muchacho convaleciente de paperas preguntaba a su padre cuál era la causa de este mal, no cabe duda de que el padre le contestaba: «El enfermo está poseído por el espíritu maligno de las paperas». Eso se pensaba.

A los 21 años, Leeuwenhoek se casó y abrió una tienda de telas. Seguramente fue en ese período cuando le nombraron conserje del Ayuntamiento de Delft y le vino la extraña afición de tallar lentes. Había oído decir que, fabricando lentes de un trozo de cristal transparente, se podían ver con ellas las cosas de mucho mayor tamaño que lo que aparecen a simple vista.

¡Qué divertido sería ver las cosas aumentadas a través de una lente! En ese momento decidió construir él mismo los lentes.

Leeuwenhoek se dedicó a examinar con sus lentes cuanto caía en sus manos. Analizó las fibras musculares de una ballena y las escamas de su propia piel, en la carnicería consiguió ojos de buey y se quedó maravillado de la estructura del cristalino. Pasó horas enteras observando la lana de ovejas y los pelos de castor y liebre, cuyos finos filamentos se transformaban, bajo su pedacito de cristal, en gruesos troncos.

Durante veinte años, trabajó en completo aislamiento. En aquel tiempo, la segunda mitad del siglo XVII, surgían nuevos movimientos en todo el mundo. En Inglaterra, Francia e Italia, hombres singulares comenzaban a dudar de aquello que hasta entonces era considerado como verdad. «Ya no nos llamamos porque Aristóteles afirme tal cosa o el Papa tal otra», decían estos rebeldes. «Sólo nos fiaremos de nuestras propias observaciones mil veces repetidas, y de los pesos exactos de nuestras balanzas. Únicamente nos atenderemos al resultado de nuestros experimentos, y nada más».

Entretanto, Leeuwenhoek decía: «La gente que por primera vez mira por un microscopio dice: «Ahora veo una cosa, luego me parece diferente». Es que el observador más hábil puede equivocarse. En estas observaciones he empleado más tiempo del que muchos creerían; pero las realicé con sumo gusto, haciendo caso omiso de quienes me preguntaban que para qué me tomaba tanto trabajo y con qué finalidad. Pero yo no escribo para estas gentes, sino para los filósofos».

Pero esta aparente manía, le sirvió como preparación para aquel día fortuito en que, a través de su lente de juguete, observó una pequeña gota de agua clara de lluvia. Lo que vio aquel día, es el comienzo de esta historia. Leeuwenhoek era un observador maniático, pero ¿a quién, sino a un hombre tan singular se le habría ocurrido observar algo tan poco interesante: una de las millones de gotas de agua que caen del cielo? Ahora, nuestro distraído hombre, con ojos dilatados, rompe el tubo en pedacitos, sale al jardín y se inclina sobre una vasija de barro que hay allí para medir la cantidad de lluvia caída. Regresa al laboratorio, coloca el tubito de cristal en la aguja del microscopio... De pronto se oye la agitada voz de Leeuwenhoek: ¡En el agua de lluvia hay unos bichitos! ¡Nadan! ¡Dan vueltas! ¡Son mil veces más pequeños que cualquiera de los bichos que podemos ver a simple vista! ¡Mira lo que he descubierto!

Impresionado, empezó a dibujar en su libreta de anotaciones científicas todo aquello que veía ante sus ojos; incluso describió la forma en que aquellos animaculos (así les llamó), de un mundo diferente al suyo, se movían de un lado a otro.

1. Adaptado de De Kruif, Paul (1960) Cazadores de microbios. Aguilar Escalante, Froilán, Un mundo diferente: microbiología para niños.

[https://www.researchgate.net/publication/264384138\\_Un\\_Mundo\\_Diferente\\_Microbiologia\\_Interactiva\\_para\\_Ninos](https://www.researchgate.net/publication/264384138_Un_Mundo_Diferente_Microbiologia_Interactiva_para_Ninos)

### **Para ir más allá...**

Después de haber leído el relato, conversen en torno a las siguientes preguntas:

Si pensamos, Antonie van Leeuwenhoek no era un científico. Sin embargo, logró contribuir al desarrollo del conocimiento científico. ¿Cómo lo explican?

Si tuvieran que relatar la historia de Antonie van Leeuwenhoek, ¿cómo lo harían?

¿Cuáles ideas consideran que debieran estar presentes en su relato? ¿Por qué?

Se dice que los avances de la ciencia y de la tecnología "van de la mano". ¿Están de acuerdo? ¿Qué les hace pensar eso?

Organícense para relatar esta historia de la ciencia a través de una representación.

Preparen un pequeño libreto; distribuyan roles y responsabilidades.

Elijan un título para su representación.

## Los hongos y los antibióticos<sup>1</sup>

Hace unos años, en 1939 se desató en Europa una enorme batalla – la Segunda Guerra Mundial- entre algunos países del mundo, sobre todo aquellos que eran en aquel entonces los países más poderosos.

Mientras tanto, los científicos que se preocupaban por las enfermedades como Edward Jenner en su tiempo o el doctor Koch y años más tarde como los científicos Sabin y Salk, se enfocaron en buscar una cura a tantas y tantas enfermedades que provocaban muchas muertes.

Varios años antes, en 1928, el científico escocés Alexander Flemming mientras trabajaba en su laboratorio se dio cuenta de que había un pequeño hongo que impedía que crecieran bacterias a su alrededor. En ese entonces Flemming no le dio importancia al suceso. No sabía de dónde habían llegado esos hongos, pues él no cultivaba este tipo de microorganismos; nosotros ahora sabemos que venían de un laboratorio vecino donde otro científico trabajaba con muchos hongos. Este hongo en particular llamado *Penicillium notatum* había viajado por el aire y se había instalado en el laboratorio del científico Alexander Flemming.

La historia de los hongos en la medicina no era una idea nueva, ya hacía tiempo que se realizaban observaciones, como el caso del doctor Robert Koch y sus conejillos de indias que demostró que las enfermedades eran causadas por organismos microscópicos. El desarrollo de productos benéficos a partir de microbios no sólo se basó en lo que decía el doctor Robert Koch, sino también en las ideas propuestas por el afamado profesor Louis Pasteur.

El secreto de cómo el hongo podía eliminar a las bacterias agresoras se descubrió años más tarde. El pequeño y valioso hongo cuando crece produce una pequeña partícula de color amarillo llamada "penicilina" que se utiliza hoy a nivel mundial como uno de los antibióticos más famosos y útiles. Esta pequeña partícula es tan pequeñita que no se puede ver a simple vista es más pequeña que las bacterias y estas se alimentan de ella cuando la encuentran en su entorno, aunque sólo es tóxica para algunas bacterias, no para todas, Las bacterias que se alimentan de penicilina mueren al instante y así es como se combate su efecto dañino.

La primera forma de penicilina que se descubrió era excelente medicamento para muchas enfermedades. Sin embargo, dado que esta primera forma se destruía al pasar por el ácido que contiene nuestro estómago, era necesario que se introdujera al cuerpo por otras vías, como las venas o los músculos. Así pues, las primeras formas de penicilina y muchas de sus formas actuales se introducen al cuerpo por medio de inyecciones que permiten que esta sustancia viaje por la sangre y llegue a distintas partes del cuerpo. Actualmente gracias a los esfuerzos de muchos hombres y mujeres, podemos encontrar una excelente opción a estas penicilinas inyectables. Esta nueva forma se llama amoxicilina, tiene la misma capacidad que la penicilina más conocida, pero resiste el ataque del ácido estomacal.

Después de un buen tiempo, la penicilina dejó de tener el efecto del pasado. Poco a poco, las bacterias se habían hecho resistentes a ella. Por eso, las científicas y científicos tienen que trabajar mucho más para desarrollar sustancias más poderosas contra las mismas bacterias.

Después de seis años de guerra mundial, finalmente, esta llegaba a su término en 1945.

1. Adaptado de De Kruif, Paul (1960) Cazadores de microbios. Aguilar Escalante, Froilán, Un mundo diferente: microbiología para niños. [https://www.researchgate.net/publication/264384138\\_Un\\_Mundo\\_Diferente\\_Microbiologia\\_Interactiva\\_para\\_Ninos](https://www.researchgate.net/publication/264384138_Un_Mundo_Diferente_Microbiologia_Interactiva_para_Ninos).

### **Para ir más allá...**

Después de haber leído el relato, conversen en torno a las siguientes preguntas:

¿Cuáles consideran ustedes que eran las cualidades de los científicos mencionados y cómo contribuyeron al desarrollo del conocimiento científico? ¿Cuáles son sus argumentos?

Si tuvieran que relatar la historia de la creación de los antibióticos, ¿cómo lo harían?

¿Cuáles ideas consideran que debieran estar presentes en su relato? ¿Por qué?

Se dice que los avances de la ciencia y de la tecnología “van de la mano”. ¿Están de acuerdo? ¿Qué les hace pensar eso?

Organícense para relatar esta historia de la ciencia a través de una representación.

Preparen un pequeño libreto; distribuyan roles y responsabilidades.

Elijan un título para su representación.

### **Louis Pasteur: ¿Son los microorganismos una amenaza?<sup>1</sup>**

Imaginemos que vivimos en 1831: las locomotoras siembran el pánico entre los caballos de Europa y de América; poco después sería inventado el telégrafo. En Chile, Joaquín Prieto era elegido presidente.

Cierto día de octubre de 1831, un niño de nueve años se apartaba, horrorizado, del gentío frente a la puerta de la herrería de un pequeño pueblo situado entre las montañas del este de Francia. ¿Qué ocurría? Un labrador del pueblo había sido mordido por un lobo rabioso. Como una forma de detener la enfermedad que la mordedura produciría, quemaban con hierro calentado al rojo la herida en la pierna. No tenían otra alternativa. El niño que corría espantado era Louis Pasteur.

En el transcurso de varias semanas, ocho víctimas más del lobo rabioso murieron por la enfermedad llamada hidrofobia. Esta vivencia quedó grabada en la memoria de Louis Pasteur.

- ¿Qué es lo que vuelve rabiosos a los lobos y a los perros, padre? ¿Por qué mueren las personas cuando son mordidas por perros rabiosos? -preguntaba Louis.

Su padre, un viejo sargento de los ejércitos de Napoleón, había visto caer a diez mil hombres víctimas de las balas, pero no tenía la menor idea de cómo las enfermedades matan a la gente.

- Tal vez un demonio entra en el lobo, y si la voluntad de Dios lo quiere, muere sin remedio -fuera, quizás, la respuesta del piadoso padre.

Respuesta tan buena como cualquier otra que el hombre más sabio o el médico más renombrado le hubieran podido dar: en 1831 nadie conocía la causa de la muerte de las personas mordidas por perros rabiosos, pues el origen de todas las enfermedades era un misterio.

Probablemente, el recuerdo de este terrible suceso lo inquietó durante mucho tiempo y quizás influyó en su trabajo tiempo después.

Pasteur crecía, seguía dedicado a sus libros durante su estancia en un modesto colegio. Era el alumno más joven del colegio, pero quería ser monitor; tenía una ambición decidida por enseñar a los demás chicos y en especial a tener autoridad sobre ellos. Llegó a ser monitor y, antes de cumplir los veinte años, fue una especie de profesor ayudante en un colegio, donde trabajó con entusiasmo e insistió en que todo el mundo trabajase con la misma intensidad que él.

Durante varios años se dedicó a la química, específicamente a estudiar cristales. En esos tiempos la gente se había olvidado de los descubrimientos acerca de los organismos que solo podían verse al microscopio. Ya no sólo se vendían lentes de aumento en un puesto del mercado, ahora todo se hacía en enormes fábricas. Uno de los productos que se fabricaban era el alcohol, el mismo que usan hoy los médicos y los padres en casa para desinfectar heridas pequeñas. La producción de este alcohol pasó de ser artesanal –hecho en casa– a ser un producto elaborado en grandes fábricas.

Un día, un fabricante de alcohol tenía un problema: en vez de ser un líquido transparente como el que nosotros conocemos, el alcohol se veía gris y muy espeso – como si fuera una miel de color gris – además de tener un olor bastante ácido; en vez del olor refrescante del alcohol, se percibía como si fuera vinagre. Desesperado por encontrar una solución a este grave problema, fue a visitar al profesor de química de su hijo, el profesor Louis Pasteur.

1. Adaptado de De Kruif, Paul (1960) Cazadores de microbios. Aguilar Escalante, Froilán, Un mundo diferente: microbiología para niños. [https://www.researchgate.net/publication/264384138\\_Un\\_Mundo\\_Diferente\\_Microbiologia\\_Interactive\\_para\\_Ninos](https://www.researchgate.net/publication/264384138_Un_Mundo_Diferente_Microbiologia_Interactive_para_Ninos)

Mientras conversaban, el fabricante le pidió al profesor Pasteur ayuda para resolver el misterio de los barriles de alcohol que preparaba en su fábrica a partir de remolacha –la remolacha es una raíz muy parecida a la betarraga–. Le contó lo que sucedía cuando fabricaba el alcohol: unas veces se producía un alcohol de dulce aroma y otras veces obtenía una miel gris de aroma ácido; las causas eran todo un misterio para él y en ese momento, también para el profesor Pasteur. ¿Cómo podría explicarse lo que ocurría en la fábrica de alcohol?

