

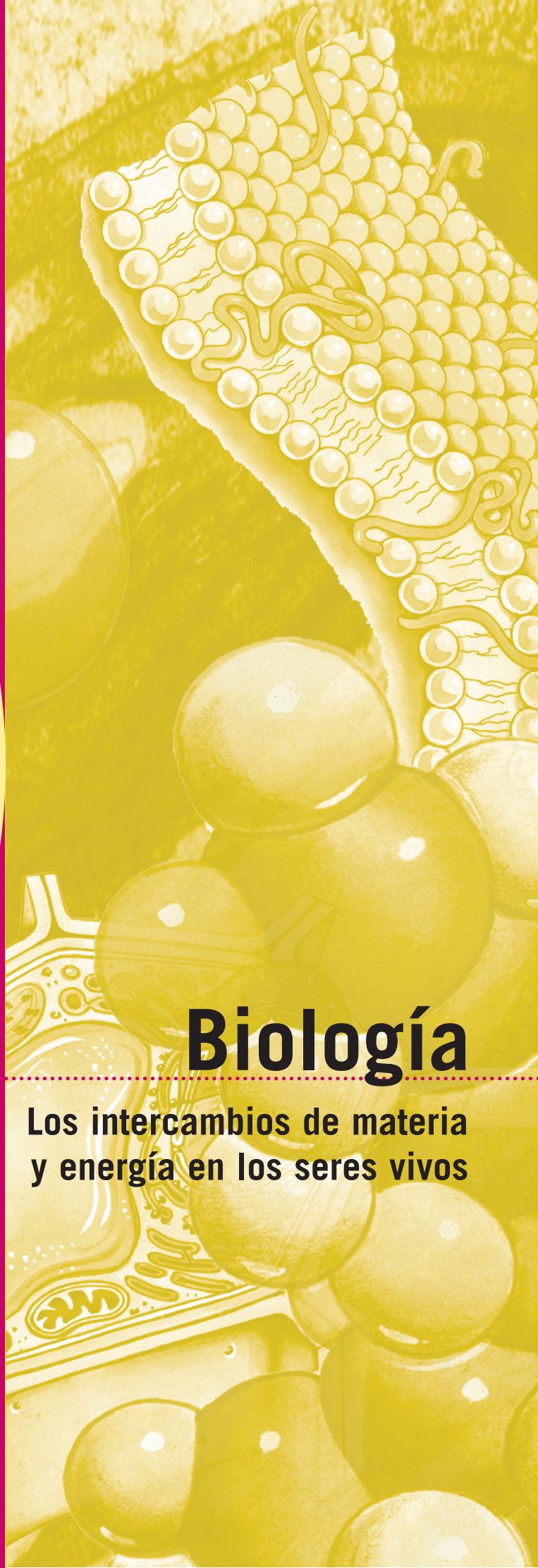
**• Aportes para la enseñanza. Nivel Medio. 2006**



G. C. B. A.  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE PLANEAMIENTO  
DIRECCIÓN DE CURRÍCULA

# Biología

## Los intercambios de materia y energía en los seres vivos



# **Biología**

**Los intercambios de materia  
y de energía en los seres vivos**

**G.C.B.A.**

• Aportes para la enseñanza. **NIVEL MEDIO**

**2006**

# **Biología**

**Los intercambios de materia  
y de energía en los seres vivos**



G. C. B. A.  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE PLANEAMIENTO  
DIRECCIÓN DE CURRÍCULA

Biología los intercambios de materia y de energía en los seres vivos - 1a ed. - Buenos Aires : Ministerio de Educación - Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2006.

72 p. ; 30x21 cm. (Aportes para la enseñanza nivel medio)

ISBN 987-549-306-6

1. Biología-Enseñanza. I. Título

CDD 570.7

Este documento se entrega junto con nueve láminas,  
un video y un CD.

ISBN-10: 987-549-306-6

ISBN-13: 978-987-549-306-3

© Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires

Ministerio de Educación

Dirección General de Planeamiento

Dirección de Currícula. 2006

Hecho el depósito que marca la Ley n° 11.723

Esmeralda 55. 8º.

C1035ABA. Buenos Aires

Correo electrónico: [dircur@buenosaires.edu.ar](mailto:dircur@buenosaires.edu.ar)

Permitida la transcripción parcial de los textos incluidos en esta obra, hasta 1.000 palabras, según Ley 11.723, art. 10º, 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

Ministro de Educación

ALBERTO SILEONI

Subsecretaria de Educación

MARA BRAWER

Director General de Educación

EDUARDO ARAGUNDI

Director de Área de Educación Media y Técnica

HUGO SERENO

Directora de Área de Educación Artística

BEATRIZ ZETINA

Directora General de Planeamiento

ANA M. CLEMENT

Directora de Currícula

MARCELA BENEGAS

Directora General de Educación Superior

ANDREA ALLIAUD

*Biología. Los intercambios de materia y de energía en los seres vivos*  
Aportes para la enseñanza. Nivel Medio

**Elaboración del material**

DIRECCIÓN DE CURRÍCULA

EQUIPO CENTRAL

Coordinación: Marcela Benegas

Graciela Cappelletti

Marta García Costoya

Marta Tenutto

Coordinación del área de Ciencias Naturales:

Laura Lacreu

Especialista:

Laura Socolovsky

Colaboración en la preselección de fuentes:

Beatriz Libertini y Juan Cascallares

Secuencias didácticas

Especialista:

Mirta Kauderer

**Agradecimientos:**

A todos los docentes que, durante las consultas del año 2002, nos estimularon para la elaboración de las secuencias didácticas que se incluyen en este material.

