

Páginas para el docente

Ciencias Naturales

Los microorganismos

Tercer ciclo de la escuela primaria

adultos



G.C.B.A
Ministerio de Educación
Dirección General de Planeamiento
Dirección de Currícula

Ciencias Naturales

Los microorganismos

Tercer ciclo de la escuela primaria

Páginas para el docente

G.C.B.A.



G.C.B.A.
Ministerio de Educación
Dirección General de Planeamiento
Dirección de Currícula

Ciencias naturales. Los microorganismos : para el docente / coordinado por Susana De Marinis. - 1a ed. - Buenos Aires : Ministerio de Educación - Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2008.

56 p. ; 28x21 cm.

ISBN 978-987-549-358-2

1. Material Auxiliar para la Enseñanza. I. De Marinis, Susana, coord.
CDD 371.33

ISBN: 978-987-549-358-2

© Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires

Ministerio de Educación

Dirección General de Planeamiento

Dirección de Currícula. 2007

Hecho el depósito que marca la Ley n° 11.723

Esmeralda 55, 8°.

C1035ABA. Buenos Aires

Correo electrónico: dircur@buenosaires.edu.ar

Permitida la transcripción parcial de los textos incluidos en esta obra, hasta 1.000 palabras, según Ley 11.723, art. 10°, colocando el apartado consultado entre comillas y citando la fuente; si éste excediera la extensión mencionada deberá solicitarse autorización a la Dirección de Currícula.

Distribución gratuita. Prohibida su venta.

G.C.B.A.

GOBIERNO DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

Jefe de Gobierno

JORGE TELERMAN

Ministra de Educación

ANA MARÍA CLEMENT

Subsecretario de Educación

LUIS LIBERMAN

Directora General de Educación

ADELINA DE LEÓN

Director de Área de Educación Primaria

CARLOS PRADO

Director del Área de Educación del Adulto
y del Adolescente

ALEJANDRO KUPERMAN

G.C.B.A.

Ciencias Naturales.

Los microorganismos

Tercer ciclo de la escuela primaria

Páginas para el docente

Coordinación autoral: Susana De Marinis.

Elaboración del material: Laura Lacreu y Laura Socolovsky.

Agradecimientos:

A los docentes Fevre, Gastón; Fraga, Susana; Pérez Fernández, Magali y Reichhoiz, Beatriz.

G.C.B.A.

.....
Edición a cargo de la Dirección de Currícula

Supervisión de edición: Paula Galdeano.

Diseño gráfico: Patricia Peralta.

Apoyo administrativo y logístico: Olga Loste y Jorge Louit.

Índice

Fundamentación del tema seleccionado.....	7
Plan general de la propuesta.....	8
Trayecto 1: La acción de los microorganismos sobre los alimentos.....	11
Actividad 1: Alimentos con historia.....	11
Actividad 2: la diversidad de microorganismos. Búsqueda de información en bibliografía	13
Actividad 3: Una investigación acerca de las levaduras como seres vivos	14
Actividad 4: Análisis del yogur como producto de la acción de microorganismos	21
Trayecto 2: Los microorganismos y la salud	24
Actividad 1: La putrefacción de los alimentos. Introducción al estudio de los microorganismos	24
Actividad 2: La diversidad de microorganismos. Búsqueda de información en bibliografía.....	25
Actividad 3: Las bacterias y las enfermedades infecciosas. Lectura de textos referidos a un experimento histórico.....	26
Actividad 4: Los medios de cultivo de microorganismos. Introducción a una técnica de laboratorio	27
Actividades complementarias.....	30
1. Producción de biogás	30
2. El descubrimiento de la penicilina	32
Bibliografía	40

Fundamentación del tema seleccionado

Este documento pretende ser un aporte que enriquezca la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Primaria de Adultos. En esta propuesta se toma como núcleo central el estudio de un contenido netamente científico: los microorganismos y sus características como seres vivos, y se ofrecen alternativas para articularlo con otros contenidos vinculados con la salud, el cuidado del ambiente o la biotecnología. Se propone asimismo la enseñanza articulada de estos conceptos con modos de conocer ¹ propios de las Ciencias Naturales, tales como el análisis y la realización de experiencias, y la lectura de textos referidos a los conceptos en estudio y también a las aplicaciones tecnológicas de los mismos.

Desde la mirada de las Ciencias Naturales se puede encontrar un hilo conductor entre fenómenos que habitualmente parecen tener escasa conexión: la putrefacción de los alimentos y los métodos de conservación, la fabricación de algunos alimentos como queso o yogur (por nombrar algunos), la contaminación de las aguas y también su descontaminación, las enfermedades contagiosas, la fabricación de vacunas y antibióticos; dado que todos ellos pueden ser explicados con relación a la existencia de los microorganismos. Esta conexión no es evidente, pero la comprensión de que los microorganismos son seres vivos y el conocimiento de sus características y sus modos de vida ayuda a comprender, a explicar y a resignificar estos fenómenos.

El tema ha sido seleccionado tomando en cuenta el interés que tiene para un alumno adulto la posibilidad de reflexionar sobre problemáticas ligadas a su entorno, como la salud y el ambiente. En este sentido, el propósito es aportar saberes específicos producidos en el ámbito de las Ciencias Naturales para enriquecer estas reflexiones y contribuir de ese modo al logro de una alfabetización científica.

A la vez, este material aporta algunas herramientas para que los docentes puedan enseñar contenidos tales como el diseño experimental y la realización de experiencias. Estos son modos de conocer propios de la actividad científica, cuya enseñanza suele ser dificultosa por requerir de materiales y condiciones particulares. En el caso de este documento, las actividades experimentales que se proponen son sencillas, no requieren materiales sofisticados y pueden realizarse en el aula.

G.C.B.A.

.....

¹ En el área de Ciencias Naturales de la Dirección de Currícula denominamos “modos de conocer” a las distintas maneras de acercarse al conocimiento científico. Bajo ese nombre se reúnen tanto a los contenidos procedimentales como actitudinales.

Plan general de la propuesta

La propuesta está organizada en dos trayectos:

Trayecto 1: La acción de los microorganismos sobre los alimentos

Este trayecto desarrolla el concepto de que los microorganismos son seres vivos, y lo relaciona con la producción de ciertos alimentos.

1. Historia de los procesos de elaboración de alimentos mediados por microorganismos. (Lectura e interpretación de textos diversos: relatos y explicaciones técnicas.)
2. Introducción al estudio de los microorganismos. (Lectura e interpretación de textos expositivos.)
3. Profundización acerca de los microorganismos como seres vivos. (Pequeña investigación sobre levaduras que incluye actividades experimentales.)
4. Análisis del yogur como producto de la acción de microorganismos. (Por sus características, esta actividad se propone solo en el material para el docente)

Trayecto 2: Los microorganismos y la salud

Este trayecto desarrolla el concepto de que los microorganismos son seres vivos, y lo relaciona con la salud.

1. Los microorganismos en la vida cotidiana. (Análisis de una situación problemática sobre alimentos en putrefacción.)
2. Introducción al estudio de los microorganismos. (Lectura e interpretación de textos expositivos)
3. Estudio sobre el bacilo de la tuberculosis descubierto por Koch. (Lectura e interpretación de textos expositivos y de un diseño experimental esquemático.)
4. Análisis de los postulados de Koch. (Actividad experimental de cultivo de microorganismos)

El docente podrá optar por desarrollar uno, otro, o ambos trayectos. En el caso de desarrollar los dos trayectos, deberá tener en cuenta que una de las actividades (la número 2) es prácticamente la misma en los dos trayectos. Por esa razón se sugieren los siguientes recorridos:

Si comienza por el trayecto 1: actividades 1 a 4 del trayecto 1, y las actividades 3 y 4 del trayecto 2.

Si decide comenzar por el trayecto 2: actividades 1 a 4 del trayecto 2, y las actividades 3 y 4 del trayecto 1.

Además, se incluyen dos actividades complementarias:

- 1 – La producción de biogás.
- 2 – El descubrimiento de la penicilina.

Organización del material

El material consta de un cuadernillo para el alumno y otro para el docente. Procuramos que esta herramienta sea lo suficientemente flexible para facilitar al docente su gestión: si bien algunas actividades requieren la intervención del docente, otras serán más fructíferas si las realizan en grupos y muchas están pensadas para que los alumnos puedan resolverlas individualmente.

- En el cuadernillo para el alumno figuran:
 - a) situaciones para analizar o resolver (problemas de lápiz y papel, preguntas, cuadros para completar) con sus respectivas consignas,
 - b) textos informativos,
 - c) los instructivos para realizar experimentos.
- En el material para el docente figuran:
 - a) la propuesta de enseñanza y orientaciones para cada actividad planteada en el cuadernillo del alumno,
 - b) información adicional sobre conceptos indispensables para el abordaje del tema,
 - c) algunas orientaciones, sugerencias y recomendaciones bibliográficas para articular los aprendizajes de este tema con otros.
 - d) Las actividades complementarias “Producción de biogás” y “El descubrimiento de la penicilina”, acompañadas de los textos correspondientes. Estas actividades no están incluidas en el material para el alumno.