Louis Pasteur tomó pequeñas muestras de cada uno de los barriles, algunos barriles con el líquido misterioso y otros con alcohol transparente y los observó utilizando su microscopio.

En aquellas gotas de líquido transparente pudo observar pequeñas esferas amarillas que formaban pequeños racimos como de uvas y que de cada pequeña esfera amarilla salían pequeñas bolas de su parte lateral, conocidas como levaduras (son iguales a las que usan para hacer pan).

Después, Pasteur investigó el líquido misterioso, en él no encontró levaduras, pero sí encontró pequeños palitos de color gris, había millones de ellos, se movían igual que lo hacían aquellos animáculos que había descrito Leeuwenhoek. En realidad, lo que Pasteur estaba viendo era algo que nosotros ya conocemos y se llaman bacterias. En este caso en particular, estos bastoncitos o palitos, tenían la habilidad de “comer” azúcar más rápido que las levaduras, por tanto, habitaban el recipiente en mayor número.

Una vez descubiertas las bacterias en el barril con la sustancia viscosa, Pasteur tomó una pequeña muestra de estas bacterias y las colocó junto con las levaduras en el mismo barril. Esto ayudaría al señor Pasteur a descubrir el misterio de las levaduras y los barriles de alcohol.

Lo que observó Pasteur, fue que las bacterias atacaron a las levaduras dejándolas enfermas. Con esta observación, Pasteur pudo ayudar a otros productores de vino a evitar que el jugo de la uva, que contiene azúcar, se transformara en una sustancia viscosa.

### Para ir más allá...

Después de haber leído el relato, conversen en torno a las siguientes preguntas:

¿Cuáles consideran ustedes que eran las cualidades de los científicos mencionados y cómo contribuyeron al desarrollo del conocimiento científico? ¿Cuáles son sus argumentos?

Si tuvieran que relatar la historia de la creación de los antibióticos, ¿cómo lo harían?

¿Cuáles ideas consideran que debieran estar presentes en su relato? ¿Por qué?

Se dice que los avances de la ciencia y de la tecnología "van de la mano". ¿Están de acuerdo? ¿Qué les hace pensar eso?

Organícense para relatar esta historia de la ciencia a través de una representación.

Preparen un pequeño libreto; distribuyan roles y responsabilidades.

Elijan un título para su representación.

# 3

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE 6 y 7

## Séptimo Básico

## Actividad 6.

### ¿Cómo se evidencia la acción de compuestos que impiden el crecimiento de microorganismos?

Nivel	Séptimo año de educación media
Objetivos de aprendizaje de las bases curriculares de Ciencias Naturales	OA7: Investigar e identificar algunos microorganismos beneficiosos y dañinos para la salud (bacterias, virus y hongos), y proponer medidas de cuidado e higiene del cuerpo.
Objetivos de aprendizaje de la actividad	Exploran el crecimiento de microorganismos en presencia o no de sustancias antimicrobianas
Vínculos interdisciplinarios	Ciencias Sociales OA 22 Reconocer y explicar formas en que la acción humana genera impactos en el medio y formas en las que el medio afecta a la población, y evaluar distintas medidas para propiciar efectos positivos y mitigar efectos negativos sobre ambos.
Preguntas que guían el proceso de aprendizaje	¿Cómo se evidencia la acción de compuestos que impiden el crecimiento de microorganismos?
Tiempo destinado a la actividad	90 minutos
Materiales	Harina, Agua sin cloro, Frascos de vidrio con tapa hermética (o bolsas de cierre hermético), Cuchara de madera, Balanza, Alimentos con propiedades antimicrobianas (por ejemplo: ajo, cebolla, vinagre, sal)
Concepciones alternativas y creencias comunes de las y los estudiantes	Los microorganismos no pueden ser útiles en la medicina o la alimentación <sup>1</sup> .
Estrategias de enseñanza	Trabajo grupal colaborativo: se organizan, con diferentes criterios, en equipos de 4 integrantes, para seguir un procedimiento experiencial de crecimiento de levaduras. Participación activa en la presentación de resultados y discusión en plenario..
Evaluación: evidencias de logro	A través de la observación durante la sesión y el análisis de los registros de los estudiantes, evaluar en qué medida: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Participan colaborativamente en las actividades.</li> <li>- Comparten los materiales</li> <li>- Realizan predicciones incluyendo explicaciones tentativas basadas en aprendizajes previos.</li> <li>- Someten a prueba sus ideas y explicaciones a través de procedimientos experimentales.</li> <li>- Inferen la necesidad de realizar comparaciones entre dos o más situaciones experimentales para recabar evidencias.</li> </ul>

1. Liu, Y., Whitman, W. B., & Stackebrandt, E. (2015). The prokaryotes: other major lineages of bacteria and the archaea. Springer.

Acción docente	Acciones esperadas de las y los estudiantes
<p>Invite a los estudiantes a compartir lo que saben acerca de cómo algunos microorganismos pueden ser utilizados en la preparación de alimentos. Registre las ideas planteadas, identificando aquellos alimentos que creen que son preparados gracias a la acción de microorganismos. A continuación, pregunte: ¿Cómo creen que se puede facilitar o frenar el crecimiento de los organismos pequeños utilizados en la producción de alimentos?</p> <p>Luego, invite a agruparse para someter a prueba la presencia de microorganismos y una forma de detener su crecimiento. Una vez que se hayan formado los grupos colaborativos, plantee la pregunta que guiará la actividad:</p> <p>¿Cómo podrá ponerse en evidencia la acción de compuestos que impiden el crecimiento de microorganismos?</p> <p>Para ello, cuénteles que harán crecer masa madre: una sustancia que es posible reproducir en casa (o en la sala de clases) y que se utiliza en la producción de pan. Si detecta que no conocen la masa madre, muestre algunas imágenes sobre cómo se usa. Invite a cada grupo a producir masa madre mediante el siguiente procedimiento.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prepare dos frascos de vidrio con tapa hermética (o bolsas de cierre hermético). En cada frasco, agregue 50 gramos de harina y 50 ml de agua sin cloro. Mezcle bien con una cuchara de madera.</li> <li>2. Tape los frascos y déjelos reposar a temperatura ambiente durante 24 horas.</li> <li>3. Después de 24 horas, agregue un alimento nuevo a uno de los frascos (por ejemplo, un diente de ajo picado o una cucharadita de vinagre). No agregue nada al otro frasco. Rotule cada uno, para identificarlos adecuadamente más adelante.</li> <li>4. Mezcle bien la masa madre en cada frasco con la cuchara de madera y tapa los frascos. Déjelos reposar a temperatura ambiente durante otras 24 horas.</li> <li>5. Después de 24 horas, observe el aspecto y el aroma de cada masa madre. Tome nota de cualquier diferencia que identifique y registre en su cuaderno o bitácora de ciencias.</li> <li>6. Utilice la balanza para determinar la cantidad de masa de cada masa madre. Registre los datos. También tome nota de cualquier otra observación (por ejemplo, si la masa madre con el alimento parece más líquida o tiene burbujas más pequeñas que la otra, etc.).</li> <li>7. Alimente cada masa madre con 50 gramos de harina y 50 ml de agua sin cloro, y vuelva a tapar los frascos. Déjelos reposar a temperatura ambiente durante otras 24 horas.</li> <li>8. Después de 24 horas, repita los pasos 5 a 7.</li> </ol> <p>Continúe alimentando y observando las dos masas madre durante varios días, registrando cualquier diferencia que observe en su aspecto, aroma o crecimiento</p>	<p>Basados en sus experiencias y conocimientos, conjeturan acerca de alimentos de consumo habitual que son generados por la acción de microorganismos y otros que los inhiben.</p> <p>Siguen el procedimiento para someter a prueba la pregunta de la clase</p>

Acción docente	Acciones esperadas de las y los estudiantes
<p>Continúe alimentando y observando las dos masas madre durante varios días, registrando cualquier diferencia que observe en su aspecto, aroma o crecimiento</p> <p>Una vez que haya finalizado el crecimiento de la masa madre, invite a preparar una presentación para sus pares. Pida que elaboren una secuencia gráfica con el procedimiento y los resultados que han logrado identificar. Invite a discutir acerca de las siguientes preguntas: ¿qué permite que la masa madre crezca en volumen, cambie de aroma y apariencia?, ¿qué evidencia les permite asegurar lo que proponen?, ¿qué ocurre cuando agregan un alimento como ajo, cebolla o sal?</p> <p>Pida que presenten sus resultados al curso. Inste a reflexionar acerca de las diferencias (grandes o pequeñas) que resultan en cada grupo. Al finalizar su presentación pregunte a los grupos ¿cómo explican las diferencias en el crecimiento de la masa cuando agregan un alimento como ajo, cebolla o sal?, ¿cómo explican las diferencias entre los grupos, a pesar de haber seguido el mismo procedimiento?</p> <p>Para cerrar, invite a reflexionar respecto de aquello que aprendieron acerca de la acción de microorganismos, y las condiciones ambientales de crecimiento (o inhibición de este).</p>	<p>Inferen que la diferencia en resultados puede tener una explicación plausible al comparar dos situaciones experimentales.</p> <p>Sistematizan los aprendizajes logrados..</p>

# Actividad 7.

## ¿Cómo se tratan las enfermedades bacterianas?

Nivel	Séptimo año de educación básica
Objetivos de aprendizaje de las bases curriculares de Ciencias Naturales	OA6: Investigar y explicar el rol de microorganismos (bacterias y hongos) en la biotecnología, como en la: descontaminación ambiental, la producción de alimentos y fármacos, la obtención del cobre y la generación de metano.
Objetivos de aprendizaje de la actividad	Formulan explicaciones, fundadas en evidencias, del rol de los microorganismos en el desarrollo de una aplicación biotecnológica.
Vínculos interdisciplinarios	Lenguaje, OA 13 Escribir, con el propósito de explicar un tema, textos de diversos géneros (por ejemplo, artículos, informes, reportajes, etc.), caracterizados por: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Una presentación clara del tema.</li> <li>- La presencia de información de distintas fuentes.</li> <li>- La inclusión de hechos, descripciones, ejemplos o explicaciones que desarrollen el tema.</li> <li>- Una progresión temática clara, con especial atención al empleo de recursos anafóricos.</li> <li>- El uso de imágenes u otros recursos gráficos pertinentes.</li> <li>- Un cierre coherente con las características del género.</li> <li>- El uso de referencias según un formato previamente acordado.</li> </ul>
Preguntas que guían el proceso de aprendizaje	¿Cómo creen que se tratan las infecciones producidas por bacterias?
Tiempo destinado a la actividad	45 minutos
Materiales	Copias de la lectura "Historia de una casualidad" para cada grupo de estudiantes.
Concepciones alternativas y creencias comunes de las y los estudiantes	Todos los tipos de microorganismos son iguales y se comportan de la misma manera <sup>1</sup> .
Estrategias de enseñanza	Trabajo grupal colaborativo: se organizan en equipos de 4 integrantes. Análisis colaborativo de un texto guía. Participación activa en plenario de discusión..
Evaluación: evidencias de logro	A través de la observación durante la sesión y el análisis de los registros de los estudiantes, evaluar en qué medida: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Participan colaborativamente en las actividades.</li> <li>- Comparten los materiales</li> <li>- Relacionan eventos históricos específicos y avances científicos con el conocimiento que hoy se dispone respecto del tratamiento de enfermedades infecciosas.</li> <li>- Argumentan, utilizando sus nuevos aprendizajes, para dar sustento a sus ideas</li> </ul>

1. Madigan, M. T., Martinko, J. M., & Parker, J. (2014). Brock biology of microorganisms (14th ed.). Pearson.

Acción docente	Acciones esperadas de las y los estudiantes
<p>Invite a los estudiantes a pensar en hechos de su propia vida o de su entorno cercano, con las preguntas: ¿cómo creen que se tratan las infecciones producidas por bacterias?, ¿cómo habrá sido ese tratamiento hace mucho tiempo?, ¿y a través de la historia de la humanidad?</p> <p>Invite a que se reúnan en grupos de 4 para la siguiente actividad, y que conformen un equipo de "historiadores" que, contando con un texto de antecedentes (Historia de una "casualidad"), intentarán reconstruir el camino recorrido para elaborar medicamentos para el combate de infecciones bacterianas.</p> <p>Presente el siguiente desafío a los grupos, para luego leer la evidencia que se presenta en el texto:</p> <p>"El desarrollo de procedimientos y medicinas para el tratamiento de infecciones bacterianas no debe haber sido tal como lo conocemos hoy. Junto a tu grupo imagina ¿cómo habrá sido el tratamiento de estas enfermedades en la antigüedad?, ¿cómo se habrá descubierto que esas infecciones eran originadas por bacterias?, ¿cómo se habrá descubierto un tratamiento?</p> <p>Junto a tu grupo, imaginen que pudiesen viajar en el tiempo y creen un relato que describa los hitos más importantes de ese viaje y las contribuciones que distintos investigadores han realizado. Disponga de copias de los antecedentes contenidos en el texto "Historia de una casualidad", para que los grupos lean, analicen y extraigan la información que les parezca relevante para construir la trayectoria.</p> <p>Pida que elaboren una secuencia gráfica de eventos, preguntas o personajes, que presentarán en plenario. Para elaborar la secuencia pida que aborden las siguientes preguntas:</p> <p>¿cómo se trataban enfermedades producidas por microorganismos en la antigüedad?, ¿qué ha cambiado en el conocimiento, que permite acceder a un nuevo tratamiento?</p> <p>Una vez finalizado el trabajo de grupo, invite a los grupos a describir los hallazgos más importantes que se pueden identificar en el recorrido histórico, los criterios que utilizaron para realizarlo y presenten sus ideas en plenario.</p>	<p>Basados en sus experiencias y conocimientos, conjeturan acerca la forma en que se ha avanzado en el tratamiento de enfermedades producidas por microorganismos.</p> <p>Identifican eventos históricos y contribuciones científicas, que han permitido construir el conocimiento que hoy se tiene acerca de enfermedades producidas por microorganismos y cómo se combaten o tratan.</p> <p>En grupos, acuerdan ideas para comunicar lo que han comprendido de la información analizada.</p> <p>Sistematizan los aprendizajes logrados</p>

## Antecedentes

### Historia de una "casualidad"

Las bacterias son microorganismos posibles de encontrar en muchísimos lugares; incluso aquellos que creemos más limpios, contienen bacterias. Son parte importante de los ecosistemas, y su presencia en los sistemas naturales es clave para que se lleven a cabo los ciclos de la naturaleza, como el nitrógeno en el suelo, por ejemplo.