A las profesoras y los alumnos que, durante el año 2003, pusieron a prueba las secuencias en el aula y con sus comentarios ayudaron a mejorarlas: Carmen Collado, Norma Noseda, Nélida Pepe, Leonor Salinas, Beatriz Zetina.

A Ediciones Colihue, por los fragmentos del texto de David Aljanati, *La vida y el universo*; y a Editorial Reverté S.A., por el fragmento del texto de Lynn Margulis, *El origen de la célula*, incluidos en esta publicación.

A *Educable*, por su permiso para reproducir algunas imágenes en esta obra.

---

EDICIÓN A CARGO DE LA DIRECCIÓN DE CURRÍCULA

Supervisión de edición: Virginia Piera y María Laura Cianciolo

Diseño de serie: Adriana Llano y Alejandra Mosconi

Diagramación: Patricia Leguizamón, Adriana Llano, Alejandra Mosconi y Patricia Peralta

Corrección: Paula Galdeano y Cristina Pruzzo

Ilustración: Susana Guerra

Edición digital: María Laura Cianciolo

Apoyo logístico: Olga Loste y Jorge Louit

# Biología

## Los intercambios de materia y de energía en los seres vivos

<b>PRESENTACIÓN .....</b>	11
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
POR QUÉ UN “RECURSERO” .....	13
LA TAREA DE ENSEÑAR Y LA UTILIZACIÓN CREATIVA DE LOS RECURSOS .....	13
<b>FUNDAMENTACIÓN</b>	
1. LA SELECCIÓN DEL NÚCLEO TEMÁTICO “LOS INTERCAMBIOS DE MATERIA Y DE ENERGÍA EN LOS SERES VIVOS” .....	15
2. LA SELECCIÓN Y LA ORGANIZACIÓN DE LOS RECURSOS .....	15
<i>La organización de estos recursos.....</i>	16
<i>Los criterios de selección de los recursos.....</i>	17
• <i>Sobre la manipulación durante la situación experimental.....</i>	20
• <i>Sobre el diseño de las experiencias y el control de variables.....</i>	20
• <i>Sobre la interpretación de los datos.....</i>	21
• <i>Sobre el registro y la comunicación de la información .....</i>	21
NOCIÓN DE MODELO .....	22
ACTIVIDADES EXPLORATORIAS Y EXPERIMENTALES: CAJA NEGRA .....	22
PROFUNDIZACIÓN .....	23
TEXTOS .....	23
<i>Caja negra, caja negra, la de una salida sola.....</i>	23
EJEMPLOS DE TEXTOS ESCOLARES QUE HACEN UN TRATAMIENTO ACORDE CON ESTE ENFOQUE .....	24
• <i>Sugerencias para el trabajo con estos textos.....</i>	24
CONCEPTO DE SISTEMA .....	26
LÁMINA 1: SISTEMA ABIERTO .....	26
LÁMINA 2: SISTEMA CERRADO.....	27
• <i>Sugerencias para el trabajo con estas láminas.....</i>	27
VIDEO 1: SISTEMAS .....	28
• <i>Sugerencias para el aprovechamiento de este video .....</i>	28
LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA: EL ESTUDIO DEL MODELO CORPUSCULAR .....	29
ACTIVIDADES EXPLORATORIAS Y EXPERIMENTALES: EL ESTUDIO DEL MODELO CORPUSCULAR .....	29
PROFUNDIZACIÓN.....	31
LÁMINA 3: MODELIZACIÓN DE DIVERSOS FENÓMENOS.....	32
LÁMINA 4: DISTINTAS FORMAS DE MODELIZAR UNA MISMA SUSTANCIA .....	33
• <i>Sugerencias para el trabajo con estas láminas:.....</i>	33
LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA: LAS TRANSFORMACIONES QUÍMICAS .....	34
ACTIVIDADES EXPLORATORIAS Y EXPERIMENTALES: LAS TRANSFORMACIONES QUÍMICAS .....	34
PROFUNDIZACIÓN.....	35