Aprendizajes esperados

A partir del trabajo con los trayectos que presentamos, esperamos que los alumnos aprendan:

- Que se agrupa bajo el nombre de microorganismos a aquellos seres vivos que, por estar formados por una o muy pocas células, solo podemos verlos usando el microscopio. De acuerdo con este criterio, es posible incluir en este grupo a las bacterias, las algas unicelulares, los hongos unicelulares y mohos, y los protozoos.
- Que los microorganismos son seres vivos y, por lo tanto, requieren condiciones adecuadas para desarrollarse (ciertas temperaturas, alimentos, un ambiente adecuado).

- Que es posible encontrar microorganismos en todos los ambientes. Algunos tipos de microorganismos son perjudiciales para los seres humanos, mientras que muchos otros son beneficiosos.
- Que desde hace muchos años los seres humanos aprovechan la acción de ciertos microorganismos para fabricar productos alimenticios como el vino, el pan, la cerveza y los quesos.
- Que actualmente se aprovecha la acción de ciertos microorganismos para obtener un tipo de combustible llamado biogás y para la producción de medicamentos como la penicilina.
- A realizar experimentos que aporten información acerca de las condiciones necesarias para el desarrollo de los microorganismos.
- A interpretar información de diferentes textos.
- A organizar la información en cuadros, textos, esquemas, dibujos, gráficos.
- A comunicar lo aprendido en forma oral y escrita utilizando diferentes recursos (imágenes, gráficos, esquemas, textos).
- A utilizar los nuevos conocimientos para el análisis de diversas situaciones cotidianas y reflexionar sobre posibles cursos de acción en relación con ellas.

Trayecto 1:

La acción de los microorganismos sobre los alimentos

Actividad 1: Alimentos con historia

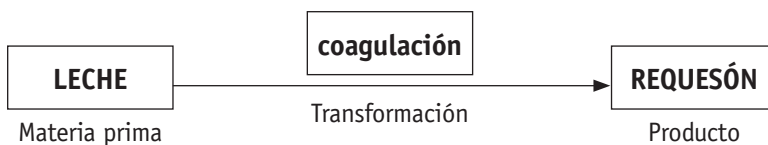
El propósito de esta actividad es que los alumnos reflexionen sobre situaciones cotidianas relacionadas con la transformación de los alimentos y que las vinculen con la producción de alimentos mediada por microorganismos. Se espera también que distingan entre un texto técnico-científico y una leyenda.

Luego de que el docente presenta el tema del trayecto, se sugiere que convoque a los alumnos a que intercambien sus pareceres acerca de la relación entre los microorganismos y los alimentos, y que debatan aquellas ideas que puedan ser contrapuestas.

La primera actividad plantea la lectura de tres textos en los que se progresa en cuanto al tipo de dificultad, tanto del lenguaje en que están escritos como de los conocimientos que se requieren para comprenderlos.

“Una historia sobre el origen del Queso” es una leyenda acerca de cómo podría haberse transformado la leche en queso por primera vez. El sentido de utilizar este texto como punto de partida es que en él se exponen varias explicaciones de sentido común en relación con este tipo de transformaciones, lo que favorece el intercambio de ideas que los alumnos puedan tener acerca de las mismas. Cuando sea comparado con los otros textos referidos al origen y la fabricación del queso y del vino se podrán identificar algunos rasgos generales que permiten diferenciar las leyendas y creencias de las explicaciones técnicas.

La lectura en voz alta para todo el grupo es propicia para que el docente pueda comentar algunas partes significativas del texto. En particular, es interesante detenerse en la parte que se refiere a la transformación que había experimentado la leche: “Sin embargo, en lugar de leche encontré algo extraño: sobre la leche habían caído unas pocas flores y esta se había coagulado”. Es habitual que los alumnos confundan el proceso (en este caso, la coagulación) con el producto derivado del mismo (en este caso, el requesón). El docente podrá formular algunas preguntas tendientes a distinguir el proceso del producto de la transformación. Este trabajo es significativo en tanto a lo largo del trayecto los alumnos abordarán distintos tipos de transformaciones. Para que comiencen a familiarizarse con un modo de representación típico de las transformaciones, el docente podrá construir un esquema como el siguiente:



Al terminar la lectura se propone que los alumnos respondan una serie de preguntas referidas a las explicaciones que se dan en el texto sobre las causas de la transformación de la leche en queso. Con esto se busca que adviertan que un mismo fenómeno puede explicarse de muy diversas formas, aunque algunas explicaciones puedan ser más precisas que otras. El texto sobre el queso que se les propone leer posteriormente aportará nuevas explicaciones.

La siguiente situación de lectura (sobre el queso y el vino) puede organizarse de modo que cada grupo lea un texto diferente. Interesa especialmente que identifiquen qué se dice en ellos acerca de las materias primas, los procesos, los productos y las condiciones en las que se produce la transformación, y es por eso que convendrá orientarlos para avanzar en la lectura sin detenerse en caso de que no comprendan algunos términos específicos (por ejemplo, bacterias lácticas, caseína).

Las ideas a las que se espera que los alumnos arriben mediante estas lecturas son:

Respecto del queso: que se aproximen a la idea de que, al fermentar, las bacterias producen ácido y que este ácido es el que provoca la coagulación de las proteínas y con ello, la transformación de leche en queso.

Respecto del vino: que relacionen que también hay un proceso de fermentación, pero que no es llevado a cabo por las bacterias sino por las levaduras, y como producto de esta fermentación no se produce ácido sino alcohol etílico.

Durante la puesta en común, cuando los alumnos intercambien opiniones y consulten dudas, es conveniente aclarar algunos de los términos y expresiones. En particular, se focalizará sobre los nombres como bacterias lácticas, mohos, levaduras, con la idea de ubicarlos dentro del conjunto de los microorganismos.

Luego se podrá avanzar en el tratamiento de las siguientes cuestiones:

Qué tienen en común los procesos de fabricación de estos alimentos. Se espera que puedan arribar a la idea de que en todos los casos se menciona la acción de algún tipo de microorganismo. Además, en todos los casos se producen transformaciones que podrán ser esquematizadas tomando como referencia el primer esquema, pero ubicando en cada caso la materia prima, el proceso y el producto que corresponda.

La diferencia entre leyendas y textos técnicos o científicos. Para esto se podrá preguntar a los alumnos ¿cuáles de estos textos les parece que son leyendas y cuáles explicaciones técnicas o científicas? ¿Qué tuvieron en cuenta para responder? Se espera que entre todos, y con la ayuda del maestro, puedan identificar características tales como:

- Acerca de la época en que transcurre el hecho: en la leyenda del queso, hay mucha imprecisión (“Hace miles de años”, “Un día cualquiera de entonces en los albores de la civilización”); en un texto técnico o científico, la época se ubica históricamente con la mayor precisión con que es posible (“Las ovejas fueron domesticadas hace 12.000 años”)
- Acerca de los protagonistas: en las leyendas se hacen referencias muy generales o el relato está encarnado en algún habitante de un pueblo; en un texto de carácter técnico o científico se establece una contextualización en una región, un pueblo o una civilización determinados (“los egipcios...”, “en la antigua Mesopotamia, hoy Egipto y Siria”), o se menciona a los pensadores, investigadores o científicos que desarrollaron conocimientos sobre el tema en cuestión.
- Acerca de las fuentes de información: las leyendas se referencian principalmente en la transmisión oral (“algunos dicen que...”); en los textos técnicos o científicos, en cambio, suelen mencionarse evidencias, documentos o fuentes (“...la evidencia más antigua de la fabricación de vino es un ánfora con una mancha...”).
- Acerca de la posible explicación del hecho: en las leyendas casi no hay datos precisos sino principalmente apreciaciones y descripciones de experiencias personales o apelación a lo místico (“¿acaso los dioses no estaban contentos con él y le habían estropeado la leche? ¿acaso el vecino le tenía ojeriza y le había echado el mal de ojo para que su leche se pudriera?”); las explicaciones de los textos científicos o técnicos incluyen datos más precisos, proponen alguna forma de relacionar esos datos entre sí y con las posibles explicaciones (“La fruta fermenta por acción de las levaduras que viven normalmente sobre ellas.” “Por lo tanto es posible que alguien haya probado el líquido fermentado...”)

La formulación de preguntas y de anticipaciones dará lugar a la búsqueda de información que se realizará en la próxima actividad. Las mismas podrán referirse por ejemplo a: cómo son los microorganismos, si es posible que se obtengan distintos productos mediante la intervención de un mismo microorganismo, si todos los microorganismos producen enfermedades, en qué otros procesos intervinen. Si las preguntas y anticipaciones quedan registradas, podrán retomarlas y contrastar distintas respuestas a lo largo de la secuencia.

Actividad 2: La diversidad de microorganismos. Búsqueda de información en bibliografía

El propósito de esta actividad es que los alumnos conciban la idea o amplíen sus saberes acerca de que los microorganismos son seres vivos y de que existe una gran diversidad de ellos. También que aprendan a buscar información precisa en un texto.