Estos organismos pequeñísimos son, a la vez, fuente de enfermedades que alguna vez fueron difíciles de tratar, incluso, algunas de ellas siguen siéndolo.

Fue recién en la mitad del siglo XIX que algunos científicos reconocieron la presencia de pequeñísimos organismos, hasta ese momento desconocidos, presentes en alimentos, superficies e incluso nuestro propio cuerpo. Fue a través del estudio de tejidos en descomposición que Louis Pasteur logró reconocer la acción de bacterias y hongos que degradaban frutas y carnes, reproduciéndose con gran rapidez. A partir de esos hallazgos, lo siguiente fue asociarlo a dos eventos muy comunes en la sociedad de la época: enfermedades y alimentación. Claro, porque Pasteur orientó su curiosidad a la solución de problemas comunes y cotidianos. Su trabajo sentó bases importantes para lo que luego sería el uso de bacterias y levaduras en la fermentación de alimentos de forma segura, por ejemplo, en la industria de la leche, panadería, carnes y otros.

En décadas posteriores otros investigadores aplicaron el saber acumulado acerca de bacterias y hongos a la medicina. Sin aún encontrar una cura definitiva, fue posible asociar enfermedades a la presencia y crecimiento de ciertos tipos de bacterias y hongos. Joseph Lister, a fines del siglo XIX, un investigador en enfermedades producidas por bacterias aplicó lo avanzado por otros en el desarrollo de una técnica que salvaría vidas. Por simple que hoy parezca, lavar el instrumental médico, utilizar guantes estériles y realizar cirugías en ambientes libres de bacterias salvaría muchas vidas. En la época en que se desarrolló el concepto de "antisepsia" (eliminación de microorganismos, de forma física, química o mecánica), la higiene estaba circunscrita a otros ámbitos y no era tan rigurosa.

Una vez descubiertas las bacterias y los hongos, muchos científicos comenzaron a reproducirlos en sus laboratorios para describirlos, conocer cómo desarrollan su vida, la temperatura a la cual se reproducen de mejor forma, cómo se asocian y tantas otras preguntas. Era un mundo nuevo y, por tanto, un campo con muchas preguntas por resolver, y mucho por conocer.

Entre tantas pruebas y formas de multiplicar bacterias, se fueron conociendo sustancias naturales que afectaban su crecimiento, tanto para impedirlo como para facilitararlo. Aparece así la idea de buscar algún "medicamento" natural que ayude a combatir enfermedades de origen bacteriano, como las infecciones de la piel, por ejemplo. Nada fácil la tarea, ya que muchas de las sustancias que matan bacterias, matan también las células del tejido infectado. La cura podía ser peor que la enfermedad en algunos casos. Probaron con venenos, ácidos y otras sustancias que en días como hoy, ni por casualidad utilizaríamos en humanos. La mezcla entre entusiasmo científico y necesidad de salud se llevó muchos pacientes. El entusiasmo decayó en los médicos de la época.

Fue una casualidad, un error o un hallazgo extraordinario (según a quién le pregunten) lo que cambió el destino de las enfermedades provocadas por bacterias. Ya en el siglo XX, en 1920, Alexander Fleming en su laboratorio cultivaba muchos tipos de bacterias. Las aislaba, describía y hacía crecer por miles. Acumulaba placas de cultivo en estantes, mesones, y cuanto espacio encontrara. Al regreso de unos días de descanso, se percató de que, en su laboratorio, algunas placas de cultivo no habían sido procesadas adecuadamente, y en ellas creció un organismo distinto (contaminante) al que intentaban hacer crecer, y apareció junto a la bacteria que era su objeto de estudio en ese momento: el Estafilococo.

Si fue un error, debió estar muy enojado, o al menos frustrado. Si fue conciencia, suponemos la reacción de sorpresa. Si fue genialidad científica, orgullo sería la mejor descripción. El asunto es que las placas contaminadas, en un laboratorio menos curioso, hubiesen sido desechadas. Pero Fleming las miró con atención y se dio cuenta de algo extraordinario. Lo que había crecido parecía ser un hongo. Pero lo más interesante no estaba ahí. Las bacterias que crecieron alejadas del hongo lo hicieron de forma normal. Tamaño, forma, colores esperados. Las bacterias que crecieron cerca del hongo lo hicieron en menor cantidad. Mucho menor. Algo hacía el hongo que impedía el crecimiento normal de las bacterias. Tan notable como lo anterior fue que en ningún espacio convivieron hongo y bacteria. Es decir, no solo hacía que crecieran menos. Algo del hongo mataba a las bacterias.

Se abrió la puerta de par en par para que la medicina pudiese enfrentar enfermedades provocadas por bacterias. Tiempo después se logró aislar el hongo, al que llamaron *Penicillium*, y reproducir la sustancia que mataba bacterias, la Penicilina. La historia había avanzado sustancialmente con un error, casualidad o genialidad. Como sea, hoy seguimos utilizando penicilina y derivados naturales y químicos para tratar infecciones producidas por bacterias, a lo que llamaron medicinas antibióticas o antibióticos.

# 4

EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE 8 y 9

## **Primer año de Educación Media**

# Actividad 8.

## ¿Cómo se genera la resistencia de organismos a tratamientos antimicrobianos?

Nivel	Primer año de educación media
Objetivos de aprendizaje de las bases curriculares de Ciencias Naturales	OA2: Analizar e interpretar datos para proveer de evidencias que apoyen que la diversidad de organismos es el resultado de la evolución, considerando: evidencias de la evolución (como el registro fósil, las estructuras anatómicas homólogas, la embriología y las secuencias de ADN), los postulados de la teoría de la selección natural, los aportes de científicos como Darwin y Wallace a las teorías evolutivas.
Objetivos de aprendizaje de la actividad	i) Nombran y describen principios de resistencia antimicrobiana; ii) Explican cómo se genera la resistencia de organismos a tratamientos antimicrobianos; iii) Construyen e interpretan gráficos de dinámica poblacional de bacterias.
Preguntas que guían el proceso de aprendizaje	¿Cómo se genera la resistencia de organismos a tratamientos antimicrobianos?
Tiempo destinado a la actividad	90 minutos
Materiales	Dados de 6 caras (1 por grupo) Hojas cuadrículadas para graficar. Lápices de colores
Concepciones alternativas y creencias comunes de las y los estudiantes <sup>1</sup>	<p>Creencia de que los antibióticos pueden curar todas las enfermedades; muchos estudiantes pueden pensar que los antibióticos son la solución para todas las enfermedades, incluyendo las infecciones causadas por bacterias. Esta creencia puede llevarlos a tomar antibióticos innecesarios o a no seguir adecuadamente el tratamiento prescrito, lo que puede contribuir a la aparición de bacterias resistentes.</p> <p>Falta de comprensión del proceso de crecimiento bacteriano: Los y las estudiantes pueden tener una comprensión incompleta del proceso de crecimiento bacteriano y de cómo las bacterias se multiplican en el cuerpo. Por ejemplo, algunos pueden pensar que las bacterias siempre se multiplican a la misma velocidad o que todas las bacterias son iguales, lo que no es cierto. Una comprensión incompleta de este proceso puede dificultar la comprensión de cómo se desarrolla la resistencia antimicrobiana.</p> <p>Creer que la resistencia antimicrobiana solo se desarrolla en personas que toman antibióticos con frecuencia; pueden pensar que sólo aquellos que toman antibióticos con frecuencia desarrollan resistencia antimicrobiana. Sin embargo, la resistencia puede desarrollarse en cualquier persona que tome antibióticos, incluso si solo los toma una vez. También puede desarrollarse en personas que nunca han tomado antibióticos, debido a la exposición a bacterias resistentes en el medioambiente. Es importante que los y las estudiantes comprendan que la resistencia antimicrobiana es un problema que afecta a toda la sociedad y no sólo a aquellos que toman antibióticos con frecuencia.</p>

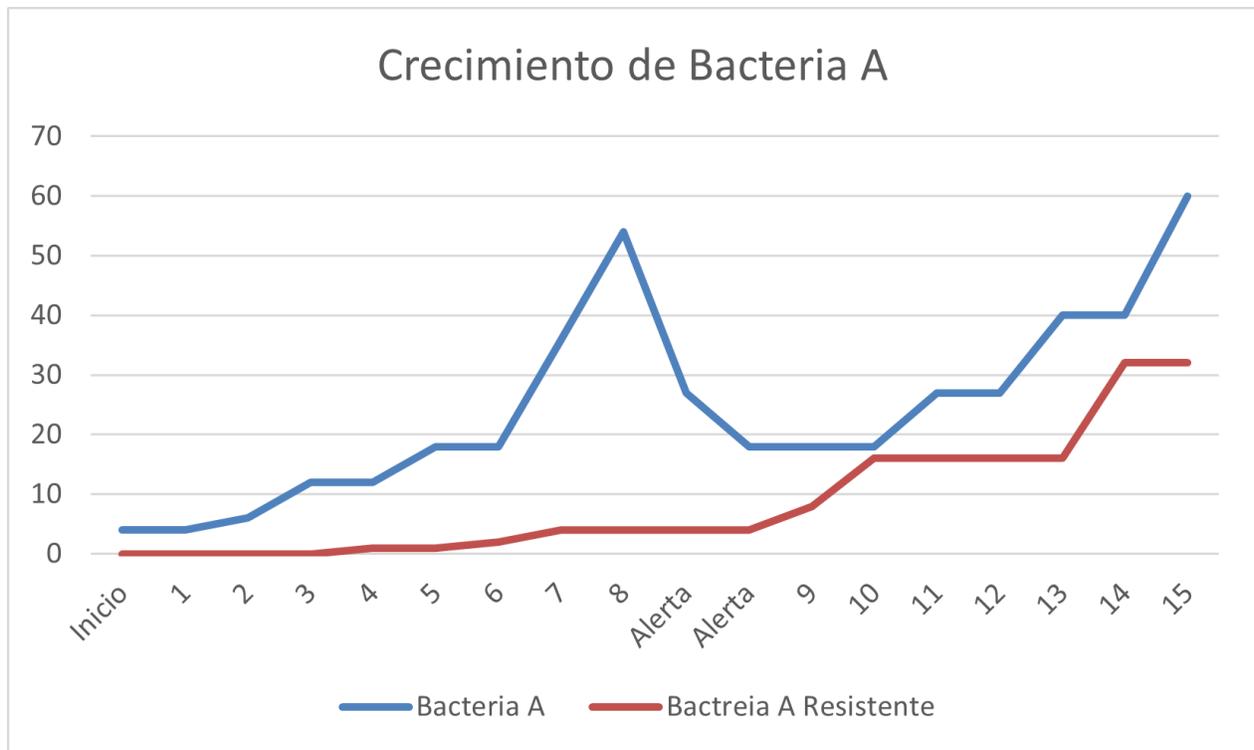
1. Organización Mundial de la Salud. (2016). Plan de acción mundial sobre la resistencia a los antimicrobianos. Organización Mundial de la Salud. <https://iris.who.int/handle/10665/255204>

Estrategias de enseñanza	<p>Trabajo grupal colaborativo: se organizan en equipos de 4 integrantes, para obtener, organizar y registrar datos.</p> <p>Discuten en grupos, alcanzando acuerdos para enfrentar una situación hipotética, basada en evidencia obtenida.</p> <p>Participación activa en plenario de discusión</p> <p>-</p>
Evaluación: evidencias de logro	<p>A través de la observación durante la sesión y el análisis de los registros de los estudiantes, evaluar en qué medida:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Participan colaborativamente en las actividades.</li> <li>- Explican con sus palabras eventuales causas y efectos de bacterias resistentes en una población.</li> <li>- Predicen cuál puede ser el crecimiento de una población de bacterias en condiciones determinadas.</li> <li>- Argumentan, utilizando las evidencias obtenidas, para dar sustento a sus ideas</li> </ul>