TEXTOS .....	35
<i>La estructura de la materia: una mirada histórica</i> .....	35
<i>Las transformaciones químicas: una mirada histórica. Una teoría para un siglo</i> .....	37
<i>Las transformaciones químicas: una mirada histórica. Sol de fuego</i> .....	37
• <i>Sugerencias para el trabajo con estos textos</i> .....	38
EJEMPLOS DE TEXTOS ESCOLARES QUE HACEN UN TRATAMIENTO ACORDE CON ESTE ENFOQUE.....	38
LÁMINA 5: LAS TRANSFORMACIONES QUÍMICAS Y SUS REPRESENTACIONES .....	39
• <i>Sugerencias para el trabajo con esta lámina</i> .....	39
<b>COMPOSICIÓN DE LOS SERES VIVOS Y DE LOS ALIMENTOS</b>	
TEXTOS .....	40
<i>La composición química de los seres vivos: una mirada histórica, según Isaac Asimov</i> .....	40
<i>La composición química de los seres vivos: una mirada histórica, según Carl Sagan</i> .....	41
• <i>Sugerencias para el trabajo con estos textos</i> .....	42
EJEMPLOS DE TEXTOS ESCOLARES QUE HACEN UN TRATAMIENTO ACORDE CON ESTE ENFOQUE .....	42
<b>LOS SERES VIVOS COMO SISTEMAS ABIERTOS. OBTENCIÓN DE MATERIA Y DE ENERGÍA</b>	
ACTIVIDADES EXPLORATORIAS Y EXPERIMENTALES: INTERCAMBIOS DE MATERIA Y ENERGÍA	
EN LAS PLANTAS DE UN INVERNADERO EN MINIATURA .....	43
• <i>Sugerencias para el trabajo en el aula</i> .....	45
PROFUNDIZACIÓN.....	45
TEXTOS .....	46
<i>Los seres vivos como sistemas abiertos</i> .....	46
<i>La nutrición en los vegetales. Un relato histórico</i> .....	48
• <i>Sugerencias para el trabajo con estos textos</i> .....	53
EJEMPLOS DE TEXTOS ESCOLARES QUE HACEN UN TRATAMIENTO ACORDE CON ESTE ENFOQUE .....	54
LÁMINA 6: INTERCAMBIOS DE MATERIA Y DE ENERGÍA EN LAS PLANTAS.....	54
LÁMINA 7: INTERCAMBIOS DE MATERIA Y ENERGÍA EN LOS ANIMALES.....	55
• <i>Sugerencias para el trabajo con estas láminas</i> .....	55
<b>TRANSFORMACIONES DE LA MATERIA Y DE LA ENERGÍA EN LOS ECOSISTEMAS</b>	
ACTIVIDADES EXPLORATORIAS Y EXPERIMENTALES: LOS CICLOS DE LOS MATERIALES	
EN EL INVERNADERO EN MINIATURA .....	57
TEXTOS .....	59
<i>La energía del Sol en la Tierra</i> .....	59
<i>Relaciones intra e interespecíficas en los ecosistemas</i> .....	60
<i>Una larga historia</i> .....	62
“Alta suciedad” .....	64
<i>Plantar árboles es siempre un acto de amor a la naturaleza</i> .....	65
• <i>Sugerencias para el trabajo con estos textos</i> .....	65
EJEMPLOS DE TEXTOS ESCOLARES QUE HACEN UN TRATAMIENTO ACORDE CON ESTE ENFOQUE.....	66
LÁMINA 8: CICLOS BIOGEOQUÍMICOS: CICLO DEL CARBONO .....	67
LÁMINA 9: CICLO DE LA MATERIA Y FLUJO DE LA ENERGÍA.....	68
• <i>Sugerencias para el trabajo con estas láminas</i> .....	68
VIDEO 2: LA ENERGÍA Y LOS ORGANISMOS VIVIENTES .....	69
• <i>Sugerencias para el trabajo con este video</i> .....	69

## ÍNDICE Secuencias didácticas

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	11
<b>EL MODELO CORPUSCULAR DE LA MATERIA: ¿DE QUÉ ESTÁN HECHAS LAS COSAS? .....</b>	12
<b>CONTENIDOS .....</b>	13
<b>SECUENCIA DE ACTIVIDADES .....</b>	14
SECUENCIA I: ESTRUCTURA DE LA MATERIA.....	14
<i>Actividad 1: Materiales y objetos .....</i>	14
<i>Actividad 2: Cajas negras .....</i>	16
<i>Actividad 3: Modelo corpuscular de la materia .....</i>	21
• <i>Primera parte.....</i>	21
• <i>Segunda parte .....</i>	26
<i>Actividad 4: El concepto de sustancia .....</i>	28
<i>Actividad 5: Diferencia entre molécula y átomo .....</i>	30
SECUENCIA II: LAS TRANSFORMACIONES QUÍMICAS.....	33
<i>Actividad 1: Transformaciones químicas .....</i>	33
<i>Actividad 2: Representaciones simbólicas de las transformaciones químicas.....</i>	36
<i>Actividad 3: Reacciones químicas-Síntesis y descomposición .....</i>	38
<i>Actividad 4: La fotosíntesis y la respiración como transformaciones químicas .....</i>	40
A MODO DE CIERRE .....	42

## PRESENTACIÓN

El Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires desarrolla un conjunto de acciones dirigidas a promover una distribución equitativa del conocimiento, mejorar la oferta de enseñanza, y propiciar aprendizajes que les permitan a los estudiantes ejercer sus derechos ciudadanos, continuar con estudios superiores y acceder a un trabajo remunerado.