Algunas de las preguntas formuladas a propósito de la lectura de los textos de la actividad anterior darán lugar a buscar información sobre qué son los microorganismos, cómo son, qué tipos diferentes existen.

Los alumnos cuentan en su cuadernillo con un texto sobre los microorganismos. Este texto presenta una introducción general al tema y luego describe a los diferentes grupos de microorganismos. Dado que no se pretende que los alumnos memoricen las características de los distintos microorganismos, sino que se aproximen a su diversidad, no es necesario que todos estudien todo. Por eso se sugiere dividir la clase en grupos de manera que cada uno pueda buscar información sobre un tipo de microorganismo, para luego compartir la información que aporta cada uno. Esta es también una buena oportunidad para que, además de buscar la información, cada grupo tenga que organizarla de alguna manera para comunicarla a los compañeros.

Es conveniente que, antes de encarar el trabajo grupal, todos lean la introducción para tener una idea común acerca de lo que estudiarán.

Por ello se sugiere organizar la tarea en dos momentos diferentes. En un primer momento, todos los grupos leen la parte referida a los microorganismos en general, y, entre todos, completan el cuadro que se sugiere en el punto a) de la actividad. En un segundo momento, cada grupo puede buscar información sobre un tipo de microorganismo asignado por el docente, para luego compartir la información que aporta cada uno. De este modo se economiza tiempo y además la tarea de elaboración y organización de la información tiene sentido ya que se realiza para transmitirla a los compañeros.

En la segunda parte de esta actividad, los alumnos tienen que elaborar ellos mismos un cuadro que permita volcar los resultados de la búsqueda de cada grupo y comparar las características de los diferentes microorganismos. La elaboración del cuadro puede realizarse en conjunto de manera que todos se pongan de acuerdo acerca de cómo construirlo y qué información se volcará en él. Convendrá que se centren en las características referidas a cómo son, dónde viven, cómo se nutren y de qué se alimentan los microorganismos estudiados. Durante este trabajo conjunto los alumnos podrán ir contrastando las distintas ideas que tenían acerca de los microorganismos al comenzar la tarea con la información obtenida mediante la lectura.

Actividad 3: Una investigación acerca de las levaduras como seres vivos

El propósito de esta actividad es que los alumnos se aproximen, mediante una investigación que incluye la observación y la indagación experimental, a la idea de que las levaduras son seres vivos, basándose en las características que se consideran pertinentes para definir a los sistemas vivientes.

La investigación se llevará a cabo en tres momentos diferentes:

- Características visibles de las levaduras:** observación de levaduras a simple vista y de microfotografías de levaduras.
- Más datos de las levaduras como seres vivos:** análisis de una receta para hacer el pan.
- ¿Qué necesitan las levaduras para vivir?:** indagación experimental.

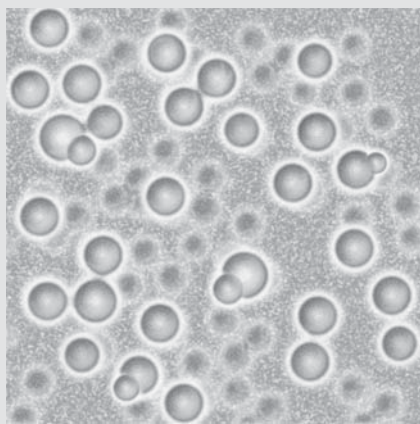
a) Características visibles de las levaduras

En la actividad anterior los alumnos estudiaron a las levaduras como un tipo de hongos. Quizá en esa instancia hayan reparado en que se trata de la misma levadura con la que se hace el pan. Esta será una buena oportunidad para proponer analizar un objeto cotidiano desde una perspectiva científica, y transformarlo así en un motivo de estudio en la clase de ciencias.

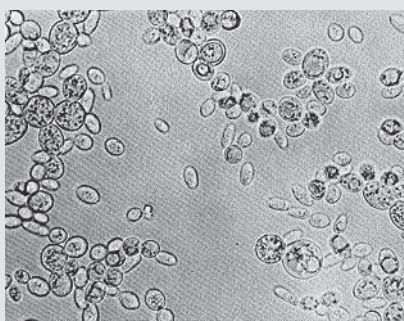
Se propone comenzar con la observación de los “granos” de levadura seca, pues se espera que los alumnos pongan en juego qué idea de tamaño tienen cuando se habla de organismos microscópicos. Por lo general resulta difícil imaginarlos y es posible que en un principio asocien cada granito con una célula. Por eso, luego de la observación a simple vista, el docente les proporcionará algunas microfotografías de células de levaduras en las que se consigne el aumento utilizado. De ese modo podrán conformarse una idea del tamaño real de las mismas.

Materiales

- sobres de levadura seca;
- gotero;
- tubos de ensayo;
- azúcar;
- harina;
- sal;
- termómetros ;
- vaso con agua y hielo;
- 2 mecheros ;
- 2 jarritos que puedan ponerse sobre la llama;
- globitos pequeños (bombitas de agua).



Aumento: 500 X



Aumento: 1000 X

Algunas conclusiones a las que se podría arribar en el intercambio son:

- * Las células de las levaduras son esféricas o un poco ovaladas.
- * Por su tamaño tan pequeño, estas células son invisibles a simple vista y solo se las puede ver utilizando un microscopio.
- * Por su pequeñísimo tamaño, no parece posible que observemos directamente cómo se alimentan, respiran y se reproducen.
- * Solo con mirarlas al microscopio no es posible afirmar que se trata de seres vivos.

b) Más datos sobre las levaduras como seres vivos

Para continuar con el análisis de objetos y acciones cotidianas desde una perspectiva diferente de la habitual se propone a los alumnos que escriban una receta que conozcan para hacer pan. En el cuadernillo se incluye una para que la comparen con la propia e identifiquen aspectos comunes, o para que puedan trabajar con ella quienes no conozcan ninguna. El sentido de este trabajo es que los alumnos puedan identificar en los procedimientos utilizados para hacer el pan (poner la levadura con azúcar a una temperatura determinada) y los cambios que ocurren (levado de la masa, cambio de olor) algunos indicios de que las levaduras son seres vivos.

Los atributos de los **seres vivos** que los alumnos podrán tener presentes en esta actividad son:

- * Están formados por células.
- * Se nutren: obtienen alimento, respiran y eliminan desechos.
- * Perciben estímulos y reaccionan de algún modo a ellos. Requieren ciertas condiciones ambientales (por ejemplo, de temperatura, de humedad, etc.).
- * Se reproducen.

Las relaciones que podrían establecer entre esos atributos de los seres vivos, la receta y las características del pan son las siguientes:

- * La harina y también el azúcar que se le suele agregar a la masa pueden ser el alimento de las levaduras.
- * La temperatura a la que se deja levar el bollo es la adecuada para el desarrollo de estos seres vivos.
- * El aumento de volumen de la masa (es decir, la masa levada) puede tener que ver con la respiración y la liberación de gases.

Es probable que la última relación mencionada no aparezca con facilidad dado que los alumnos suelen atribuir ese aumento de volumen a la reproducción y no a la producción de gases.² En ese caso, el docente promoverá una reflexión sobre esta última idea ya que es un aspecto central en el proceso que se está estudiando, y podrá apoyarla proponiendo que observen y describan un trozo de pan, y presten especial atención a la esponjosidad de la masa.

Además, podrán notar otros cambios en la masa, como el olor y el sabor, que también podrán asociar con los productos de la actividad de las levaduras.

A partir de esas relaciones y de lo aprendido en la primera parte de esta actividad, los alumnos podrán elaborar conclusiones parciales acerca de las levaduras como seres vivos.

También podrán formular nuevas preguntas y anticipaciones acerca de características más específicas de las levaduras, como por ejemplo qué necesitan para vivir y desarrollarse (a qué temperatura, de qué se alimentan).

Se presentan las siguientes ideas como referencia de las conclusiones a las que podrían arribar los alumnos.

Los atributos **de las levaduras** como seres vivos:

- * Cada levadura está formada por una célula.
- * Las levaduras desarrollan en ciertas condiciones ambientales (de temperatura, de humedad).
- * Las levaduras se alimentan de alguno/s de los ingredientes de la masa del pan (azúcar, harina, sal).
- * Las levaduras se reproducen.
- * Las levaduras respiran.

Es importante que los alumnos adviertan que algunas de las conclusiones pueden considerarse como tales dado que provienen de una búsqueda de información previa (como es el caso del dato de que están formadas por células), pero que otras son aún provisorias y requieren ser contrastadas mediante la búsqueda de información en textos o la realización de experimentos. En el caso de que no enuncien todas, las restantes podrán surgir en la actividad que sigue.

.....

² En realidad, el aumento de volumen de la masa del pan se debe a una combinación de factores: en un medio rico en alimentos, las levaduras se reproducen con mayor rapidez, por lo que aumenta el número de individuos. Esto hace que haya más organismos respirando y, por lo tanto, mayor producción de gases. El error consiste en pensar que el aumento de la masa se debe solo al aumento en el número de individuos.

c) ¿Qué necesitan las levaduras para vivir?