Acción docente	Acciones esperadas de las y los estudiantes
<p>Invite a los estudiantes a compartir sus experiencias acerca del mundo microscópico, preguntando lo que creen saber: ¿cómo creen que ocurre el crecimiento de poblaciones de bacterias en el tiempo?, ¿qué creen que puede afectar, disminuir o detener el crecimiento de bacterias?</p> <p>Anime a compartir sus ideas y reconocer aquello que creen como elementos clave del ambiente que afecta el crecimiento de bacterias.</p> <p>Invite a registrar sus ideas en sus cuadernos o bitácoras de ciencia, y a formar grupos de cuatro estudiantes.</p> <p>Invite a los grupos a responder la pregunta ¿cómo se afectará el crecimiento bacteriano si se modifica el ambiente? Podrán aproximarse a una respuesta, a través de una simulación modelada, e hipotética de un grupo de bacterias en diversas condiciones.</p> <p>Para realizar la simulación, el grupo de estudiantes deberá estar atento a las condiciones que van apareciendo, registrar y graficar el tamaño de la población de bacterias.</p> <p>Preparación:</p> <p>Cada estudiante lanzará un dado. El jugador con el valor más alto será el "jugador inicial".</p> <p>El jugador inicial lanzará un dado para determinar la densidad inicial de la población bacteriana (de 1 a 6).</p> <p>Los jugadores deben registrar la densidad poblacional inicial en la hoja de registro, y graficar el punto en una hoja cuadrículada. Pídeles que utilicen un gráfico de línea. En el eje de las ordenadas (y), indiquen los turnos de lanzamiento. En el eje de la abscisa, rotulen como "número de bacterias".</p> <p>Desarrollo:</p> <p>En cada turno, el jugador activo lanzará un dado para determinar la tasa de crecimiento de la población bacteriana.</p> <p>La tasa de crecimiento se calculará de la siguiente manera:</p> <p>Si el número del dado es 1 o 2, corresponde a la situación A (anexo), cuyo resultado es que la tasa de crecimiento es 0 (no hay crecimiento).</p> <p>Si el número del dado es 3 o 4, corresponde a la situación B (anexo), y la tasa de crecimiento es 0,5 (crecimiento moderado), agrega a los organismos existentes, la mitad de número total.</p> <p>Si el número del dado es 5, la tasa de crecimiento es 1 (crecimiento acelerado), se agregan tantos organismos como el total que a ese minuto existe, incluyendo a los "resistentes" (ver más adelante).</p> <p>Si el número del dado es 6, ocurre un evento particular en la división celular. Aparece una mutación en un organismo, que le confiere la particularidad de no verse afectado por tratamiento o sustancias antibióticas. Le llamaremos "resistente". Si ya existen resistentes, doblan su número.</p>	<p>Basados en sus experiencias y conocimientos, expresan sus ideas acerca de la forma en que creen que puede crecer una población de bacterias.</p> <p>A través de una simulación se enfrentan a graficar el crecimiento de una población de bacterias e identificar los factores que favorecen, detienen o disminuyen el tamaño poblacional.</p>

Acción docente	Acciones esperadas de las y los estudiantes
<p>La tasa de crecimiento se sumará a la densidad poblacional actual para determinar la nueva densidad poblacional, se registra el nuevo tamaño y lo agregan al gráfico como un nuevo punto, trazando una línea con el punto previo.</p> <p>Los organismos "resistentes" se registran y grafican de forma paralela al grupo "normal".</p> <p><u>Evento:</u></p> <p>Si al finalizar una ronda, (han lanzado todos los participantes) la densidad poblacional supera el valor máximo de 50 organismos, se produce una "alerta sanitaria".</p> <p>En alerta sanitaria, el grupo aplicará un tratamiento antimicrobiano para tratar el problema. Antes de comenzar la siguiente ronda, uno de los participantes lanza un dado.</p> <p>Si el dado lanzado arroja un resultado "impar", el tratamiento es poco eficiente, y se elimina un tercio (tome siempre los números enteros de división.) Si el resultado es "par", el tratamiento es efectivo y se elimina a la mitad de los organismos, y debe volver a lanzar el dado por una sola vez, aplicando los mismos criterios impar-par.</p> <p>Se restan los resultados al tamaño de la población.</p> <p>El tamaño de los resistentes no se ve afectado.</p> <p>Luego, continúa la siguiente ronda, volviendo a lanzar el dado para determinar cómo sigue creciendo la población.</p> <p>La simulación continúa hasta que las bacterias "resistentes" pasan el nivel de "alerta sanitaria".</p> <p>En el anexo a esta actividad se describe un gráfico de resultado posible y una descripción de cómo se obtuvo.</p> <p>Luego de haber realizado la simulación, pregunte a los grupos: ¿cómo es posible que aparezca un organismo resistente?, ¿qué efectos podrá tener sobre el sistema y la diversidad de organismos?</p> <p>Para finalizar, pida que imaginen un escenario sanitario en el que aparezca una bacteria resistente. ¿Qué consecuencias tendrá para la salud humana y los tratamientos con antibióticos?</p> <p>Invite a los grupos a compartir sus resultados y explicaciones con el curso. Pida que expliquen los resultados obtenidos.</p> <p>Para cerrar, pida que escriban en sus cuadernos o bitácoras de ciencia.</p> <p>¿Qué aprendí hoy? ¿Cuáles preguntas surgieron?</p>	<p>Basados en la experiencia de la simulación, extrapolan algunas de sus ideas a situaciones de la vida real, y conjeturan acerca de las consecuencias en su propia salud, inclusive.</p> <p>Sistematizan los aprendizajes logrados.</p>

## Ejemplo de resultado posible



## Ejemplo de tabla de resultados posibles

Turno	Bacteria A	Bacteria A Resistente	¿Qué salió en el dado?	¿Qué ocurre?
Inicio	4	0	4	El dado inicial indica que la población será de 4 organismos.
1	4	0	2	No cambia el número de organismos.
2	6	0	3	Se suma la mitad, es decir 2 nuevos organismos se suman a la población.
3	12	0	5	La cantidad de organismos se duplica, agregando seis nuevos organismos.
4	12	1	6	Aparece la primera bacteria resistente. No cambia el número de bacterias "normales".
5	18	1	4	Se suma la mitad, es decir 6 nuevos organismos se suman a la población.
6	18	2	6	Se duplica la cantidad de bacterias resistentes.
7	36	4	5	La cantidad de organismos se duplica, agregando 18 nuevos organismos.
8	54	4	3	Se suma la mitad, es decir 18 nuevos organismos se suman a la población. Se alcanza el nivel de "alerta sanitaria".
Alerta	27	4	2	Número par, indica tratamiento exitoso y disminuye la cantidad de organismos a la mitad.
Alerta	18	4	5	Número impar, indica que el tratamiento es menos eficiente y disminuye un tercio, es decir 9 organismos se restan a la población.
9	18	8	6	Se duplica el número de organismos resistentes.
10	18	16	6	Se duplica el número de organismos resistentes.
11	27	16	3	Se suma la mitad, es decir 9 nuevos organismos se suman a la población.
12	27	16	2	No hay cambio en tamaño de la población.
13	40	16	4	Se suma la mitad, es decir 13 nuevos organismos se suman a la población.
14	40	32	6	Se duplica el número de organismos resistentes.
15	60	32	3	Se suma la mitad, es decir 20 nuevos organismos se suman a la población. Se alcanza una nueva alerta sanitaria.

# Actividad 9.

## ¿Cómo afecta la resistencia de algunos organismos al tratamiento antimicrobiano?

Nivel	Primer año de educación media
Objetivos de aprendizaje de las bases curriculares de Ciencias Naturales	OA2: Analizar e interpretar datos para proveer de evidencias que apoyen que la diversidad de organismos es el resultado de la evolución, considerando: evidencias de la evolución (como el registro fósil, las estructuras anatómicas homólogas, la embriología y las secuencias de ADN), los postulados de la teoría de la selección natural, los aportes de científicos como Darwin y Wallace a las teorías evolutivas.
Objetivos de aprendizaje de la actividad	Aplicar principios de resistencia antimicrobiana en la resolución de un problema, con organismos y efectos reales.
Preguntas que guían el proceso de aprendizaje	¿Cómo afecta la resistencia de algunos organismos al tratamiento antimicrobiano?
Tiempo destinado a la actividad	90 minutos
Materiales	Tarjetas impresas (ver ejemplos al final de la actividad) Cronómetro
Concepciones alternativas y creencias comunes de las y los estudiantes	No estar conscientes de los riesgos asociados al uso excesivo de antibióticos. No percibir que el uso innecesario o incorrecto de estos medicamentos puede contribuir al desarrollo de resistencia antimicrobiana, lo que dificulta el tratamiento de infecciones en el futuro. <sup>1</sup>
Estrategias de enseñanza	Trabajo grupal colaborativo: se organizan en equipos de 4 integrantes. Analizan y discuten colaborativamente tarjetas de evidencia. Participación activa en plenario de discusión.
Evaluación: evidencias de logro	A través de la observación durante la sesión y el análisis de los registros de los estudiantes, evaluar en qué medida: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Participan colaborativamente en las actividades.</li> <li>- Explican con sus palabras eventuales causas y efectos de bacterias resistentes en una población.</li> <li>- Predicen cuál puede ser el crecimiento de una población de bacterias en condiciones determinadas.</li> <li>-Argumentan, utilizando las evidencias obtenidas, para dar sustento a sus ideas.</li> </ul>

1. MedlinePlus en español [Internet]. Bethesda (MD): Biblioteca Nacional de Medicina (EE. UU.). Resistencia a los antibióticos; [actualizado 22 septiembre 2022; consulta 12 julio 2023]; [aprox. 5 p.]. Disponible en: Resistencia a los antibióticos: MedlinePlus enciclopedia médica

Acción docente	Acciones esperadas de las y los estudiantes
<p>Invite al curso a compartir sus aprendizajes e ideas acerca de la siguiente pregunta: ¿qué consecuencias creen que tendría para la salud humana el contacto e infección con microorganismos resistentes a los tratamientos conocidos?</p> <p>Invite a registrar sus ideas en sus cuadernos o bitácoras de ciencia, y a formar grupos de cuatro integrantes para realizar la actividad siguiente.</p> <p>Pida a los grupos que respondan la pregunta ¿qué creen que ocurre cuando una bacteria no responde a los tratamientos? A través de un juego simple, basado en roles y escenarios hipotéticos. Cada grupo seguirá las siguientes instrucciones. Presente el desafío que abordarán con el siguiente texto (puede entregarle a cada grupo una copia o leerlo para todos).</p> <p>“Los antibióticos son medicamentos que matan a las bacterias. Sin embargo, algunos tipos de bacterias pueden volverse resistentes a los antibióticos y, por lo tanto, se tornan más difíciles de tratar. Esto puede afectar a la salud humana”.</p> <p>A continuación, invite a los grupos a discutir acerca de la combinación de sustancia y bacteria que creen que sería la más efectiva, para enfrentar una infección con cada una de las bacterias. Deben trabajar juntos para encontrar la combinación más eficiente de antibiótico y bacteria, antes de que se acabe el tiempo. Para ello, pídale que revisen las tarjetas que acompañan la actividad, y que contienen la información que deberán considerar para tomar decisiones.</p> <p>Una vez que se complete el emparejamiento de bacteria y antibióticos, pida que compartan sus respuestas con los otros grupos. Discuta acerca de las diferentes combinaciones que crearon y cómo se relacionan con la resistencia antimicrobiana.</p> <p>Pida que compartan sus ideas acerca de ¿qué consecuencia tendría para la salud humana si no se abordara el problema de la resistencia antimicrobiana?</p> <p>Para finalizar la actividad, pida que reflexionen sobre lo que aprendieron y cómo piensan que podrían ayudar a abordar el problema de la resistencia antimicrobiana en su propia vida.</p> <p>Para cerrar, pida que escriban en sus cuadernos o bitácoras de ciencia ¿qué aprendí hoy?, y respondan ¿cuál va a ser mi conducta ante el consumo de antibióticos?, ¿con quiénes y por qué compartiría lo que he aprendido?</p>	<p>Basados en sus experiencias y aprendizajes previos, expresan sus ideas acerca de los desafíos, riesgos o amenazas que creen que representa para la salud humana, la convivencia con microorganismos.</p> <p>A través de una experiencia lúdica, relacionan las consecuencias o resultados de enfrentar a un organismo con una sustancia determinada.</p> <p>Identifican paulatinamente la capacidad antibiótica de algunas sustancias, y las respuestas esperadas en algunos microorganismos.</p> <p>Registran sus ideas y las comparten con sus pares. Consideran las ideas de otros para aplicar lo discutido, en situaciones de la vida cotidiana.</p>

Tarjetas para utilizar en la actividad.

**Tarjeta de bacteria 1:**

Nombre: Staphylococcus aureus

Descripción: Esta bacteria puede causar infecciones en la piel, huesos y órganos internos. Algunas cepas de esta bacteria son resistentes a la meticilina.

Nivel de resistencia: resistente a la meticilina (MRSA en inglés, SARM en español).