En esta línea, la Dirección General de Planeamiento a través de la Dirección de Currícula promueve el fortalecimiento de las escuelas medias y el mejoramiento de la experiencia educativa que ofrecen los establecimientos de ese nivel. Los programas de las asignaturas revisten especial importancia para el logro de los objetivos antes mencionados ya que, por su carácter de instrumento normativo, constituyen una herramienta para la tarea docente al establecer lineamientos de trabajo común y organizar la propuesta formativa alrededor de propósitos explícitos.

En este marco se elaboraron programas de 1º y 2º año del nivel medio\*, sin modificación en su conjunto desde el año 1956. Esto contribuye a configurar un contexto propicio para la profundización de la reflexión y el fortalecimiento de la mirada pedagógica sobre los procesos de enseñanza en la escuela media.

Estos programas se realizaron considerando distintas instancias: una primera formulación por parte de equipos de especialistas de la Dirección de Currícula y, luego, reuniones sistemáticas de consulta con docentes del Sistema Educativo. Este trabajo, desarrollado durante los años 2001 y 2002, tuvo como resultado las versiones definitivas. Durante los años 2003 y 2004 se llevó a cabo un trabajo con profesores para el seguimiento de los programas y su implementación en las escuelas.

Los materiales curriculares que integran la serie "Aportes para la enseñanza. Nivel Medio", que a continuación se presentan, tienen su origen en los programas mencionados, en las consultas que se realizaron para su elaboración y en las acciones de seguimiento llevadas a cabo en ese sentido entre la Dirección de Currícula y los profesores del nivel.

Esta serie está concebida como una colección de recursos para la enseñanza, pretende atender al enfoque de los programas, favorecer las prácticas reflexivas de los profesores y colaborar con la lógica de organización de recursos por parte de la escuela, el departamento, la asignatura.

Cada título que integra la serie posee una identidad temática. Es decir, los recursos que agrupa cada material remiten a algún contenido especificado en los programas. Tal es el caso, por ejemplo,

---

\* Programas de 1º año, Resolución 354/2003; y 2º año, Resolución 1636/2004, en vigencia. Corresponden a los planes de estudios aprobados por el Decreto PEN N° 6.680/56, la Resolución N° 1.813/88 del Ministerio de Educación y Justicia, y la Resolución N° 1.182/90 de la Secretaría de Educación de la M.C.B.A.

de "Las relaciones coloniales en América" en Historia, o "Números racionales" en Matemática. La elección del tema se ha realizado considerando uno o más de los siguientes criterios: se aborda aquello sobre lo que hay mayor dificultad para enseñar y/o mayores obstáculos para que los alumnos aprendan, aquello sobre lo que no hay suficientes recursos, o aquello sobre lo que lo existente no está tratado según el adecuado enfoque. Cada material tiene la impronta de la asignatura, y, según el caso, incluye diversos recursos: selecciones de textos para los alumnos, artículos periodísticos, mapas, imágenes (pinturas, grabados, fotografías, láminas), selecciones de videos, selecciones musicales, gráficos, propuestas de actividades.

Los seis títulos, que abren la presentación de esta serie, tienen diferentes características:

*Biología. Los intercambios de materia y de energía en los seres vivos.* Aborda contenidos del programa de 1º año: noción de modelo, concepto de sistema, estructura de la materia, estudio del modelo corpuscular, transformaciones químicas, composición de los seres vivos y de los alimentos, los seres vivos como sistemas abiertos, la obtención de materia y de energía, transformaciones de la materia y la energía en los ecosistemas. La propuesta permite trabajar los contenidos antes mencionados partiendo de distintos recursos: textos científicos, láminas, video y disco compacto con secuencias didácticas.

*Geografía. Problemáticas ambientales a diferentes escalas.* Atiende al bloque de contenidos "La diversidad ambiental en el mundo" del programa de 1º año. Para el desarrollo del tema se presenta una selección de artículos periodísticos, mapas y video.

*Historia. Las relaciones coloniales en América.* Para desarrollar el bloque de contenidos del programa de 2º año, se presentan fuentes testimoniales como la interpretación de historiadores, grabados, gráficos, documentos históricos, datos de población, normas y testimonios de la época.

*Matemática. Números racionales.* El documento presenta características diferentes de los anteriores. En relación con su producción, es el resultado del trabajo conjunto de un equipo de profesores de Nivel Medio de la Ciudad y especialistas de la Dirección de Currícula. Respecto de la propuesta didáctica, aborda el bloque Números, unidad Números racionales. Desde el trabajo matemático, promueve la identificación de "las dificultades en el aprendizaje", para profundizar la construcción de conceptos como: proporcionalidad y orden en  $\mathbb{Q}^+$ ; fracciones como medida y orden en  $\mathbb{Q}^+$ ; orden y densidad en  $\mathbb{Q}$ ; producto en  $\mathbb{Q}^+$ ; conjeturas y validación de propiedades en  $\mathbb{Q}$ .