La primera parte de esta sección es esencial para que los alumnos comprendan cuál es el principio mediante el cual van a poder detectar la presencia de un organismo vivo como la levadura. Esto facilitará la interpretación de los experimentos que se propone realizar después. Para anticipar los resultados, los alumnos podrán remitirse a lo conversado anteriormente acerca de lo esponjoso de la masa del pan y su posible relación con la respiración y el desarrollo de los microorganismos.

Algunos puntos que convendrá dejar en claro al analizar el dispositivo

- La función del globito en la boca del tubo: es un indicador de que las levaduras se encuentran en actividad. Cuando la temperatura y el alimento son apropiados, las levaduras se alimentan y respiran. Como resultado de la respiración,³ liberan dióxido de carbono y por eso se forman burbujas. El gas que se desprende se acumula en el interior del tubo y poco a poco va inflando el globo.
- La temperatura del agua (aproximadamente entre 37 °C y 40 °C): porque es la temperatura apropiada para el desarrollo de estos seres vivos.
- La idea central es que al respirar, eliminan gases que inflarán el globo. Cuanto mejores sean las condiciones, mejor se desarrollarán y por lo tanto más gases producirán.

Antes de realizar los experimentos se propone desarrollar una serie de tareas que consisten en la lectura de los instructivos, la formulación de anticipaciones y la organización de las mismas en un cuadro, y la preparación de otro cuadro para el registro de datos.

Si bien en el cuadernillo para los alumnos se plantea la realización de ambas experiencias, el docente podrá organizar la tarea de tal modo que, grupal o individualmente, algunos alumnos realicen la N° 1 y otros, la N° 2. De ser posible, se recomienda el trabajo grupal.

La lectura colectiva es una estrategia privilegiada para trabajar la interpretación de los instructivos, ya que el docente podrá favorecer el análisis de cada paso para que los alumnos tengan presente qué es lo que se está buscando averiguar en cada caso (de qué se alimentan las levaduras; cuál es la temperatura óptima

.....

³ Cuando la cantidad de oxígeno disuelta en el agua es escasa, las levaduras obtienen energía mediante el proceso de fermentación alcohólica. En este proceso también se libera dióxido de carbono. Es probable que durante la experiencia las levaduras realicen ambos procesos, respiración celular y fermentación. Pero para comprender el diseño de la experiencia es suficiente que los alumnos relacionen el desprendimiento de burbujas con la respiración.

para su desarrollo), y en relación con esto discutir el porqué de la preparación de cada tubo (1 a 4).

Algunas consideraciones para tener en cuenta sobre el diseño de los experimentos

- * *La importancia de respetar el orden de los pasos por seguir:* Los pasos de ambas experiencias están secuenciados de tal modo que se pueda aprovechar al máximo el tiempo disponible (por ejemplo, mientras se calienta el agua se pueden ir preparando las muestras en los tubos). Una vez que se agrega la levadura comienza el proceso, es por eso que se indica agregarla en último lugar en todos los tubos. Conviene que este paso se realice rápidamente, de modo que transcurra el menor tiempo posible entre el inicio de la experiencia en el primer tubo y en el último.
- * *La utilidad del tubo N° 4 de la experiencia 1:* Es una muestra testigo. Se utiliza para comparar los resultados obtenidos en presencia de los posibles alimentos con lo que sucede cuando no se agrega ninguno de ellos. Dado que las restantes condiciones (cantidad de levadura, cantidad de agua, temperatura, luz) son idénticas en todos los tubos, esta comparación permite concluir que los cambios que se observan se deben efectivamente a la presencia de ese alimento.
- * *La utilidad del tubo N° 4 de la experiencia 2:* Es una muestra blanco para el tubo que se calentará a 80 °C. A esta temperatura el globo puede inflarse un poco debido a que se forma una cantidad considerable de vapor de agua. El tubo que no contiene levaduras permitirá entonces diferenciar cuánto se infla el globo por este efecto y cuánto por la acción de las levaduras.

En esta oportunidad los alumnos se harán cargo de la elaboración de un cuadro para la anticipación de resultados y otro para el registro de datos. Se sugiere propiciar que este trabajo lo realicen en pequeños grupos, para favorecer el intercambio de ideas acerca de cómo organizar esos cuadros, y para debatir y tomar nota de sus anticipaciones. Los cuadros de anticipaciones y de datos para la experiencia 1 se pueden organizar del siguiente modo:

G.C.B.A.

	Tubo 1 (azúcar)	Tubo 2 (harina)	Tubo 3 (sal)	Tubo 4 (sin agregado)
Cambios en el globo				
Cambios en la mezcla				

Los cuadros de anticipaciones y de datos para la experiencia 2 se pueden organizar del siguiente modo:

	Tubo 1 (0 °C)	Tubo 2 (37 °C)	Tubo 4 (80 °C, sin levadura)
Cambios en el globo			
Cambios en la mezcla			

Algunas recomendaciones para la realización de las experiencias

Experiencia 1: Calentar hasta alcanzar entre 37 °C y 40 °C una cantidad de agua suficiente para preparar las muestras y también para que en los baños correspondientes los tubos queden sumergidos hasta las $\frac{3}{4}$ partes.

Experiencia 2: Calentar agua a 37 °C y a 80 °C en recipientes separados, y también preparar el baño a 0 °C con agua y hielo. Asegurarse de que las cantidades sean suficientes en cada caso para preparar las muestras y también para que en los baños correspondientes los tubos queden sumergidos hasta las $\frac{3}{4}$ partes.

En ambas experiencias: Es necesario controlar que la temperatura del agua del baño se mantenga aproximadamente constante durante todo el desarrollo de cada experiencia. Si desciende más de 3 °C respecto de la temperatura inicial, conviene calentarla hasta que la alcance nuevamente. En ambos casos es muy importante ser precisos en el agregado de los componentes al hacer las mezclas.

Algunas consideraciones sobre lo que se puede observar en la experiencia

Antes de inflarse los globitos se podrán observar otros cambios que se pueden relacionar con la alimentación y la respiración de las levaduras:

- * Al cabo de unos 5 a 10 minutos comenzará a producirse un fino burbujeo en los tubos que se encuentran a 37 °C, con azúcar. En los que tienen harina este burbujeo se iniciará algo más tarde. También empezará a formarse espuma en la superficie de esos tubos, más notoriamente en los que tienen azúcar.
- * En los tubos que se encuentran a 80 °C y a 0 °C no se observarán variaciones.

Los alumnos podrán intercambiar ideas sobre lo que observan para ponerse de acuerdo en cómo registrar esos cambios en el cuadro.

Para analizar los datos obtenidos y relacionarlos con lo que se quería averiguar se recomienda retomar el punteo de características de las levaduras que habían realizado anteriormente y completar la información con los datos que aportaron ambas experiencias. Podrán arribar a un nuevo punteo.

Punteo a modo de referencia:

- * El alimento más apropiado para las levaduras es el azúcar, aunque también pueden alimentarse de harina.
- * La temperatura apropiada para el desarrollo de las levaduras es de aproximadamente 37 °C.
- * Cuando se encuentran en las condiciones apropiadas, las levaduras respiran y eliminan un gas.

Será interesante explicar a los alumnos que a temperaturas muy elevadas, como por ejemplo a 80 °C, las levaduras se mueren, mientras que a 0 °C las células se inactivan pero no mueren. Esto puede ponerse a prueba pasando ambas muestras a un baño a 37 °C y observando si se produce burbujeo y espuma, y si se inflan los globos.

A modo de cierre convendrá que el docente retome lo trabajado acerca de la acción de las levaduras en la fabricación de pan, relacionando los cambios que ellas provocan en la masa (olor, sabor, esponjosidad), con el hecho de que las levaduras son seres vivos que se alimentan, respiran y eliminan desechos. Podrá recuperar las primeras lecturas sobre la fabricación de alimentos, establecer relaciones con los nuevos aprendizajes y formular algunas generalizaciones en relación a que los cambios que los microorganismos provocan sobre los alimentos (en el caso del queso, del pan, y también de la putrefacción) se deben a que estos son seres vivos, se alimentan y eliminan desechos.

Actividad 4: Análisis del yogur como producto de la acción de microorganismos

El propósito de esta actividad es que los alumnos pongan en juego lo que han aprendido a lo largo de todo este trayecto, pero en una situación diferente de las anteriores. También que organicen la tarea con mayor autonomía. Por esta razón, *esta actividad no tiene correlato en el material para el alumno.*

Se propone a los alumnos que realicen una investigación sobre la fabricación casera del yogur. Es probable que muchos de ellos conozcan el procedimiento, aunque tal vez no hayan reflexionado acerca del porqué de sus pasos y de las transformaciones que experimenta la leche.

Con el aporte de todos, los alumnos podrán elaborar las instrucciones para la fabricación del yogur, averiguar qué tipo de microorganismo es el que actúa, si es de un solo tipo o varios, y relacionar las condiciones para la fabricación y las

transformaciones que ocurren con las características de esos microorganismos y con el hecho de que están desarrollándose en un medio apropiado.