**Tarjeta de bacteria 2:**

Nombre: Escherichia coli (E. coli)

Descripción: Esta bacteria normalmente vive en el intestino humano, pero ciertas cepas pueden causar enfermedades, incluyendo diarrea e infecciones del tracto urinario.

Nivel de resistencia: sensible a la ampicilina.

**Tarjeta de bacteria 3:**

Nombre: Klebsiella pneumoniae

Descripción: Esta bacteria puede causar neumonía, infecciones del tracto urinario y sepsis. Algunas cepas de esta bacteria son resistentes a múltiples antibióticos, incluyendo las carbapenemas.

Nivel de resistencia: resistente a las carbapenemas.

**Tarjeta de bacteria 4:**

Nombre: Acinetobacter baumannii

Descripción: Esta bacteria puede causar infecciones graves en pacientes hospitalizados, especialmente en pacientes con sistemas inmunológicos debilitados. Algunas cepas de esta bacteria son resistentes a muchos tipos de antibióticos.

Nivel de resistencia: multiresistente.

**Tarjeta de bacteria 5:**

Nombre: Streptococcus pneumoniae

Descripción: Esta bacteria puede causar neumonía, otitis media y meningitis.

Nivel de resistencia: sensible a la penicilina.

**Tarjeta de bacteria 6:**

Nombre: Enterococcus faecalis

Descripción: Esta bacteria normalmente vive en el intestino humano, pero puede causar infecciones del tracto urinario, infecciones de heridas y endocarditis.

Nivel de resistencia: resistente a la vancomicina.

**Tarjeta de antibiótico 1:**

Nombre: Amoxicilina

Función: Este antibiótico pertenece al grupo de las penicilinas y puede matar a muchas cepas de bacterias al debilitar su pared celular.

Bacterias que puede matar: algunas cepas de E. coli, pero no a las resistentes a la ampicilina.

**Tarjeta de antibiótico 2:**

Nombre: Ciprofloxacino

Función: Este antibiótico es parte de la familia de las quinolonas y actúa inhibiendo la síntesis del ADN de las bacterias.

Bacterias que puede matar: Puede matar a algunas cepas de S. aureus, pero no a las resistentes a la meticilina (MRSA).

**Tarjeta de antibiótico 3:**

Nombre: Azitromicina

Función: Este antibiótico pertenece al grupo de los macrólidos y actúa inhibiendo la síntesis de proteínas en las bacterias.

Bacterias que puede matar: Puede matar a algunas cepas de S. pneumoniae, pero no a las resistentes a la penicilina.

---

**Tarjeta de antibiótico 4:**

Nombre: Meropenem

Función: Este antibiótico pertenece al grupo de las carbapenemas y actúa matando a las bacterias al debilitar su pared celular.

Bacterias que puede matar: Puede matar a algunas cepas de *K. pneumoniae*, pero no a las resistentes a las carbapenemas.

**Tarjeta de antibiótico 5:**

Nombre: Vancomicina

Función: Este antibiótico actúa matando a las bacterias al interferir con su pared celular

Bacterias que puede matar: Puede matar a algunas cepas de *E. faecalis*, pero no a las resistentes a la vancomicina.

**Tarjeta de antibiótico 6:**

Nombre: Tigeciclina

Función: Este antibiótico pertenece al grupo de las gliciliclinas y actúa inhibiendo la síntesis de proteínas en las bacterias.

Bacterias que puede matar: Puede matar a algunas cepas de *A. baumannii*, pero no a las multirresistentes.

# Anexo

Actividades para estudiantes

**Resistencia antimicrobiana  
¿Amigos o enemigos?**

**Conociendo acerca de nuestra  
relación con los microorganismos.**

# 5

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE 1, 2 y 3

## Tercero Básico

# Actividad 1

## “Nuestros” pequeños acompañantes

Existe un conjunto de organismos tan pequeños, que no logramos verlos con nuestros ojos sin la ayuda de algún instrumento. Uno de ellos son las bacterias. Te animamos a compartir aquello que sabes o has escuchado acerca de estos seres

¿Qué sabes o has escuchado acerca de las bacterias?

¿Cómo crees que son las bacterias? ¿Dónde y cómo crees que vivirán?

Dibuja tus ideas

## Actividad 2

# ¿Cómo se descomponen los alimentos?

Piensa en los alimentos que consumes, ¿cómo cambian si esperamos tiempo suficiente?

Observa cuatro frutas o verduras distintas y descríbelas.

A continuación, piensa junto a tu grupo ¿qué ocurrirá con el alimento luego de una semana?, ¿qué ocurrirá con su color, forma o textura?

Si crees que cambia, ¿por qué crees que se produce ese cambio?

Registra tus ideas en la siguiente tabla:

Bolsa con alimento	¿Cómo está el alimento?	¿Qué esperamos que cambie en una semana?	¿A qué se deberán los cambios
1			
2			
3			
4			

A continuación, harán la experiencia de dejar al alimento por una semana, y observar los cambios que realmente ocurren en el tiempo. Para ello seguirán el siguiente procedimiento:

- I. Pon en cada bolsa con cierre hermético un tipo de alimento. Escribe con un plumón el nombre del alimento correspondiente a cada bolsa.
- II. Pon la misma cantidad de bolsas, con los mismos alimentos, pero rociados con desinfectante antes de cerrar las bolsas. Escribe los nombres del alimento e identifica que están con desinfectante.
- III. Pon las bolsas con alimentos en un lugar seguro por una semana. Luego observarás si ha ocurrido algún cambio.

¿Crees que habrá alguna diferencia entre las bosas con y sin desinfectante?

Luego de una semana, observa y registra lo que ha ocurrido en cada bolsa con alimento.

Bolsa con alimento	¿Cómo ha cambiado el alimento?	¿A qué se deberán los cambios
1		
1 + desinfectante		
2		
2 + desinfectante		
3		
3 + desinfectante		
4		
4 + desinfectante		

Discute con tu grupo, y respondan las siguientes preguntas con los resultados obtenidos.

¿Por qué creen que el resultado de la bolsa "fruta" es distinto a la "fruta + desinfectante"?

¿Qué rol estarán cumpliendo los microorganismos en la descomposición de la fruta?

## Actividad 3

# ¿Cómo se ha ido comprendiendo el mundo vivo que no podemos ver?

Participa junto a tu grupo en el juego de “línea de tiempo de ciencia”. Podrás reconocer algunos avances desde que se conocieron a las bacterias y sus efectos, hasta el día de hoy.

Pongan mucha atención en lo que dicen las tarjetas y léanlas cuidadosamente.

Una vez finalizada la línea de tiempo, respondan en conjunto:

¿Cómo creen que sería nuestra vida, y nuestras enfermedades si no se hubiesen hecho estos descubrimientos?

¿Cuál de los investigadores o de los descubrimientos escogerías para contarle a alguien de tu familia?, ¿qué les dirías?

# 6

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE 5

**Quinto básico**

## Actividad 5

# ¿Cómo se ha llegado a saber lo que ahora conocemos de los microorganismos?

Piensa en ese “mundo” de microorganismos que, al ser tan pequeños, parecen invisibles, y responde:

¿Qué sabes acerca de este “mundo invisible” formado por microorganismos?

Prepárate a compartir con tu curso, aportando algo que no se ha sido dicho previamente.

Junto a tu grupo, respondan:

¿Cómo creen que se ha llegado a saber lo que ahora conocemos acerca de los microorganismos?

A continuación, junto a tu grupo lean uno de los siguientes relatos y registren aquellas ideas que les parece que son muy importantes para ir comprendiendo la historia.

Compartirán lo que han comprendido de la historia de una forma especial: harán una representación del relato y sus principales ideas y personajes.

¿Qué ideas nos parecen especialmente importantes para compartir en la representación?

## Relatos históricos

### Los descubrimientos del doctor Koch

Imaginemos que después de un viaje en una máquina del tiempo desembarcásemos en Alemania, en el año 1882. Si así fuese, podríamos conocer al biólogo, nórdico, Robert Koch, quien, en su laboratorio lograba descubrir las bacterias que provocaban la tuberculosis. Este avance permitió, además, saber que muchas enfermedades conocidas eran provocadas, también por microorganismos y que cada tipo producía una enfermedad distinta.

El doctor Koch trabajaba con pacientes enfermos de tuberculosis, una enfermedad que provoca entre otros malestares una tos muy persistente. El doctor Koch, preocupado por encontrar una cura a la enfermedad, se dio a la tarea de buscar en los pulmones de sus pacientes enfermos una pista que le indicara la causa de la enfermedad. Con ayuda del microscopio, el doctor Koch pudo ver que, dentro de los pulmones de las personas con tuberculosis, existían pequeños organismos con forma de bastoncitos que hoy conocemos como bacterias.

Hasta ese momento, las bacterias causantes de esta enfermedad sólo se habían encontrado en los pulmones de personas enfermas, sin embargo, el doctor Koch logró que estas bacterias se desarrollaran en su laboratorio, fuera de los pulmones humanos, pero utilizando una especie de gelatina con nutrientes para estas bacterias. Una vez que tenía a las bacterias creciendo, tomó un grupo de ellas y las inyectó en conejillos de indias. Estos animalitos enfermaban de tuberculosis al poco tiempo de haber sido inyectadas, lo mismo que aquellos pacientes que habían adquirido la bacteria por otros medios y ahora la tenían dentro de sus pulmones. El doctor Koch planteó, a partir de los resultados de sus experimentos, una premisa: "Si el microorganismo puede encontrarse y con él infectar a un animal, entonces es causante de la enfermedad". Con esto él quería decir que si alguien se encuentra enfermo a causa de una bacteria u otro microbio, entonces debe ser posible obtener dicho microorganismo en el laboratorio y con él infectar a un animal de laboratorio, como en el caso de los conejillos de indias. Por lo tanto, "es posible encontrar dentro de estos animales el mismo microorganismo que se inyectó", esta afirmación también es una de las cuatro reglas del doctor Koch.

Otro de los postulados, según el doctor Koch, es: "Todo individuo que padezca la misma enfermedad debe tener en su cuerpo un mismo tipo de microorganismo.

Finalmente, dado que su experimento fue exitoso, el doctor Koch dictó una regla más: "Todo microorganismo que cause una enfermedad debe obtenerse en el laboratorio". Sin embargo, en la actualidad sabemos que esto no es siempre posible, además lo que el doctor Koch desconocía, es que también los virus pueden causar enfermedades y no cumplen con las cuatro reglas que él propuso.

### Para ir más allá...

Después de haber leído el relato, conversen en torno a las siguientes preguntas:

¿Cuáles consideran ustedes que eran las cualidades del doctor Robert Koch que contribuyeron al desarrollo del conocimiento científico? ¿Cuáles son sus argumentos?

Si tuvieran que relatar la historia de Robert Koch, ¿cómo lo harían?

¿Cuáles ideas consideran que debieran estar presentes en su relato? ¿Por qué?

Se dice que los avances de la ciencia y de la tecnología "van de la mano". ¿Están de acuerdo? ¿Qué les hace pensar eso?

Organícense para relatar esta historia de la ciencia a través de una representación.

Preparen un pequeño libreto, distribuyan roles y responsabilidades.

Elijan un título para su representación.

## Antonie van Leeuwenhoek: Un científico-inventor<sup>1</sup>

Imaginemos que nos subimos a una máquina del tiempo y que, al bajarnos, vivimos en el año 1648, ¿qué veríamos? Imaginaremos, además, que, por esas cosas de la vida, estamos en Europa, más precisamente en Holanda, en una ciudad de pequeñas calles y amplios canales, en la ciudad de Delft. Allí nació Antonie van Leeuwenhoek, en 1632.

Si estuviésemos en Holanda, en 1648, podríamos conocer al joven Leeuwenhoek, quien recién habría egresado del colegio y estaría ante el dilema de elegir carrera.

En aquellos tiempos, hace más de 250 años, si un muchacho convaleciente de paperas preguntaba a su padre cuál era la causa de este mal, no cabe duda de que el padre le contestaba: «El enfermo está poseído por el espíritu maligno de las paperas». Eso se pensaba.

A los 21 años, Leeuwenhoek se casó y abrió una tienda de telas. Seguramente fue en ese período cuando le nombraron conserje del Ayuntamiento de Delft y le vino la extraña afición de tallar lentes. Había oído decir que, fabricando lentes de un trozo de cristal transparente, se podían ver con ellas las cosas de mucho mayor tamaño que lo que aparecen a simple vista.

¡Qué divertido sería ver las cosas aumentadas a través de una lente! En ese momento decidió construir él mismo los lentes.

Leeuwenhoek se dedicó a examinar con sus lentes cuanto caía en sus manos. Analizó las fibras musculares de una ballena y las escamas de su propia piel, en la carnicería consiguió ojos de buey y se quedó maravillado de la estructura del cristalino. Pasó horas enteras observando la lana de ovejas y los pelos de castor y liebre, cuyos finos filamentos se transformaban, bajo su pedacito de cristal, en gruesos troncos.