*Música. Taller de audición, creación e interpretación.* El material presenta recursos para atender los tres ejes de los programas de 1º y 2º año (producción, apreciación, contextualización), con propuestas de actividades para el aula relacionadas con la audición, la creación grupal y la interpretación vocal. Incluye dos discos compactos con pistas de audio, partituras y fichas de trabajo.

*Teatro. El espacio teatral.* Presenta propuestas para el trabajo en el aula tomando como eje el concepto de espacio. Incluye un video que permite la apreciación de diversos tipos de escenarios, sus orígenes, su relación con el tipo de propuesta teatral.

## INTRODUCCIÓN

### POR QUÉ UN “RECURSERO”

Los nuevos programas de Biología proponen un abordaje de los contenidos centrado en lo explicativo, entendiendo el estudio descriptivo de estructuras y fenómenos como una herramienta, y no como finalidad última de la enseñanza.

Tal como se plantea en estos programas, centrarse en los modelos explicativos implica un verdadero desafío, pues requiere de una enseñanza que atienda a los procesos de conceptualización necesarios para una apropiación progresiva de dichos modelos. Entre otros aspectos, esto implica:

- **la necesidad de promover la distinción y establecer relaciones entre diversos tipos de información.**

El desarrollo de una clase se enriquece cuando se ponen en juego distintos niveles de conocimientos, que aportan tanto los estudiantes como los docentes. Estos conocimientos pueden ser datos, inferencias, opiniones, casos particulares, generalizaciones, modelos explicativos, o versiones escolares de teorías. Pueden provenir de los libros de texto, de observaciones a través del microscopio, de fotografías y de esquemas, o ser el resultado de debates o de actividades experimentales.

- **la importancia de ofrecer oportunidades para que los conocimientos se pongan en juego en distintos contextos.**

Los aprendizajes están estrechamente ligados a los contextos en los cuales han tenido lugar, y su transferencia no es espontánea. Es posible estudiar los mismos conceptos en contextos experimentales, históricos, cotidianos, de impacto social, y cada abordaje implica una oportunidad más para que los alumnos establezcan nuevas relaciones, y se aproximen progresivamente a las explicaciones que propone la ciencia.

Es de esperar, entonces, que el docente disponga y utilice creativamente una variedad de recursos para la elaboración de este tipo de estrategias de enseñanza.

### LA TAREA DE ENSEÑAR Y LA UTILIZACIÓN CREATIVA DE LOS RECURSOS

Los profesores enfrentan cotidianamente problemáticas de diversa índole, entre las cuales es posible reconocer algunas comunes a todos, y otras propias de la institución donde se desenvuelven, o emergentes de la comunidad en la que ésta se encuentra.

La tarea de enseñanza, en tanto se desarrolla en contextos cambiantes, requiere de una gran cuota de flexibilidad y de creatividad en el uso de los recursos, y de un tiempo considerable para

su búsqueda y para la tarea de planificación. Aun cuando un docente haya transitado varios años en su tarea, cada curso y cada proceso de enseñanza y de aprendizaje resultan únicos y, aunque cabe la reelaboración de experiencias anteriores para su puesta en acción en nuevas situaciones, no es posible la reproducción año a año, o en diferentes cursos, de las mismas estrategias.

La selección y la organización de recursos son, por lo tanto, un punto clave para el diseño de planificaciones y secuencias didácticas. De estas tareas depende, en gran medida, el desarrollo de prácticas de enseñanza acordes tanto al contexto particular en que cada profesor se desempeña como a la función formativa de la enseñanza de la Biología, que se expresa en los objetivos de aprendizaje de los programas.

Con el propósito de atender a esas cuestiones, se proponen estos materiales para acercar a los profesores un conjunto de recursos variados para la enseñanza de algunos de los contenidos presentados en el programa de primer año.

Si bien la intención es favorecer el uso flexible de los recursos, se incluyen, también, algunas orientaciones para su aprovechamiento en el marco del proceso de innovación de los programas de Biología de primer año. Estas orientaciones se proponen, a modo de ejemplos, con el propósito de que el profesor configure sus propias prácticas de enseñanza poniendo en acción la selección de los contenidos a enseñar, y los modos de favorecer los aprendizajes en concordancia con los enfoques de estos programas.



## FUNDAMENTACIÓN

### 1. LA SELECCIÓN DEL NÚCLEO TEMÁTICO

“LOS INTERCAMBIOS DE MATERIA Y DE ENERGÍA EN LOS SERES VIVOS”

Una de las finalidades de la asignatura Biología es la de acercar progresivamente a los alumnos al conocimiento científico de la vida. En este sentido, se propone un estudio que tienda cada vez más a las explicaciones, y menos a lo puramente descriptivo.

En cuanto a la concepción misma del fenómeno de la vida, esto implica avanzar más allá de la enunciación de las estructuras y funciones propias de los seres vivos, significa proponer un estudio que permita interpretar la universalidad de esas estructuras y funciones en el marco de los intercambios y las transformaciones de materia y energía que se establecen tanto entre los organismos y su entorno como en los procesos que se desarrollan en cada individuo.