El docente promoverá el establecimiento de relaciones entre esta actividad y la realizada con levaduras, teniendo en cuenta que en este caso se trata de otro grupo de microorganismos, las bacterias.

También podrá considerar la posibilidad de que los alumnos realicen un diseño experimental para responder algunas preguntas tales como: ¿cuál será la temperatura óptima para el desarrollo de las bacterias lácticas?

Para la realización de un diseño experimental es importante organizar la tarea en distintos momentos:

- El intercambio de opiniones y la formulación de anticipaciones respecto de las preguntas planteadas.
- El debate en pequeños grupos acerca de qué dispositivo podrán armar para poner a prueba su/s anticipación/es.
- La realización de esquemas y descripciones del dispositivo que pondrán en marcha.
- La explicación de cuáles serán los indicios de que en las muestras han desarrollado bacterias lácticas.
- La distribución de tareas para el armado del dispositivo, para el seguimiento de la experiencia y el registro de datos.
- El armado del dispositivo y la elaboración del instrumento para registrar los datos.
- La realización de la experiencia y el registro de datos.

Por ejemplo, los alumnos podrán proponer que el experimento para poner a prueba cuál es la temperatura óptima para las bacterias lácticas sea preparar yogur a diferentes temperaturas. Si anticipan que las bacterias lácticas desarrollan a temperaturas similares a las ideales para el crecimiento de las levaduras, diseñarán un dispositivo que permita mantener la preparación a 37 °C, a temperaturas mayores y menores. El dispositivo podrá consistir en varias mezclas para la preparación de yogur en idénticas proporciones y cantidades, colocadas en sendos recipientes con aislación térmica de iguales características que permitan mantener a cada muestra a una determinada temperatura durante varias horas.

Explicarán, ayudándose con esquemas, cómo prepararán los baños a distintas temperaturas, cómo los mantendrán a la misma temperatura durante el tiempo que dure la experiencia, qué cantidades de los componentes para la preparación utilizarán, dónde colocarán el termómetro para controlar la temperatura, etc.

G.C.B.A.

En este ejemplo, los indicios del desarrollo de bacterias lácticas serán los cambios en la consistencia, en el olor y en el sabor de la muestra propios del yogur.

Trayecto 2:

Los microorganismos y la salud

Actividad 1: La putrefacción de los alimentos. Introducción al estudio de los microorganismos

El propósito de esta actividad es que los alumnos puedan reflexionar acerca de la descomposición de los alimentos desde una perspectiva científica, desde la cual podrán buscar explicaciones respecto de la putrefacción, sus causas, los agentes que la provocan y en qué consiste la acción de los mismos.

Esta actividad se propone a modo de problema para dar inicio al trayecto. Consiste en que los alumnos realicen una observación sistemática y una descripción minuciosa –en clase o en sus casas– de alimentos tales como frutas, hortalizas o trozos de pan que se encuentren en proceso de putrefacción. Este tipo de observación, muy diferente de la que se suele realizar cuando se mira a los alimentos desde el punto de vista de un consumidor, permite empezar a pensar en el proceso de descomposición como resultado de algún tipo de interacción con el ambiente, que se da en ciertas condiciones. Y también da lugar a formular preguntas que sirvan como guía para una posterior investigación.

Materiales

- Frutas y/u hortalizas en descomposición
- Lupas

Sobre la putrefacción de los alimentos

La putrefacción de los alimentos es el resultado de la actividad metabólica de los microorganismos: estos degradan el alimento para nutrirse y eliminan productos de desecho (ácidos, alcoholes, gases) que son los que dan mal gusto y mal olor a las cosas podridas. Esta actividad es más intensa cuando las condiciones de temperatura, alimento y humedad son favorables.

Por lo general, los alumnos invierten los términos: suelen pensar que es la humedad y el calor lo que “pudre” a los alimentos y que como consecuencia de esto, aparecen los microbios.

En torno a estas ideas se propone trabajar a lo largo de las primeras actividades.

Una vez que los alumnos, reunidos en pequeños grupos, intercambiaron sus ideas referidas a la consigna a), se podrá realizar una puesta en común y dejar registradas las distintas respuestas, de tal modo que puedan releerlas cada vez que sea necesario.

Para la observación de los alimentos en descomposición es conveniente contar con alimentos que presenten distintos aspectos, colores y olores. El trabajo grupal de comparación de las observaciones favorecerá que los alumnos comiencen a conformar la idea de que puede haber variados tipos de microorganismos o que actúan de diferente manera sobre los distintos alimentos.

Ideas de los alumnos que podrán circular

- * Que las manchas son las partes del alimento que se están pudriendo.
- * Que los alimentos se pudren por la humedad y las altas temperaturas (por estar fuera de la heladera, por ejemplo).
- * Que los alimentos se pudren por el paso del tiempo y entonces, sobre ellos, crecen microbios.⁴
- * Que el mal olor se debe a los microbios que “vienen” a los alimentos cuando se están descomponiendo.

Es importante que los alumnos tengan en claro que las conclusiones de esta etapa son provisorias, ya que son el producto de una primera aproximación al problema, y que pueden modificarse a lo largo del estudio.

Se sugiere que en esta primera instancia el docente no aporte demasiada información sobre el tema, ni corrija errores. No obstante, si durante el intercambio ningún alumno tiene en cuenta a los microorganismos, podrá intervenir ayudando a que establezcan relaciones entre el nombre del trayecto (“Los microorganismos y la salud”) y lo que están comenzando a estudiar.

Algunas preguntas que pueden ayudar a avanzar son: *¿A qué podrá deberse que haya microorganismos en esos alimentos? ¿De qué tipo de microbios se podrá tratar? ¿Cuáles conocen ustedes?*

Las ideas aportadas por los alumnos acerca de la intervención de microbios en el proceso de descomposición se podrán tomar como punto de partida para la siguiente actividad. Luego iniciarán una búsqueda de información acerca de los microorganismos y de su relación con la putrefacción de los alimentos.

Actividad 2: La diversidad de microorganismos. Búsqueda de información en bibliografía.

El propósito de esta actividad es que los alumnos conciban la idea o amplíen sus saberes acerca de que los microorganismos son seres vivos y de que existe una gran diversidad de ellos. También que aprendan a buscar información precisa en un texto.

Algunas de las preguntas formuladas en la actividad anterior y al inicio de esta actividad darán lugar a buscar información sobre qué son los microorganismos, cómo son, qué diferentes tipos existen.

.....
⁴ Aunque microbio es un término vulgar, en este nivel puede tomarse como sinónimo de microorganismo.

Los alumnos cuentan en su cuadernillo con un texto sobre los microorganismos. Al igual que en la Actividad 2 del Trayecto 1, para el trabajo con este texto se sugiere dividir a la clase en grupos, y abordarlo en dos momentos diferentes. En un primer momento, todos los grupos leen la parte referida a los microorganismos en general, y completan conjuntamente el cuadro que se sugiere en la consigna a) de la actividad. En un segundo momento, cada grupo puede buscar información sobre un tipo de microorganismo asignado por el docente, para luego compartirla con los otros grupos. De este modo se economiza tiempo y además la tarea de elaboración y organización de la información cobra sentido, ya que se realiza para comunicar a los compañeros.

En la segunda parte de esta actividad, los alumnos tienen que elaborar ellos mismos un cuadro que permita comparar las características de los diferentes microorganismos. La elaboración del cuadro puede realizarse en conjunto, de manera que todos se pongan de acuerdo acerca de cómo construirlo y qué información se volcará en él. Convendrá que se centren en las características referidas a cómo son, dónde viven, cómo se nutren y de qué se alimentan. Durante este trabajo conjunto, los alumnos podrán ir contrastando las distintas ideas que tenían acerca de los microorganismos al comenzar la tarea con la información obtenida mediante la lectura.

Actividad 3: Las bacterias y las enfermedades infecciosas. Lectura de textos referidos a un experimento histórico

Esta actividad tiene dos propósitos. Por una parte, que los alumnos establezcan relaciones entre lo estudiado sobre los microorganismos y las enfermedades infectocontagiosas; por otra, que se aproximen a la actividad científica desde una mirada histórica de la producción del conocimiento.

Después de la lectura del texto “Los microorganismos y las enfermedades infecciosas”, el docente podrá propiciar una breve conversación con los alumnos en la que se destacará que el aporte de Koch consiste en relacionar los microorganismos con el contagio de las enfermedades y mostrar que para cada enfermedad hay un tipo de microorganismo que la produce. Antes de proseguir con la lectura se les solicita a los alumnos que revisen sus conocimientos sobre las bacterias, con la intención de articular lo estudiado recientemente con la nueva información.