Durante veinte años, trabajó en completo aislamiento. En aquel tiempo, la segunda mitad del siglo XVII, surgían nuevos movimientos en todo el mundo. En Inglaterra, Francia e Italia, hombres singulares comenzaban a dudar de aquello que hasta entonces era considerado como verdad. «Ya no nos callamos porque Aristóteles afirme tal cosa o el Papa tal otra», decían estos rebeldes. «Sólo nos fiaremos de nuestras propias observaciones mil veces repetidas, y de los pesos exactos de nuestras balanzas. Únicamente nos atenderemos al resultado de nuestros experimentos, y nada más».

Entretanto, Leeuwenhoek decía: «La gente que por primera vez mira por un microscopio dice: «Ahora veo una cosa, luego me parece diferente». Es que el observador más hábil puede equivocarse. En estas observaciones he empleado más tiempo del que muchos creerían; pero las realicé con sumo gusto, haciendo caso omiso de quienes me preguntaban que para qué me tomaba tanto trabajo y con qué finalidad. Pero yo no escribo para estas gentes, sino para los filósofos».

Pero esta aparente manía, le sirvió como preparación para aquel día fortuito en que, a través de su lente de juguete, observó una pequeña gota de agua clara de lluvia. Lo que vio aquel día, es el comienzo de esta historia. Leeuwenhoek era un observador maniático, pero ¿a quién, sino a un hombre tan singular se le habría ocurrido observar algo tan poco interesante: una de las millones de gotas de agua que caen del cielo? Ahora, nuestro distraído hombre, con ojos dilatados, rompe el tubo en pedacitos, sale al jardín y se inclina sobre una vasija de barro que hay allí para medir la cantidad de lluvia caída. Regresa al laboratorio, coloca el tubito de cristal en la aguja del microscopio... De pronto se oye la agitada voz de Leeuwenhoek: ¡En el agua de lluvia hay unos bichitos! ¡Nadan! ¡Dan vueltas! ¡Son mil veces más pequeños que cualquiera de los bichos que podemos ver a simple vista! ¡Mira lo que he descubierto!

Impresionado, empezó a dibujar en su libreta de anotaciones científicas todo aquello que veía ante sus ojos; incluso describió la forma en que aquellos animaculos (así les llamó), de un mundo diferente al suyo, se movían de un lado a otro.

1. Adaptado de De Kruif, Paul (1960) Cazadores de microbios. Aguilar Escalante, Froilán, Un mundo diferente: microbiología para niños.

[https://www.researchgate.net/publication/264384138\\_Un\\_Mundo\\_Diferente\\_Microbiologia\\_Interactiva\\_para\\_Ninos](https://www.researchgate.net/publication/264384138_Un_Mundo_Diferente_Microbiologia_Interactiva_para_Ninos)

### **Para ir más allá...**

Después de haber leído el relato, conversen en torno a las siguientes preguntas:

Si pensamos, Antonie van Leeuwenhoek no era un científico. Sin embargo, logró contribuir al desarrollo del conocimiento científico. ¿Cómo lo explican?

Si tuvieran que relatar la historia de Antonie van Leeuwenhoek, ¿cómo lo harían?

¿Cuáles ideas consideran que debieran estar presentes en su relato? ¿Por qué?

Se dice que los avances de la ciencia y de la tecnología "van de la mano". ¿Están de acuerdo? ¿Qué les hace pensar eso?

Organícense para relatar esta historia de la ciencia a través de una representación.

Preparen un pequeño libreto; distribuyan roles y responsabilidades.

Elijan un título para su representación.

## Los hongos y los antibióticos<sup>1</sup>

Hace unos años, en 1939 se desató en Europa una enorme batalla – la Segunda Guerra Mundial- entre algunos países del mundo, sobre todo aquellos que eran en aquel entonces los países más poderosos.

Mientras tanto, los científicos que se preocupaban por las enfermedades como Edward Jenner en su tiempo o el doctor Koch y años más tarde como los científicos Sabin y Salk, se enfocaron en buscar una cura a tantas y tantas enfermedades que provocaban muchas muertes.

Varios años antes, en 1928, el científico escocés Alexander Flemming mientras trabajaba en su laboratorio se dio cuenta de que había un pequeño hongo que impedía que crecieran bacterias a su alrededor. En ese entonces Flemming no le dio importancia al suceso. No sabía de dónde habían llegado esos hongos, pues él no cultivaba este tipo de microorganismos; nosotros ahora sabemos que venían de un laboratorio vecino donde otro científico trabajaba con muchos hongos. Este hongo en particular llamado *Penicillium notatum* había viajado por el aire y se había instalado en el laboratorio del científico Alexander Flemming.

La historia de los hongos en la medicina no era una idea nueva, ya hacía tiempo que se realizaban observaciones, como el caso del doctor Robert Koch y sus conejillos de indias que demostró que las enfermedades eran causadas por organismos microscópicos. El desarrollo de productos benéficos a partir de microbios no sólo se basó en lo que decía el doctor Robert Koch, sino también en las ideas propuestas por el afamado profesor Louis Pasteur.

El secreto de cómo el hongo podía eliminar a las bacterias agresoras se descubrió años más tarde. El pequeño y valioso hongo cuando crece produce una pequeña partícula de color amarillo llamada "penicilina" que se utiliza hoy a nivel mundial como uno de los antibióticos más famosos y útiles. Esta pequeña partícula es tan pequeñita que no se puede ver a simple vista es más pequeña que las bacterias y estas se alimentan de ella cuando la encuentran en su entorno, aunque sólo es tóxica para algunas bacterias, no para todas, Las bacterias que se alimentan de penicilina mueren al instante y así es como se combate su efecto dañino.

La primera forma de penicilina que se descubrió era excelente medicamento para muchas enfermedades. Sin embargo, dado que esta primera forma se destruía al pasar por el ácido que contiene nuestro estómago, era necesario que se introdujera al cuerpo por otras vías, como las venas o los músculos. Así pues, las primeras formas de penicilina y muchas de sus formas actuales se introducen al cuerpo por medio de inyecciones que permiten que esta sustancia viaje por la sangre y llegue a distintas partes del cuerpo. Actualmente gracias a los esfuerzos de muchos hombres y mujeres, podemos encontrar una excelente opción a estas penicilinas inyectables. Esta nueva forma se llama amoxicilina, tiene la misma capacidad que la penicilina más conocida, pero resiste el ataque del ácido estomacal.

Después de un buen tiempo, la penicilina dejó de tener el efecto del pasado. Poco a poco, las bacterias se habían hecho resistentes a ella. Por eso, las científicas y científicos tienen que trabajar mucho más para desarrollar sustancias más poderosas contra las mismas bacterias.

Después de seis años de guerra mundial, finalmente, esta llegaba a su término en 1945.

1. Adaptado de De Kruif, Paul (1960) Cazadores de microbios. Aguilar Escalante, Froilán, Un mundo diferente: microbiología para niños. [https://www.researchgate.net/publication/264384138\\_Un\\_Mundo\\_Diferente\\_Microbiologia\\_Interactiva\\_para\\_Ninos](https://www.researchgate.net/publication/264384138_Un_Mundo_Diferente_Microbiologia_Interactiva_para_Ninos).

### **Para ir más allá...**

Después de haber leído el relato, conversen en torno a las siguientes preguntas:

¿Cuáles consideran ustedes que eran las cualidades de los científicos mencionados y cómo contribuyeron al desarrollo del conocimiento científico? ¿Cuáles son sus argumentos?

Si tuvieran que relatar la historia de la creación de los antibióticos, ¿cómo lo harían?

¿Cuáles ideas consideran que debieran estar presentes en su relato? ¿Por qué?

Se dice que los avances de la ciencia y de la tecnología “van de la mano”. ¿Están de acuerdo? ¿Qué les hace pensar eso?

Organícense para relatar esta historia de la ciencia a través de una representación.

Preparen un pequeño libreto; distribuyan roles y responsabilidades.

Elijan un título para su representación.

## Louis Pasteur: ¿Son los microorganismos una amenaza?<sup>1</sup>

Imaginemos que vivimos en 1831: las locomotoras siembran el pánico entre los caballos de Europa y de América; poco después sería inventado el telégrafo. En Chile, Joaquín Prieto era elegido presidente.

Cierto día de octubre de 1831, un niño de nueve años se apartaba, horrorizado, del gentío frente a la puerta de la herrería de un pequeño pueblo situado entre las montañas del este de Francia. ¿Qué ocurría? Un labrador del pueblo había sido mordido por un lobo rabioso. Como una forma de detener la enfermedad que la mordedura produciría, quemaban con hierro calentado al rojo la herida en la pierna. No tenían otra alternativa. El niño que corría espantado era Louis Pasteur.

En el transcurso de varias semanas, ocho víctimas más del lobo rabioso murieron por la enfermedad llamada hidrofobia. Esta vivencia quedó grabada en la memoria de Louis Pasteur.

- ¿Qué es lo que vuelve rabiosos a los lobos y a los perros, padre? ¿Por qué mueren las personas cuando son mordidas por perros rabiosos? -preguntaba Louis.

Su padre, un viejo sargento de los ejércitos de Napoleón, había visto caer a diez mil hombres víctimas de las balas, pero no tenía la menor idea de cómo las enfermedades matan a la gente.

- Tal vez un demonio entra en el lobo, y si la voluntad de Dios lo quiere, muere sin remedio -fuera, quizás, la respuesta del piadoso padre.

Respuesta tan buena como cualquier otra que el hombre más sabio o el médico más renombrado le hubieran podido dar: en 1831 nadie conocía la causa de la muerte de las personas mordidas por perros rabiosos, pues el origen de todas las enfermedades era un misterio.

Probablemente, el recuerdo de este terrible suceso lo inquietó durante mucho tiempo y quizás influyó en su trabajo tiempo después.

Pasteur crecía, seguía dedicado a sus libros durante su estancia en un modesto colegio. Era el alumno más joven del colegio, pero quería ser monitor; tenía una ambición decidida por enseñar a los demás chicos y en especial a tener autoridad sobre ellos. Llegó a ser monitor y, antes de cumplir los veinte años, fue una especie de profesor ayudante en un colegio, donde trabajó con entusiasmo e insistió en que todo el mundo trabajase con la misma intensidad que él.

Durante varios años se dedicó a la química, específicamente a estudiar cristales. En esos tiempos la gente se había olvidado de los descubrimientos acerca de los organismos que solo podían verse al microscopio. Ya no sólo se vendían lentes de aumento en un puesto del mercado, ahora todo se hacía en enormes fábricas. Uno de los productos que se fabricaban era el alcohol, el mismo que usan hoy los médicos y los padres en casa para desinfectar heridas pequeñas. La producción de este alcohol pasó de ser artesanal – hecho en casa– a ser un producto elaborado en grandes fábricas.

Un día, un fabricante de alcohol tenía un problema: en vez de ser un líquido transparente como el que nosotros conocemos, el alcohol se veía gris y muy espeso – como si fuera una miel de color gris – además de tener un olor bastante ácido; en vez del olor refrescante del alcohol, se percibía como si fuera vinagre. Desesperado por encontrar una solución a este grave problema, fue a visitar al profesor de química de su hijo, el profesor Louis Pasteur.

1. Adaptado de De Kruif, Paul (1960) Cazadores de microbios. Aguilar Escalante, Froilán, Un mundo diferente: microbiología para niños. [https://www.researchgate.net/publication/264384138\\_Un\\_Mundo\\_Diferente\\_Microbiologia\\_Interactiva\\_para\\_Ninos](https://www.researchgate.net/publication/264384138_Un_Mundo_Diferente_Microbiologia_Interactiva_para_Ninos)

Mientras conversaban, el fabricante le pidió al profesor Pasteur ayuda para resolver el misterio de los barriles de alcohol que preparaba en su fábrica a partir de remolacha –la remolacha es una raíz muy parecida a la betarraga–. Le contó lo que sucedía cuando fabricaba el alcohol: unas veces se producía un alcohol de dulce aroma y otras veces obtenía una miel gris de aroma ácido; las causas eran todo un misterio para él y en ese momento, también para el profesor Pasteur. ¿Cómo podría explicarse lo que ocurría en la fábrica de alcohol?

Louis Pasteur tomó pequeñas muestras de cada uno de los barriles, algunos barriles con el líquido misterioso y otros con alcohol transparente y los observó utilizando su microscopio.

En aquellas gotas de líquido transparente pudo observar pequeñas esferas amarillas que formaban pequeños racimos como de uvas y que de cada pequeña esfera amarilla salían pequeñas bolas de su parte lateral, conocidas como levaduras (son iguales a las que usan para hacer pan).

Después, Pasteur investigó el líquido misterioso, en él no encontró levaduras, pero sí encontró pequeños palitos de color gris, había millones de ellos, se movían igual que lo hacían aquellos animáculos que había descrito Leeuwenhoek. En realidad, lo que Pasteur estaba viendo era algo que nosotros ya conocemos y se llaman bacterias. En este caso en particular, estos bastoncitos o palitos, tenían la habilidad de “comer” azúcar más rápido que las levaduras, por tanto, habitaban el recipiente en mayor número.

Una vez descubiertas las bacterias en el barril con la sustancia viscosa, Pasteur tomó una pequeña muestra de estas bacterias y las colocó junto con las levaduras en el mismo barril. Esto ayudaría al señor Pasteur a descubrir el misterio de las levaduras y los barriles de alcohol.