El enfoque que sostiene esta propuesta se enmarca en una perspectiva sistémica que facilita el estudio de estructuras y funciones en términos de sistemas y subsistemas en interacción e interdependencia.

Esta perspectiva de estudio es una de las que proponen los actuales programas de primer año para el abordaje de los procesos que involucran intercambios de materia y energía en los sistemas vivos.

Así, el programa de primer año está centrado en las relaciones que establecen los seres vivos entre sí y con el ambiente en que viven. En este marco se propone:

- introducir la noción de sistema como un modelo de análisis adecuado para encarar el estudio de los ecosistemas y de los seres vivos;
- incorporar conceptos relacionados con la estructura de la materia y con las transformaciones de la materia y la energía, para dar mayor significatividad al estudio de los fenómenos biológicos;
- aproximar a los alumnos al conocimiento de los procesos mediante los cuales los seres vivos intercambian y transforman materia y energía;
- resignificar los conocimientos acerca de la estructura de la materia y sus transformaciones, y de los procesos de fotosíntesis y respiración para comprender el flujo de energía y el ciclo de la materia en los ecosistemas.

### 2. LA SELECCIÓN Y LA ORGANIZACIÓN DE LOS RECURSOS

Ofrecer diversas oportunidades para el aprendizaje de los contenidos en distintos contextos implica, entre otras estrategias, la utilización didáctica de variadas fuentes de información.

Muchas de las fuentes a las que se accede, a través de los diversos medios de comunicación, pueden constituirse en interesantes materiales didácticos, pero esto requiere de un trabajo de selección y de adjudicación de sentido para la enseñanza.

En el momento de la selección del recurso es el profesor quien le adjudica una intención educativa, al considerar sus potencialidades y al tomar decisiones respecto de cómo resolver sus limitaciones. Esta intención educativa es la que permite transformar diferentes productos culturales en recursos didácticos.

Este material propone una selección de recursos provenientes de diversas fuentes; si bien consideramos que la selección es pertinente, de ningún modo resulta la única posible.

#### *LA ORGANIZACIÓN DE ESTOS RECURSOS*

Los recursos que se ofrecen en este material están organizados temáticamente. Los temas organizadores son:

- La noción de modelo.
- El concepto de sistema.
- La estructura de la materia y el estudio del modelo corpuscular.
- La estructura de la materia y las transformaciones químicas.
- La composición de los seres vivos y de los alimentos.
- Los seres vivos como sistemas abiertos. Obtención de materia y energía.
- Las transformaciones de la materia y la energía en los ecosistemas.

Para cada uno de los temas se ofrecen algunos de los siguientes recursos:

- a. Textos para los alumnos.
- b. Láminas.
- c. Videos.
- d. Actividades exploratorias y experimentales.

Todos estos recursos están acompañados de sugerencias para su aprovechamiento en el tratamiento de estos temas en clase. El orden en que se presentan no indica una secuencia de trabajo. Cada docente podrá seleccionar aquellos materiales didácticos que evalúe más adecuados para responder a sus necesidades: podrá recortar sólo algunos aspectos que puedan ser trabajados con sus alumnos, resolver el modo de utilizarlos para facilitar una mejor comprensión, o para adecuarlos a los propósitos de la situación de enseñanza que diseñe con ellos. Además, podrá emplearlos como referencia para la selección de recursos que respondan a otros contenidos de la enseñanza, no contemplados en este material.

Para algunos de los temas abordados se ofrece una propuesta de profundización y sistematización de actividades de enseñanza a través de dos secuencias didácticas desarrolladas, que se incluyen en el CD en formato PDF:

- Secuencia 1: El estudio del modelo corpuscular de la materia.
- Secuencia 2: Aportes para el trabajo en el aula con las transformaciones químicas.

### *LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOS RECURSOS*

Los enfoques para la enseñanza de la Biología que proponen los actuales programas de primero y segundo año cobran forma en torno a un conjunto de ejes, los cuales surgen de consideraciones disciplinarias y didácticas, así como también de la imagen de la actividad científica que se espera formar en los alumnos. Estos ejes son:

- la modelización en la elaboración del conocimiento científico;
- la actividad científica como construcción social e histórica;
- el papel de las situaciones experimentales en la enseñanza de la Biología;
- la lectura y la escritura como contenido en las clases de Biología.

Para la selección de los recursos incluidos en este material se ha tenido en cuenta su adecuación a estos ejes. La relación entre los recursos y estos ejes se pone de manifiesto en las orientaciones, donde se señala o exemplifica el modo en que se pueden poner en juego durante la clase para aprovechar la potencialidad del recurso.

A continuación se presenta una caracterización de los diferentes tipos de recursos y la pertinencia de su utilización en la enseñanza de la Biología.

#### **a. Textos para los alumnos**

La utilización en clase de textos con diferentes formatos tiene un valor didáctico inestimable, no sólo porque contribuye a que los alumnos aprendan a interpretar información a partir de variadas fuentes, sino también porque atiende a la diversidad de intereses y posibilidades de los estudiantes.