Para dar lugar a la lectura de los textos acerca de los experimentos y de los postulados de Koch se sugiere plantear algunas preguntas que propicien la anticipación de lo que van a encontrar en ellos. Por ejemplo: *¿cómo habrá logrado relacionar a los microorganismos con el contagio?*, *¿cómo habrá hecho para identificar qué microorganismo causa una determinada enfermedad?* Se espera que estas preguntas despierten la curiosidad, generen el interés por la lectura

y favorezcan así la interpretación del texto. Por lo tanto, no se propone que los alumnos las respondan, pues probablemente no dispongan de información que les permita hacerlo. Resultará más enriquecedor para los alumnos si la lectura e interpretación del esquema que representa el experimento, así como la tarea de responder las preguntas y completar el cuadro, se realiza en pequeños grupos. Durante la puesta en común podrán explicitar las relaciones que encuentren entre los pasos del experimento y los postulados de Koch.

A modo de cierre, podrá abrirse un espacio para que los alumnos relaten situaciones vividas o conocidas por ellos en relación con alguna enfermedad infecciosa, con el propósito de que encuentren algunos nexos entre lo aprendido y ciertos aspectos de esas experiencias (por ejemplo, cómo se realizó el diagnóstico y qué estudios se realizaron, cómo se produjo el contagio, cuáles fueron los cuidados y precauciones recomendados).

Actividad 4: Los medios de cultivo de microorganismos. Introducción a una técnica de laboratorio

En esta actividad los alumnos pondrán en práctica una técnica para el cultivo de microorganismos con el propósito de que realicen una mejor interpretación de los aportes de Koch y que conozcan una de las tareas básicas que se desarrollan actualmente en los laboratorios de microbiología.

Los alumnos podrán leer previamente y en forma autónoma los instructivos, pero será conveniente que las tareas de preparación del medio y de siembra las realicen grupalmente y con el acompañamiento del docente. La tarea no es difícil para un adulto, pero requiere de organización y de una actitud metódica en el trabajo, especialmente en lo que hace al cuidado de las medidas de esterilización.

Algunas cuestiones sobre el lenguaje

El lenguaje utilizado en los instructivos puede generar confusiones. En particular, puede ocurrir que los alumnos asocien los términos “cultivo” y “siembra” con semillas y cultivo de plantas, y relacionen a los microorganismos con ellas. Será importante advertirles que se trata del lenguaje propio de la microbiología, y que los microorganismos son un grupo de organismos que no tiene nada que ver con las plantas. Para resolver esta confusión, podrán recordar la clasificación de los seres vivos en 5 reinos y ubicar a los microorganismos en los que corresponden. Además, podrán revisar las formas de reproducción de los microorganismos para constatar que no se reproducen mediante semillas.

La elaboración del instrumento para registrar las observaciones se realizará entre todos. En ese instrumento deberán figurar los números o nombres con que se identifican las cajas de Petri y los días en que se realizarán las observaciones. Lo irán completando a medida que se desarrollen los microorganismos en los cultivos.

Algunas informaciones sobre los cultivos

Por lo general, los cultivos realizados en condiciones escolares suelen contaminarse. Es decir que, además de los microorganismos propios del material que se utilizó para la siembra (leche, saliva, agua estancada) aparecen otros provenientes del aire o de los instrumentos que se utilizan. Lejos de ser un problema en este contexto, es una excelente oportunidad para realizar algunos análisis interesantes. Por ejemplo, sobre el hecho de que, a pesar de que en cada caja se creó un ambiente distinto de las restantes, en todas ellas se pueden encontrar algunos microorganismos similares. También es posible que en la caja testigo (donde supuestamente no debería crecer nada) aparezca el mismo tipo de microorganismos común a las otras cajas. Esto podrá llevar a la pregunta *¿de dónde provendrán esos microorganismos?* y permitirá reflexionar acerca de la presencia de los mismos en diferentes ambientes y sobre las condiciones de esterilidad con que se trabajó.

En general, al cabo de una semana, en las cajas sembradas pueden observarse dos tipos de colonias claramente diferenciables. Unas que son de formas y bordes bien definidos, que miden como máximo unos 0,5 centímetros de diámetro, por lo general brillantes y de colores blanco, amarillo, anaranjado, rosado. Se trata de colonias de bacterias. Las otras, de aspecto algodonoso, extendidas y con bordes irregulares, generalmente de color blanco, verde oscuro o negro corresponden a mohos. Es común que en la caja testigo aparezcan los mismos mohos que están presentes también en las otras cajas.

Durante ese período de observación y registro del crecimiento es importante que revisen e interrelacionen permanentemente los resultados de la experiencia con lo estudiado anteriormente acerca de las características de los distintos microorganismos y de las condiciones para su desarrollo.

Con el fin de relacionar las dos líneas de trabajo desarrolladas durante este trayecto, al finalizarlo será conveniente propiciar una reflexión acerca del papel de los microorganismos en la putrefacción de los alimentos y en la producción de enfermedades. Lo más relevante es que reconozcan que en ambos casos se trata del resultado de la acción de los microorganismos sobre los alimentos o las personas, y que esa acción está relacionada con el hecho de que son seres vivos que se alimentan, se desarrollan y producen desechos.

Si el docente está interesado en profundizar un poco más en estos temas, y si cuenta con los elementos, se puede indagar el efecto de los antisépticos sobre los microorganismos. En ese caso puede proponer que algunas de las cajas de Petri se hagan por duplicado. Por ejemplo: saliva 1 y saliva 2, agua estancada 1 y agua estancada 2. Mientras que las N° 1 quedarán como están, a las n° 2 se les puede agregar alcohol, o algún otro desinfectante, y comparar los resultados.

Actividades complementarias

Las siguientes actividades podrán realizarse al finalizar cualquiera de los dos trayectos. La primera, "Producción de biogás", tiene como propósito que los alumnos conozcan otro proceso de fabricación, en este caso de un combustible, en el que se aprovecha la acción de ciertos microorganismos. Dado que se trata de una forma alternativa de obtención de energía considerada menos contaminante que las más tradicionales (uso de combustibles fósiles, energía hidroeléctrica, etc.), el estudio de este proceso puede relacionarse con temáticas del cuidado del ambiente.

La segunda actividad, "El descubrimiento de la penicilina", propone la lectura de un texto original de A. Flemming acerca del descubrimiento de este importante antibiótico y del contexto histórico en el que se produjo. El estudio de este caso puede relacionarse con el uso de los microorganismos en la medicina y con temáticas relacionadas con el cuidado de la salud.

1 - Producción de biogás

En primer término se propone que los alumnos lean un texto sobre la producción de biogás y luego analicen un dispositivo sencillo, utilizando la información del texto, y que diseñen su propio aparato productor de biogás. También se presenta un instructivo para la construcción de un "sifón de biogás", que los alumnos podrán analizar y, de ser posible, poner en práctica.

La producción de biogás

La utilización de microorganismos posibilita la obtención de una gran variedad de productos. Se encuentran así aplicaciones en la alimentación humana, en medicina, en la obtención de energía, entre otras. Una forma de obtención de energía mediante la utilización de microorganismos es la producción de biogás.

La producción de biogás (o gas metano) es una práctica especialmente difundida en países con grandes extensiones de terreno, como la China y la India, en los que el transporte de combustible encarece y dificulta su disponibilidad. Aunque en menor proporción, la producción de biogás comienza también a ser practicada en nuestro país.

Consiste en la instalación de enormes tanques cilíndricos de hormigón (reactores) con capacidad para almacenar desechos (estiércol del ganado y rastrojo de las cosechas). Estos desechos constituyen la materia orgánica que sirve de alimento a un grupo de bacterias que elaboran metano como producto de su metabolismo. En ciertas condiciones es posible utilizar este proceso para producir combustible para uso doméstico en áreas rurales.

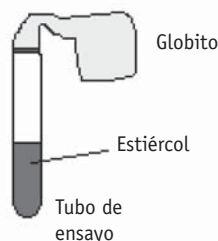
Las bacterias que producen metano no pueden desarrollarse en ambientes donde haya oxígeno. Por supuesto, estos no son los únicos microorganismos presentes en los materiales de desecho, ya que también se encuentran variedades de bacterias que sí respiran oxígeno y liberan dióxido de carbono.

Las condiciones para la generación de biogás deben necesariamente tener en cuenta los requerimientos ambientales de las bacterias que lo producen: presencia de agua, de alimento, ausencia de oxígeno, temperatura alrededor de los 40 °C.

Consigna sugerida para la interpretación de este texto

Supongan que armamos el siguiente experimento, basándonos en las recomendaciones que se explican en el texto, para producir biogás:

¿Qué creen que pasará? ¿Por qué?



Se propone que los alumnos analicen este dispositivo utilizando como referencia la información del texto, y luego diseñen un aparato productor de biogás que se pueda conectar a un mechero bunsen, de modo que el gas producido se aproveche para encenderlo, al menos durante unos pocos minutos. Para el diseño tendrán que tomar en cuenta las características del proceso que se va a desarrollar allí, y prever cómo superar posibles inconvenientes que presenta el aparato construido con el tubo y el globo (por ejemplo, que el biogás no puede ser aprovechado como fuente de energía pues queda atrapado en el globo, que las dimensiones de este aparato probablemente no permitan producir una cantidad de biogás suficiente para encender el mechero durante al menos un minuto).