Lo que observó Pasteur, fue que las bacterias atacaron a las levaduras dejándolas enfermas. Con esta observación, Pasteur pudo ayudar a otros productores de vino a evitar que el jugo de la uva, que contiene azúcar, se transformara en una sustancia viscosa.

### **Para ir más allá...**

Después de haber leído el relato, conversen en torno a las siguientes preguntas:

¿Cuáles consideran ustedes que eran las cualidades de los científicos mencionados y cómo contribuyeron al desarrollo del conocimiento científico? ¿Cuáles son sus argumentos?

Si tuvieran que relatar la historia de la creación de los antibióticos, ¿cómo lo harían?

¿Cuáles ideas consideran que debieran estar presentes en su relato? ¿Por qué?

Se dice que los avances de la ciencia y de la tecnología "van de la mano". ¿Están de acuerdo? ¿Qué les hace pensar eso?

Organícense para relatar esta historia de la ciencia a través de una representación.

Preparen un pequeño libreto; distribuyan roles y responsabilidades.

Elijan un título para su representación.

# 7

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE 6 y 7

## Séptimo Básico

## Actividad 6

# ¿Cómo se evidencia la acción de compuestos que impiden el crecimiento de microorganismos?

A lo largo de la historia humana se han utilizado microorganismos en la producción de alimentos. Algunos de ellos se utilizan hasta el día de hoy, y pueden ser parte habitual de nuestra dieta.

¿Cómo la acción de microorganismos puede favorecer la producción de algunos alimentos? ¿Cuáles alimentos conoces?

El crecimiento de microorganismos en la producción y elaboración de alimentos es muy importante. No basta con su sola presencia.

¿Cómo creen que se puede facilitar o frenar el crecimiento de los organismos pequeños utilizados en la producción de alimentos?

¿Cómo podrá ponerse en evidencia la acción de compuestos que impiden el crecimiento de microorganismos?

Para someter a prueba las condiciones en la que se desarrolla el crecimiento de microorganismos, les invitamos a seguir el procedimiento propuesto a continuación. Este, es un conjunto de acciones que lleva a la elaboración de "masa madre", un producto utilizado en la elaboración de pan.

Procedimiento:

1. Prepare dos frascos de vidrio con tapa hermética (o bolsas de cierre hermético). En cada frasco, agregue 50 gramos de harina, y 50 ml de agua sin cloro. Mezcle bien con una cuchara de madera.
2. Tape los frascos y déjelos reposar a temperatura ambiente durante 24 horas.
3. Después de 24 horas, agregue un alimento nuevo a uno de los frascos (por ejemplo, un diente de ajo picado o una cucharadita de vinagre). No agregue nada al otro frasco. Rotule cada uno, para identificarlos adecuadamente más adelante.
4. Mezcle bien la masa madre en cada frasco con la cuchara de madera y tape los frascos. Déjelos reposar a temperatura ambiente durante otras 24 horas.
5. Después de 24 horas, observe el aspecto y el aroma de cada masa madre. Tome nota de cualquier diferencia que identifique, y registre en el cuaderno o bitácora de ciencias.
6. Utilice la balanza, para determinar la masa de cada masa madre. Registre los datos. También tome nota de cualquier otra observación (por ejemplo, si la masa madre con el alimento parece más líquida o tiene burbujas más pequeñas que la otra, etc.).
7. Alimente cada masa madre con 50 gramos de harina y 50 ml de agua sin cloro, y vuelva a tapar los frascos. Déjelos reposar a temperatura ambiente durante otras 24 horas.
8. Después de 24 horas, repita los pasos 5 a 7.

Continúe alimentando y observando las dos masas madre durante varios días, registrando cualquier diferencia que observe en su aspecto, aroma o crecimiento

Una vez que han evidenciado cambios en la “masa madre”, respondan las siguientes preguntas.

¿Qué permite que la masa madre crezca en volumen, cambie de aroma y apariencia?, ¿qué evidencia les permite asegurar lo que proponen?

¿Qué ocurre cuando agregan un alimento como ajo, cebolla o sal?

Compartan sus ideas y resultados con sus pares y, utilizando la experiencia de otros grupos, reflexionen y respondan las siguientes preguntas:

¿Cómo explican las diferencias en el crecimiento de la masa cuando agregan un alimento como ajo, cebolla o sal?

¿Cómo explican las diferencias entre los grupos, a pesar de haber seguido el mismo procedimiento?

## Actividad 7

# ¿Cómo se tratan las enfermedades bacterianas?

En la historia humana la convivencia con bacterias ha tenido, en ocasiones, consecuencias para la salud de diversa intensidad.

¿Cómo creen que se tratan las infecciones producidas por bacterias?

¿Cómo habrá sido ese tratamiento hace mucho tiempo?

Junto a tu grupo, asuman el rol de “historiadores” que utilizando datos contenidos en el texto *Historia de una casualidad*, abordan el siguiente desafío.

*El desarrollo de procedimientos y medicinas para el tratamiento de infecciones bacterianas no debe haber sido tal como lo conocemos hoy. Junto a tu grupo imagina ¿cómo habrá sido el tratamiento de estas enfermedades en la antigüedad?, ¿cómo se habrá descubierto que esas infecciones eran originadas por bacterias?, ¿cómo se habrá descubierto un tratamiento?*

*Junto a tu grupo, imaginen que pudiesen viajar en el tiempo y creen un relato que describa los hitos más importantes de ese viaje y las contribuciones que distintos investigadores han realizado.*

Para finalizar, elaboren una secuencia gráfica que responda a las preguntas plantadas por el desafío.

## Antecedentes

### Historia de una “casualidad”

Las bacterias son microorganismos posibles de encontrar en muchísimos lugares; incluso aquellos que creemos más limpios, contienen bacterias. Son parte importante de los ecosistemas, y su presencia en los sistemas naturales es clave para que se lleven a cabo los ciclos de la naturaleza, como el nitrógeno en el suelo, por ejemplo. Estos organismos pequeñísimos son, a la vez, fuente de enfermedades que alguna vez fueron difíciles de tratar, incluso, algunas de ellas siguen siéndolo.

Fue recién en la mitad del siglo XIX que algunos científicos reconocieron la presencia de pequeñísimos organismos, hasta ese momento desconocidos, presentes en alimentos, superficies e incluso nuestro propio cuerpo. Fue a través del estudio de tejidos en descomposición que Louis Pasteur logró reconocer la acción de bacterias y hongos que degradaban frutas y carnes, reproduciéndose con gran rapidez. A partir de esos hallazgos, lo siguiente fue asociarlo a dos eventos muy comunes en la sociedad de la época: enfermedades y alimentación. Claro, porque Pasteur orientó su curiosidad a la solución de problemas comunes y cotidianos. Su trabajo sentó bases importantes para lo que luego sería el uso de bacterias y levaduras en la fermentación de alimentos de forma segura, por ejemplo, en la industria de la leche, panadería, carnes y otros.

En décadas posteriores otros investigadores aplicaron el saber acumulado acerca de bacterias y hongos a la medicina. Sin aún encontrar una cura definitiva, fue posible asociar enfermedades a la presencia y crecimiento de ciertos tipos de bacterias y hongos. Joseph Lister, a fines del siglo XIX, un investigador en enfermedades producidas por bacterias aplicó lo avanzado por otros en el desarrollo de una técnica que salvaría vidas. Por simple que hoy parezca, lavar el instrumental médico, utilizar guantes estériles y realizar cirugías en ambientes libres de bacterias salvaría muchas vidas. En la época en que se desarrolló el concepto de “antisepsia” (eliminación de microorganismos, de forma física, química o mecánica), la higiene estaba circunscrita a otros ámbitos y no era tan rigurosa.

Una vez descubiertas las bacterias y los hongos, muchos científicos comenzaron a reproducirlos en sus laboratorios para describirlos, conocer cómo desarrollan su vida, la temperatura a la cual se reproducen de mejor forma, cómo se asocian y tantas otras preguntas. Era un mundo nuevo y, por tanto, un campo con muchas preguntas por resolver, y mucho por conocer.

Entre tantas pruebas y formas de multiplicar bacterias, se fueron conociendo sustancias naturales que afectaban su crecimiento, tanto para impedirlo como para facilitararlo. Aparece así la idea de buscar algún “medicamento” natural que ayude a combatir enfermedades de origen bacteriano, como las infecciones de la piel, por ejemplo. Nada fácil la tarea, ya que muchas de las sustancias que matan bacterias, matan también las células del tejido infectado. La cura podía ser peor que la enfermedad en algunos casos. Probaron con venenos, ácidos y otras sustancias que en días como hoy, ni por casualidad utilizaríamos en humanos. La mezcla entre entusiasmo científico y necesidad de salud se llevó muchos pacientes. El entusiasmo decayó en los médicos de la época.

Fue una casualidad, un error o un hallazgo extraordinario (según a quién le pregunten) lo que cambió el destino de las enfermedades provocadas por bacterias. Ya en el siglo XX, en 1920, Alexander Fleming en su laboratorio cultivaba muchos tipos de bacterias. Las aislaba, describía y hacía crecer por miles. Acumulaba placas de cultivo en estantes, mesones, y cuanto espacio encontrara. Al regreso de unos días de descanso, se percató de que, en su laboratorio, algunas placas de cultivo no habían sido procesadas adecuadamente, y en ellas creció un organismo distinto (contaminante) al que intentaban hacer crecer, y apareció junto a la bacteria que era su objeto de estudio en ese momento: el Estafilococo.

Si fue un error, debió estar muy enojado, o al menos frustrado. Si fue conciencia, suponemos la reacción de sorpresa. Si fue genialidad científica, orgullo sería la mejor descripción. El asunto es que las placas contaminadas, en un laboratorio menos curioso, hubiesen sido desechadas. Pero Fleming las miró con atención y se dio cuenta de algo extraordinario. Lo que había crecido parecía ser un hongo. Pero lo más interesante no estaba ahí. Las bacterias que crecieron alejadas del hongo lo hicieron de forma normal. Tamaño, forma, colores esperados. Las bacterias que crecieron cerca del hongo lo hicieron en menor cantidad. Mucho menor. Algo hacía el hongo que impedía el crecimiento normal de las bacterias. Tan notable como lo anterior fue que en ningún espacio convivieron hongo y bacteria. Es decir, no solo hacía que crecieran menos. Algo del hongo mataba a las bacterias.

Se abrió la puerta de par en par para que la medicina pudiese enfrentar enfermedades provocadas por bacterias. Tiempo después se logró aislar el hongo, al que llamaron *Penicillium*, y reproducir la sustancia que mataba bacterias, la Penicilina. La historia había avanzado sustancialmente con un error, casualidad o genialidad. Como sea, hoy seguimos utilizando penicilina y derivados naturales y químicos para tratar infecciones producidas por bacterias, a lo que llamaron medicinas antibióticas o antibióticos.

# 8

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE 8 y 9

## **Primer año de Educación Media**

## Actividad 8.

# ¿Cómo se genera la resistencia de organismos a tratamientos antimicrobianos?

Las bacterias, como todo ser vivo, se reproducen y mueren, y sus poblaciones aumentan o disminuyen bajo distintas condiciones. Piensa, junto a tu grupo acerca de lo siguiente.

¿Cómo creen que ocurre el crecimiento de poblaciones de bacterias en el tiempo?

¿Qué creen que puede afectar, disminuir o detener el crecimiento de bacterias?

A continuación, participarán grupalmente en una simulación hipotética de cómo ocurriría el crecimiento bacteriano en el tiempo. A través de esta simulación, responderán a la pregunta ¿cómo se afectará el crecimiento bacteriano si se modifica el ambiente?

Lean atentamente las siguientes instrucciones, y prepárense para comenzar la simulación cuando se les indique:

### Preparación:

Cada estudiante lanzará un dado. El jugador con el valor más alto será el "jugador inicial".

El jugador inicial lanzará un dado para determinar la densidad inicial de la población bacteriana (de 1 a 6).

Los jugadores deben registrar la densidad poblacional inicial en la hoja de registro, y graficar el punto en una hoja cuadrículada. Pida que utilicen un gráfico de línea. En el eje de las ordenadas (x), indiquen los turnos de lanzamiento. En el eje de la abscisa, rotulen como "número de bacterias".

### Desarrollo:

1. En cada turno, el jugador activo lanzará un dado para determinar la tasa de crecimiento de la población bacteriana.
2. La tasa de crecimiento se calculará de la siguiente manera:
3. Si el número del dado es 1 o 2, corresponde a la situación A (anexo), cuyo resultado es que la tasa de crecimiento es 0 (no hay crecimiento).
4. Si el número del dado es 3 o 4, corresponde a la situación B (anexo), y la tasa de crecimiento es 0,5 (crecimiento moderado), agrega a los organismos existentes, la mitad de número total.
5. Si el número del dado es 5, la tasa de crecimiento es 1 (crecimiento acelerado), se agregan tantos organismos como el total que a ese minuto existe, incluyendo a los "resistentes" (ver más adelante).
6. Si el número del dado es 6, ocurre un evento particular en la división celular. Aparece una mutación en un organismo, que le confiere la particularidad de no verse afectado por tratamiento o sustancias antibióticas. Le llamaremos "resistente". Si ya existen resistentes, doblan su número.
7. La tasa de crecimiento se sumará a la densidad poblacional actual para determinar la nueva densidad poblacional, se registra el nuevo tamaño y lo agregan al gráfico como un nuevo punto, trazando una línea con el punto previo.
8. Los organismos "resistentes" se registran y grafican de forma paralela al grupo "normal".