Algunas fuentes de información que suelen utilizarse en la escuela, como los libros de texto, están elaboradas especialmente con una intención educativa y, por lo general, tienen un claro destinatario: los estudiantes. No ocurre lo mismo con las notas periodísticas de los diarios y de las revistas de difusión masiva, ni con los artículos o informes de investigación, que se encuentran en las publicaciones de divulgación científica, ni tampoco con los textos que aportan las publicaciones dedicadas a la historia de las ciencias. Cada una de estas fuentes tiene potencialidades y limitaciones que varían dependiendo del mensaje que se desea trasmisir, del destinatario elegido y, especialmente, de los propósitos de las situaciones de enseñanza.

Los textos adquieren y desarrollan su potencia didáctica en el uso concreto que se hace de ellos en clase. Un mismo texto puede leerse de muy distintas maneras, de acuerdo con los objetivos de la lectura. Por ejemplo, se puede leer un artículo para: identificar problemas, controversias o nuevas investigaciones en relación con determinados conceptos; obtener datos o informaciones que contribuyan a la construcción de conceptos; contrastar explicaciones personales con las que aporta el texto; identificar ejemplos ilustrativos; analizar a modo de “caso científico”, etcétera.

Como reconocemos la importancia que ha ido adquiriendo el uso de estos materiales en las escuelas, se incluye aquí una variedad de textos, extraídos de diversas publicaciones, que fueron seleccionados con el propósito de facilitar a los profesores el acceso a materiales de lectura que no se suelen encontrar en los libros de uso frecuente en las escuelas: escritos originales de investigaciones históricas, informes de investigaciones actuales, textos de divulgación científica para jóvenes, etcétera. De este modo, se pretende que actúen como complemento de los libros de texto.

Para cada contenido se seleccionaron uno o más textos que se relacionan con el tema. Además, se incluye un breve comentario sobre cada uno y una sugerencia de textos escolares que hacen un tratamiento de esos contenidos desde enfoques que se consideran acordes con los propuestos por los programas.

La selección y el modo de abordar estas fuentes con los alumnos dependerá, entre otras consideraciones, de la secuencia didáctica que cada profesor desarrolle. De todos modos, los textos están acompañados por sugerencias y ejemplos para su aprovechamiento en el aula; para ello tuvimos en cuenta su utilización en relación con otros recursos que se ofrecen en este mismo material.

#### b. Láminas

En la enseñanza de la Biología es indispensable el uso de esquemas, gráficos, ilustraciones realistas y otras formas de representación para visualizar estructuras y procesos. Interpretar diversas formas de representar un mismo objeto de estudio permite analizarlo desde distintas perspectivas y, además, esto ayuda a entender que cada uno de esos modos de representación responde a una finalidad específica, es decir, se trata de modelos, de productos de la invención humana que contribuyen a la comprensión de los contenidos de esta ciencia.

El uso reiterado de ciertas imágenes hace que éstas se tornen muy familiares para docentes y alumnos. En ocasiones, suele perderse de vista que se trata de interpretaciones basadas en modelos científicos; en dichas interpretaciones se apela permanentemente a las analogías, porque priorizan determinados atributos, o responden a diferentes perspectivas de análisis de las estructuras o de los procesos que se intentan representar.

El profesor podrá seleccionar las imágenes que considere apropiadas para cada situación de enseñanza y exponer a la clase los significados que se propone otorgarles. Con la orientación del docente, los estudiantes podrán reconocer el uso de analogías, utilizar las escalas para establecer relaciones de tamaño entre la representación y el objeto real, y avanzar en la interpretación de imágenes cuyo nivel de abstracción sea cada vez mayor.

#### c. Videos

Los videos constituyen uno de los variados recursos con que cuenta el profesor para elaborar actividades de enseñanza de los contenidos de Biología.

Su principal ventaja es que permite la visualización de estructuras, de organismos, de situaciones, de procesos y transformaciones a los cuales no es posible acceder de otro modo.

La potencialidad de este recurso didáctico resulta de una selección cuidadosa y ajustada en función de los contenidos que aborda, el tratamiento que hace de ellos, la calidad y el atractivo de las imágenes y, especialmente, de la situación de enseñanza en la cual se plantea mirar ese video.

Es posible utilizar este recurso con diferentes finalidades didácticas, por ejemplo: para presentar una situación introductoria de una secuencia de enseñanza, dando lugar a la problematización; como fuente de información, una vez planteadas preguntas o situaciones que den sentido a la búsqueda; para analizar e interpretar nuevas situaciones, a modo de evaluación de los aprendizajes.

En cada caso, las consignas y/o preguntas que se elaboren para la actividad deberán ser coherentes con la finalidad que se plantea el docente, y con los contenidos seleccionados para su enseñanza. Sería interesante que en algunas oportunidades los estudiantes elaboren preguntas antes de ver videos.

Para interpretar un video –así como para leer un texto o una representación gráfica, analizar datos obtenidos en actividades experimentales, o acceder a cualquier otra fuente de información– los estudiantes necesitan de un marco adecuado.