El docente podría solicitar a los alumnos que propongan formas de resolver estos problemas y otros que pudieran surgir.

Instrucciones para la fabricación de un sifón de biogás

Aprovechamiento de los microorganismos en la producción de energía

Fabricación de un sifón de biogás

Materiales

- un sifón plástico para soda, con tapa a rosca;
- estiércol de caballo, de vaca o de cerdo;
- una cuchara sopera o palita de jardín;
- un embudo de plástico;
- una lamparita de 60 Watts;
- una pecera o recipiente grande de telgopor o madera (también puede ser una "heladerita" de camping);
- un termómetro y un trozo de tela adhesiva para sujetarlo;
- un mechero de gas tipo bunsen, con manguera ;
- agua sin cloro (puede ser hervida en caso de sospechar su presencia);
- guantes y barbijos para trabajar con materia orgánica en descomposición;
- mantel.

Instrucciones para el armado del dispositivo

1. Pónganse los guantes y usen la palita para ubicar el estiércol sobre el mantel, desmenuzarlo y mezclarlo.
2. Con la palita y el embudo traspasen la mezcla al sifón, de modo de llenarlo hasta la mitad.
3. Agreguen a la preparación anterior el agua sin cloro hasta apenas cubrirla.
4. Corten el tubo del sifón para que quede de 10 cm de largo aproximadamente.
5. Coloquen la tapa del sifón, verificando que quede bien cerrada.
6. Ubiquen el dispositivo y la lamparita dentro de la caja o “heladerita”. Enciendan y apaguen la lamparita las veces que sea necesario para mantener el sistema, dentro de lo posible, alrededor de los 40 °C (aproximadamente cada 15 minutos, encender y apagar). Con tela adhesiva sujeten el termómetro de laboratorio a una de las paredes de la caja para controlar esta variable.
7. Aprieten el sifón mientras presionan el botón del mismo, para que salga un poco de aire.
8. Mantengan el dispositivo en esas condiciones durante aproximadamente 5 días.

Preguntas sugeridas para la interpretación de la guía

1. ¿Qué esperan que ocurra al cabo de un tiempo? (Relacionen con lo que sucedía en el tubo de ensayo con el globito y con lo que ustedes propusieron para armar un dispositivo de biogás.)
2. ¿Por qué les parece que hay que ubicar el dispositivo en un recipiente cuya temperatura se mantenga alrededor de los 40 °C?
3. El gas metano que se espera que los microorganismos produzcan es el gas que se utiliza para mantener encendidas hornallas y mecheros. Piensen cómo podrían aprovechar este dispositivo para encender el mechero del laboratorio de la escuela.

2 - El descubrimiento de la penicilina

La actividad puede comenzar con una conversación que recupere la idea de que los microorganismos pueden ser perjudiciales o beneficiosos para las personas, y que ahora van a estudiar un caso en que cierto tipo de hongo puede ser aprovechado para evitar los efectos perjudiciales de bacterias causantes de enfermedades. Se explicará a los alumnos que se trata del hongo *Penicillium* (el moho verde que suele crecer sobre el pan o las naranjas y mandarinas), que produce una sustancia llamada penicilina, y se los animará a comentar qué saben acerca de ese producto. Luego del intercambio sobre lo que saben los alumnos y la información que aporte el docente, podrán quedar planteadas las siguientes ideas:

- Que la penicilina es un antibiótico.

- Que un antibiótico mata a las bacterias.
- Que el científico que descubrió los efectos antibióticos de la penicilina fue Alexander Fleming.

El texto está organizado en cuatro partes. La primera es la presentación que hace el propio Fleming de sí mismo y del contexto de sus investigaciones. La segunda hace referencia a cuál fue la circunstancia que desencadenó la investigación que lo llevó al descubrimiento de la penicilina. La tercera describe algunos de los experimentos que realizó. La cuarta reflexiona sobre las posibilidades médicas de su descubrimiento.

Este texto presenta algunas complejidades que plantean un interesante desafío para los alumnos. Es por eso que se propone desarrollar una dinámica de trabajo que contribuya a su comprensión. Por ejemplo, que realicen en primer lugar una lectura silenciosa de todo el texto y marquen palabras o frases que no entiendan. En un segundo momento, podrán volver a leerlo por partes pero esta vez en voz alta, para que el docente tenga la oportunidad de formular algunas preguntas, aclarar dudas y comentar ciertos párrafos.

Si las características del grupo lo permiten, esta es una buena oportunidad para organizar exposiciones en las cuales los alumnos tengan que organizar la información para comunicarla a sus compañeros. En ese caso, luego de leer en voz alta la primera parte y de discutirla en conjunto, se pueden organizar tres grupos y distribuir las tres partes restantes de manera que cada uno pueda preparar una exposición sobre lo leído. Para facilitar la tarea, cada grupo puede contar con algunas preguntas orientadoras.

Antes de comenzar la lectura en pequeños grupos será conveniente aclarar a los alumnos que van a encontrar varias veces la palabra estafilococos y explicar que son un tipo de bacterias que provocan infecciones en las heridas.

A continuación se ofrecen algunas preguntas para orientar la interpretación de los textos:

PARTE 1 (EL DESCUBRIMIENTO DE LA PENICILINA / Investigaciones previas)

- ¿Qué es lo que le interesaba estudiar a Fleming como médico?
- ¿Qué significa “poder antibacteriano de los leucocitos”?
- Fleming menciona que le preocupaban dos tipos de problemas, ¿cuáles son?
- A qué se refiere Fleming en la última frase del este texto: “A raíz de esto.....heridas infectadas”.

PARTE 2 (La contaminación de un cultivo)

- Sabiendo que Fleming era médico y conociendo los temas que le preocupaban, ¿cuál fue el descubrimiento importante que se relata en el texto?

- b) Escriban brevemente para sus compañeros cómo fue que apareció el hongo en la placa de cultivo.
- c) ¿Por qué dice Fleming que esa contaminación no era inesperada dadas las condiciones?

PARTE 3 (Estudios experimentales)

Fleming realizó cuatro tipos de experimentos con los hongos:

- 1) obtuvo un cultivo puro del hongo,
 - 2) investigó qué microorganismos eran afectados por el hongo y cuáles no,
 - 3) investigó si otros hongos producían el mismo efecto sobre las bacterias,
 - 4) investigó si el efecto antibacteriano se debía al hongo o a una sustancia producida por el hongo.
- a) ¿Cómo hizo Fleming para obtener el cultivo puro? (Pueden ayudarse con esquemas)
 - b) Utilizando el primer esquema, expliquen cómo investigó qué microorganismos eran afectados por el hongo y cuáles no, y a qué resultados llegó.
 - c) ¿Imaginan cómo habrá hecho para investigar lo que dice el punto 3 y a qué resultado llegó?
 - d) Utilizando el último esquema, expliquen cómo investigó el punto 4 y a qué resultados llegó.

PARTE 4 (Los efectos de la penicilina sobre los leucocitos)

- a) Recuerden y escriban qué es lo que le preocupaba a Fleming sobre los antisépticos químicos
- b) ¿Qué experimentos hizo para probar si la penicilina era tóxica o no lo era? ¿A qué resultados llegó?
- c) ¿Cómo explicarían ustedes que, a pesar de que Fleming descubrió la penicilina en 1929, no comenzó a producirse en gran escala hasta 1940?

A continuación se presentan los textos propuestos.

EL DESCUBRIMIENTO DE LA PENICILINA

Voy a hablarles acerca de los primeros días de la penicilina, ya que es la parte de su historia que motivó el que se me otorgara el premio Nobel. Frecuentemente me han preguntado por qué inventé el nombre *penicilina*. Simplemente seguí el camino ortodoxo y acuñé la palabra que explicaba que la sustancia penicilina derivaba de un hongo del género *Penicillium*, tal como hace muchos años la palabra “digitalina” se inventó para una sustancia derivada de la planta *Digitalis*.

Investigaciones previas

Durante toda mi carrera como médico, me había interesado por saber cómo es que los leucocitos (glóbulos blancos) destruyen a las bacterias. Durante la Primera

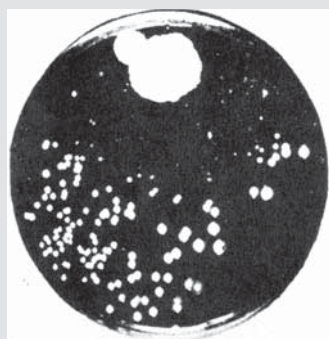
Guerra Mundial (1914 a 1918) pasé mucho tiempo investigando problemas en relación con las heridas infectadas. Como resultado de esas investigaciones quedé impresionado por el poder antibacteriano de los leucocitos contenidos en el pus exudado de las heridas infectadas. También resultaba claro de estas investigaciones que los antisépticos químicos que se usaban para desinfectar las heridas (como, por ejemplo, el ácido carbólico) eran más destructivos para los leucocitos que para las bacterias.