### Evento:

Si al finalizar una ronda (han lanzado todos los participantes), la densidad poblacional supera el valor máximo de 50 organismos, se produce una "alerta sanitaria". En alerta sanitaria, el grupo aplicará un tratamiento antimicrobiano para tratar el problema. Antes de comenzar la siguiente ronda, uno de los participantes lanza un dado.

Si el dado lanzado arroja un resultado "impar", el tratamiento es poco eficiente, y se elimina un tercio. (tome siempre los números enteros de división.) Si el resultado es "par", el tratamiento es efectivo y se elimina a la mitad de los organismos, y debe volver a lanzar el dado por una sola vez, aplicando los mismos criterios impar-par.

Se restan los resultados, al tamaño de la población.

El tamaño de los resistente no se ve afectado.

Luego, continúa la siguiente ronda, volviendo a lanzar el dado, para determinar cómo sigue creciendo la población.

La simulación continúa hasta que las bacterias "resistentes" pasan el nivel de "alerta sanitaria".

Al finalizar, respondan:

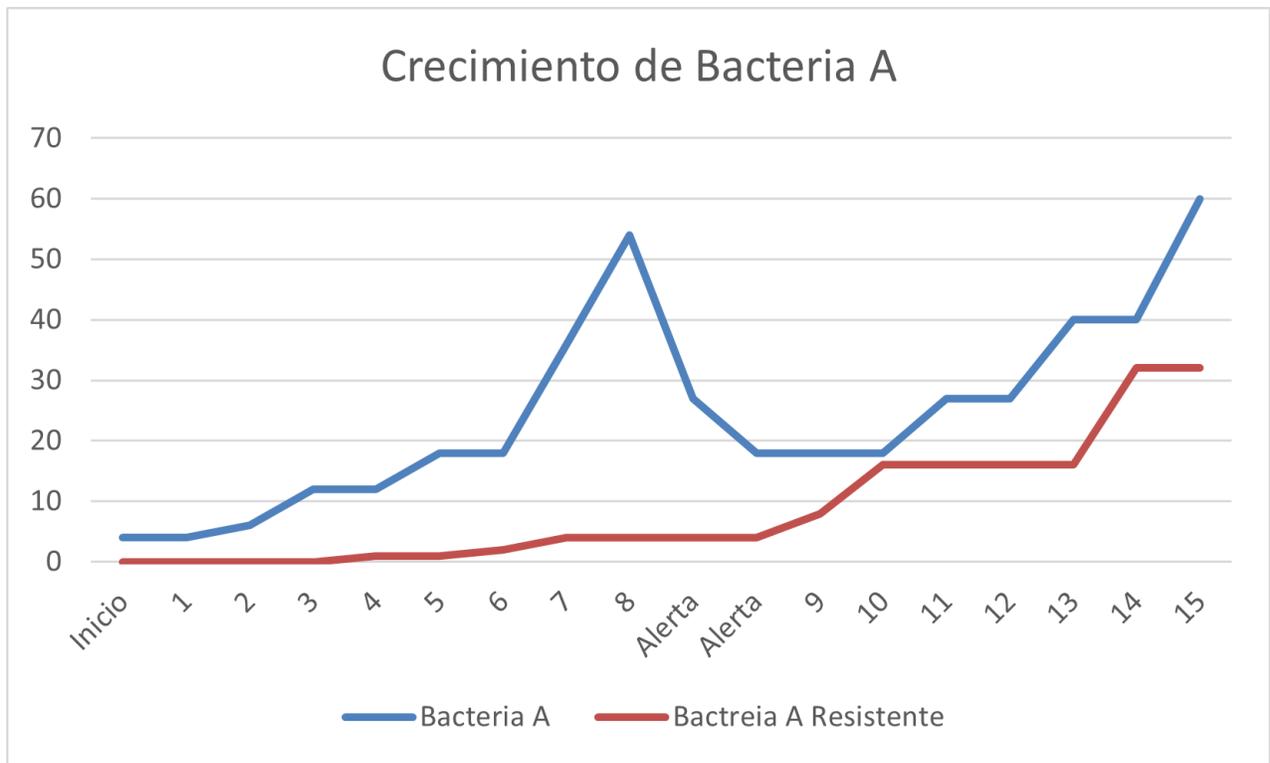
¿Cómo es posible que aparezca un organismo resistente?

¿Qué efectos podrá tener sobre el sistema y la diversidad de organismos?

En este anexo se describe un gráfico de resultado posible, y una descripción de cómo se obtuvo.

Turno	Bacteria A	Bacteria A Resistente	¿Qué salió en el dado?	¿Qué ocurre?
Inicio	4	0	4	El dado inicial indica que la población será de 4 organismos.
1	4	0	2	No cambia el número de organismos.
2	6	0	3	Se suma la mitad, es decir 2 nuevos organismos se suman a la población.
3	12	0	5	La cantidad de organismos se duplica, agregando seis nuevos organismos.
4	12	1	6	Aparece la primera bacteria resistente. No cambia el número de bacterias "normales".
5	18	1	4	Se suma la mitad, es decir 6 nuevos organismos se suman a la población.
6	18	2	6	Se duplica la cantidad de bacterias resistentes.
7	36	4	5	La cantidad de organismos se duplica, agregando 18 nuevos organismos.
8	54	4	3	Se suma la mitad, es decir 18 nuevos organismos se suman a la población. Se alcanza el nivel de "alerta sanitaria".
Alerta	27	4	2	Número par, indica tratamiento exitoso y disminuye la cantidad de organismos a la mitad.
Alerta	18	4	5	Número impar, indica que el tratamiento es menos eficiente y disminuye un tercio, es decir 9 organismos se restan a la población.
9	18	8	6	Se duplica el número de organismos resistentes.
10	18	16	6	Se duplica el número de organismos resistentes.
11	27	16	3	Se suma la mitad, es decir 9 nuevos organismos se suman a la población.
12	27	16	2	No hay cambio en tamaño de la población.
13	40	16	4	Se suma la mitad, es decir 13 nuevos organismos se suman a la población.
14	40	32	6	Se duplica el número de organismos resistentes.
15	60	32	3	Se suma la mitad, es decir 20 nuevos organismos se suman a la población. Se alcanza una nueva alerta sanitaria.

## Ejemplo de resultado posible



## Actividad 9: ¿Cómo afecta la resistencia de algunos organismos al tratamiento antimicrobiano?

La convivencia entre microorganismos y el humano ha tenido, y sigue teniendo, diversas consecuencias.

¿Qué consecuencias creen que tendría para la salud humana el contacto e infección con microorganismos resistentes a los tratamientos conocidos?

Junto a tu grupo, aborda la pregunta ¿qué creen que ocurre cuando una bacteria no responde a los tratamientos? Luego, aborden el siguiente desafío:

*"Los antibióticos son medicamentos que matan a las bacterias. Sin embargo, algunos tipos de bacterias pueden volverse resistentes a los antibióticos y, por lo tanto, se tornan más difíciles de tratar. Esto puede afectar a la salud humana."*

Discutan acerca de la combinación de sustancia y bacteria creen que sería la más efectiva, para enfrentar una infección con cada una de las bacterias. Deben trabajar juntos para encontrar la combinación más eficiente de antibiótico y bacteria, antes de que se acabe el tiempo. Para ello, revisen las tarjetas que acompañan la actividad, y que contienen la información que deberán considerar para tomar decisiones.

Una vez que se complete el emparejamiento de bacteria y antibióticos, compartan sus respuestas con los otros grupos.

Tarjetas para utilizar en la actividad.

**Tarjeta de bacteria 1:**

Nombre: Staphylococcus aureus

Descripción: Esta bacteria puede causar infecciones en la piel, huesos y órganos internos. Algunas cepas de esta bacteria son resistentes a la meticilina.

Nivel de resistencia: resistente a la meticilina (MRSA en inglés, SARM en español).

**Tarjeta de bacteria 2:**

Nombre: Escherichia coli (E. coli)

Descripción: Esta bacteria normalmente vive en el intestino humano, pero ciertas cepas pueden causar enfermedades, incluyendo diarrea e infecciones del tracto urinario.

Nivel de resistencia: sensible a la ampicilina.

**Tarjeta de bacteria 3:**

Nombre: Klebsiella pneumoniae

Descripción: Esta bacteria puede causar neumonía, infecciones del tracto urinario y sepsis. Algunas cepas de esta bacteria son resistentes a múltiples antibióticos, incluyendo las carbapenemas.

Nivel de resistencia: resistente a las carbapenemas.

**Tarjeta de bacteria 4:**

Nombre: Acinetobacter baumannii

Descripción: Esta bacteria puede causar infecciones graves en pacientes hospitalizados, especialmente en pacientes con sistemas inmunológicos debilitados. Algunas cepas de esta bacteria son resistentes a muchos tipos de antibióticos.

Nivel de resistencia: multirresistente.

**Tarjeta de bacteria 5:**

Nombre: Streptococcus pneumoniae

Descripción: Esta bacteria puede causar neumonía, otitis media y meningitis.

Nivel de resistencia: sensible a la penicilina.

**Tarjeta de bacteria 6:**

Nombre: Enterococcus faecalis

Descripción: Esta bacteria normalmente vive en el intestino humano, pero puede causar infecciones del tracto urinario, infecciones de heridas y endocarditis.

Nivel de resistencia: resistente a la vancomicina .

**Tarjeta de antibiótico 1:**

Nombre: Amoxicilina

Función: Este antibiótico pertenece al grupo de las penicilinas y puede matar a muchas cepas de bacterias al debilitar su pared celular.

Bacterias que puede matar: algunas cepas de E. coli, pero no a las resistentes a la ampicilina.

**Tarjeta de antibiótico 2:**

Nombre: Ciprofloxacino

Función: Este antibiótico es parte de la familia de las quinolonas y actúa inhibiendo la síntesis del ADN de las bacterias.

Bacterias que puede matar: Puede matar a algunas cepas de S. aureus, pero no a las resistentes a la meticilina (MRSA).

**Tarjeta de antibiótico 3:**

Nombre: Azitromicina

Función: Este antibiótico pertenece al grupo de las macrólidos y actúa inhibiendo la síntesis de proteínas en las bacterias.

Bacterias que puede matar: Puede matar a algunas cepas de S. pneumoniae, pero no a las resistentes a la penicilina.

---

**Tarjeta de antibiótico 4:**

Nombre: Meropenem

Función: Este antibiótico pertenece al grupo de las carbapenemas y actúa matando a las bacterias al debilitar su pared celular.

Bacterias que puede matar: Puede matar a algunas cepas de *K. pneumoniae*, pero no a las resistentes a las carbapenemas.

**Tarjeta de antibiótico 5:**

Nombre: Vancomicina

Función: Este antibiótico actúa matando a las bacterias al interferir con su pared celular

Bacterias que puede matar: Puede matar a algunas cepas de *E. faecalis*, pero no a las resistentes a la vancomicina.

**Tarjeta de antibiótico 6:**

Nombre: Tigeciclina

Función: Este antibiótico pertenece al grupo de las glicilciclinas y actúa inhibiendo la síntesis de proteínas en las bacterias.

Bacterias que puede matar: Puede matar a algunas cepas de *A. baumannii*, pero no a las multirresistentes.

# 9

## Bibliografía

Braund, M., & Driver, M. (2005). Pupils' perceptions of practical science in primary and secondary school: Implications for improving progression and continuity of learning. *Educational Research*, 47(1), 77–91.

Driver, R.; Newton, P, Osborne, J., (2000) Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science education*, - Wiley Online Library

[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A)

Duschl, R. A. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32(1), 268–291.

Furtak, E. M. (2006). The problem with answers: An exploration of guided scientific inquiry teaching. *Science Education*, 90(3), 453–467.

Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551–578.

Liang, L. L., & Richardson, G. M. (2009). Enhancing prospective teachers' science teaching efficacy beliefs through scaffolded, student-directed inquiry. *Journal of Elementary Science Education*, 21 (1), 51–66.

Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R., & Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: Ways of helping children to use language to learn science. *British Educational Research Journal*, 30(3), 359–377.

Ministerio de Educación, (2006). Evaluación para el Aprendizaje. Materiales prácticos para lograr que sus estudiantes aprendan más y mejor. Unidad de Currículo y Evaluación. Ministerio de Educación.

Minner, D. D., Levy, A. & Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction- What is it and Does it Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496.

Tella, A. (2007). The impact of motivation on students' academic achievement and learning outcomes in mathematics among secondary school students in Nigeria. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(2), 149–156.

UNESCO (2000). La Ciencia para el siglo XXI: un nuevo compromiso. Conferencia Mundial sobre la Ciencia, Budapest, Hungría, 1999. Preámbulo.

Zion, M., Cohen, S., & Amir, R. (2007). The spectrum of dynamic inquiry teaching practices. *Research in Science Education*, 37(4), 423–44.