En los años de la posguerra continuó mi interés por la relación entre los antisépticos y los leucocitos, y en 1924 pude demostrar claramente la capacidad anti-leucocítica de los antisépticos. A raíz de esto indiqué que si los antisépticos eran más eficaces matando a los glóbulos blancos que a las bacterias, el uso de estos antisépticos no sería muy eficaz para tratar las heridas infectadas.

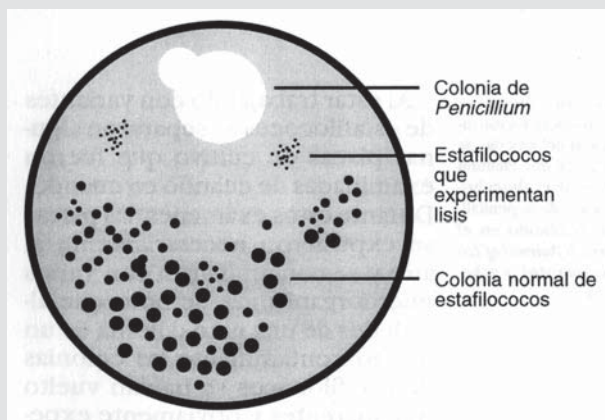
La contaminación de un cultivo

En septiembre de 1928, me hallaba yo estudiando unas colonias de estafilococos. Como parte de esta investigación, debía observar las colonias al microscopio lo cual requería quitar la tapa a las placas de cultivo durante un tiempo, lo cual lo dejaba expuesto a la contaminación del aire. Una vez examinadas las placas de cultivo, colocaba algunas de ellas en la incubadora y otras las dejaba a temperatura ambiente.

Cuando, unos días más tarde, observé una de las placas dejadas a temperatura ambiente, encontré que se había formado una colonia de hongos hacia un lado de la placa de cultivo. Dicha contaminación con un hongo no era inesperada en tales circunstancias, pero lo sorprendente era que precisamente en esa placa de cultivo las colonias de estafilococos que se encontraban más o menos cerca alrededor de los hongos se habían destruido. "Lo que había sido en su origen una colonia de estafilococos bien desarrollada, era ahora una débil sombra de su primitivo ser."



Fotografía de la placa contaminada.

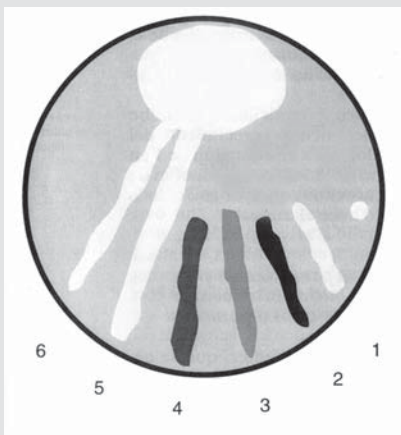


Dibujo del cultivo contaminado.

Estudios experimentales

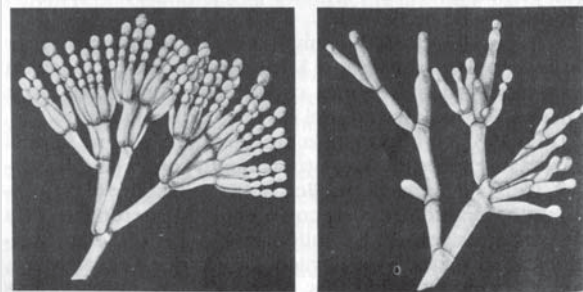
Para investigar mejor cuál era el efecto del hongo sobre las bacterias estafilococos, toqué la colonia de hongos con un alambre y trasladé algunas esporas a un tubo con un medio de cultivo adecuado para hongos. De esta manera me aseguraba de obtener un cultivo puro del hongo que estaba investigando.

Cuando tuve un cultivo puro del hongo lo sembré en otra placa de cultivo y después que hubo crecido a temperatura ambiente durante 4 ó 5 días, pincelé diferentes microbios radialmente sobre la placa. Algunos de ellos crecieron hasta el hongo pero otros fueron inhibidos a una distancia de varios centímetros del mismo.



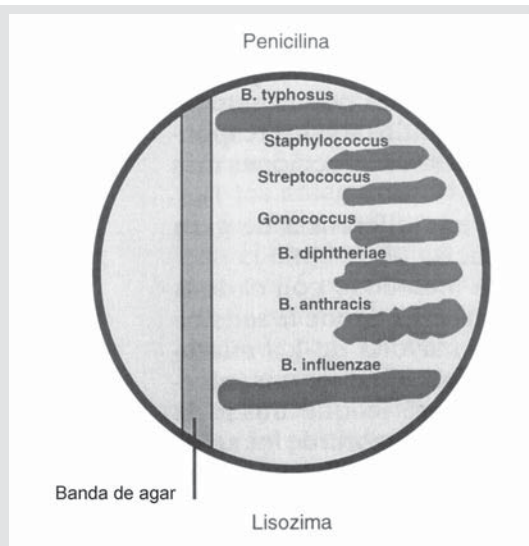
Diferentes bacterias pinceladas en torno a una colonia de *Penicillium notatum*, en un cultivo de cuatro días: 1: *Staphylococcus*; 2: *Streptococcus*; 3: *B. diptheriae*; 4: *B. anthracis*; 5: *B. typhosus*; 6: *B. coli*.

Esto significaba que el hongo producía una sustancia antibacteriana que afectaba a algunos microbios pero no a otros. De la misma manera probé otros tipos de hongo, pero no producían la sustancia antibacteriana, lo que mostraba que el hongo que había aislado era verdaderamente excepcional. El hongo era del tipo *Penicillium*, y como la sustancia activa era desconocida, la bautizamos con el nombre de "penicilina".



Luego cultivé el hongo en un medio líquido para saber si la sustancia antibacteriana aparecía en dicho medio. Luego de una semana, comprobamos que el líquido del cultivo diluido entre 500 y 800 veces podía evitar por completo el crecimiento de colonias de estafilococos.

Esta prueba consistió en colocar una banda de Agar mezclado con el medio de cultivo líquido donde había crecido el hongo en una placa de cultivo, y luego sembrar distintos tipos de bacterias de manera perpendicular a la banda. El resultado se muestra en la siguiente figura:



No había duda de que el efecto antibacteriano no se debía al hongo en sí, sino a una sustancia producida por dicho hongo.

Los microbios que más poderosamente fueron inhibidos por la penicilina son los responsables de nuestras infecciones más comunes.

Los efectos de la penicilina sobre los leucocitos

En vista de los resultados obtenidos anteriormente con los antisépticos químicos de uso corriente, procedí a probar si, como aquéllos, la penicilina era venenosa para los leucocitos humanos. Llegué a la conclusión de que la toxicidad de los potentes filtrados del caldo de hongo *Penicillium* sobre los animales es muy baja. Veinte mililitros inyectados intravenosamente en un conejo no son más tóxicos que la misma cantidad del caldo solo. Medio mililitro por vía intraperitoneal en un ratón de 20 g no induce manifestaciones tóxicas. La irrigación constante de amplias superficies infectadas en el hombre no se acompaña de síntomas tóxicos. En el laboratorio, cuando se cultivan glóbulos blancos con penicilina en una proporción que impide el crecimiento de los estafilococos, esta no interfiere con la función de los leucocitos.

A pesar de que Fleming vislumbró el posible valor clínico de la penicilina, a mediados de 1929, esta no era motivo de estudio especial en su laboratorio. Recién en los primeros meses de 1940, a pocos meses de comenzada la Segunda Guerra Mundial, comenzaron los estudios y la obtención de penicilina a gran escala, la cual fue utilizada con enorme éxito con los miles de heridos provocados por esa terrible guerra.

La fuente de donde se sacó el texto es: José Antonio Rojas (1994), "El sembrador de salud. Alexander Fleming". Colección: viajeros del conocimiento. Editorial Pangea - México (distribuye Editorial Colihue, Buenos Aires)

Bibliografía

- Magdalena Fresán. *El vencedor del mundo invisible. Louis Pasteur*. Colección: Viajeros del conocimiento. México, Editorial Pangea (distribuye Editorial Colihue, Buenos Aires), 1989.
- José Antonio Rojas. *El sembrador de salud. Alexander Fleming*. Colección: Viajeros del conocimiento. México, Editorial Pangea (distribuye Editorial Colihue, Buenos Aires), 1994.
- Eduardo Wolovelsky. *El descubrimiento de las bacterias y el experimento 606*. Colección: Los libros del nautilus. Buenos Aires, UBA - Rojas, Eudeba, 2003.
- Curtis, H; Barnes S. *Invitación a la Biología*. Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, 2006.

Sitios de Internet

- http://www.cascadia.ctc.edu/FacultyWeb/instructors/ccollin/protozoa_and_porifera.htm
- <http://fai.unne.edu.ar/biologia/>
- <http://www.joseacortes.com/galeriaimag/microorganismos/index.htm>
- <http://www.microbios.com.ar/>

G.C.B.A.

Ciencias Naturales

Los microorganismos

Tercer ciclo de la escuela primaria

adultos