Este marco dependerá de la finalidad de enseñanza, pero en todos los casos es esencial que los alumnos compartan el sentido de la actividad que se les propone en relación con los contenidos que están estudiando, es decir, que puedan establecer un diálogo entre la información que aporta el video y su propia búsqueda.

A pesar de que los videos que hemos seleccionado para conformar este material fueron elaborados con una finalidad didáctica, muchas veces el lenguaje o las analogías que se utilizan pueden inducir o reforzar errores conceptuales. Por eso, es recomendable que mientras el profesor mira el video para planificar su secuencia, ponga especial atención a las expresiones que se utilizan en los relatos y descripciones. De ese modo, podrá ayudar a los estudiantes a interpretarlos adecuadamente y evitar que caigan en errores.

#### d. Actividades exploratorias y experimentales<sup>1</sup>

En el campo de las ciencias naturales es habitual que los alumnos relacionen muy estrechamente la investigación, como fuente privilegiada de conocimiento, con la observación y la experimentación.

Si bien es cierto que tanto la observación como la experimentación son dos instrumentos de mucha importancia para el conocimiento del mundo natural, ninguno de ellos aporta explicaciones ni provee demostraciones por sí mismos. La interpretación de los resultados de una experiencia o de una observación está siempre guiada por las ideas de quien observa y por los problemas o interrogantes que espera resolver; por otro lado, esa interpretación también suele estar fuertemente condicionada por las ideas e informaciones de quien investiga. Todo esto hace que las situaciones exploratorias o las experimentales se enriquezcan cuando los alumnos tienen la oportunidad de diseñar sus experiencias, e intercambiar y discutir los diseños y las conclusiones. El intercambio de puntos de vista diferentes contribuye a la realización de interpretaciones cada vez más ajustadas.

Otra idea que circula frecuentemente entre los alumnos es que la actividad de la clase de ciencias consiste “en probar y ver qué pasa”. En relación con esta idea, resulta importante planificar la clase, de modo que para los estudiantes quede de manifiesto que la observación y la experimentación no constituyen un fin en sí mismos, sino que ambas acciones se realizan con objetivos bastante precisos en el marco de una secuencia de trabajo. La actividad de experimentación es una tarea dirigida por las hipótesis de quien investiga y por un diseño previo que permite estudiar un fenómeno de la manera más clara posible.

Una secuencia de enseñanza que incluya una o más situaciones exploratorias y/o experimentales debería contemplar actividades previas y posteriores que contribuyan a que los alumnos les encuentren un sentido. Algunos ejemplos de esto son: el planteo previo de un problema; el intercambio de ideas sobre un fenómeno o proceso que se quiere investigar y con el que se experimentará luego; el análisis o diseño del experimento; la anticipación de resultados; las puestas en común destinadas a interpretar los resultados y datos obtenidos; la contrastación y sistematización de ideas, y otros modos de acceso a distintos aspectos del mismo tema.

<sup>1</sup> Extraído y adaptado de *Ciencias Naturales, Documento de trabajo nº 7. Algunas orientaciones para la enseñanza escolar de las Ciencias Naturales*, G.C.B.A., Secretaría de Educación, Dirección General de Planeamiento, Dirección de Currícula.

Estas prácticas facilitan el aprendizaje en la medida en que los alumnos necesitan recurrir a sus conocimientos, utilizarlos de manera activa y revisar sus ideas para encarar cada situación.

Antes de avanzar en el tema, creemos necesario diferenciar las actividades exploratorias de las experimentales en sentido estricto. Las actividades exploratorias consisten en la búsqueda de regularidades, similitudes y diferencias u otras relaciones sencillas, entre objetos o procesos, mediante la realización de experiencias que no introducen el control de variables. En cambio, los diseños experimentales se ocupan de estudiar cómo inciden una o más condiciones, o variables, en el desarrollo de determinado proceso. Para esto es necesario definir dichas variables, identificar la que se quiere estudiar y las que deben mantenerse constantes.

- *Sobre la manipulación durante la situación experimental*

El intercambio de ideas, la anticipación y la planificación juegan un papel clave en el proceso de aprendizaje. Cuando los alumnos tienen oportunidad de manipular materiales, suele suceder que, ante el entusiasmo por esta posibilidad, se pierda de vista el objetivo de la tarea. Aunque necesaria, la manipulación no es condición suficiente para que los estudiantes puedan extraer conclusiones que les permitan realizar nuevos aprendizajes.

La manipulación de materiales resulta una estrategia efectiva cuando cumple con ciertas condiciones. Por un lado, debe realizarse de acuerdo con un plan que refleje el objetivo de la tarea y que permita a los alumnos comprender el sentido de lo que se está haciendo. Por otro, dicha manipulación tiene que llevarse adelante en un marco de normas claras que propicie la correcta ejecución de las operaciones, que permita el registro y el comentario de los resultados, y que abra un espacio para el análisis de los aspectos novedosos o imprevisibles en relación con los objetivos propuestos.

Por otra parte, la práctica de anticipar los posibles resultados permite que los alumnos se habitúen a reflexionar acerca de las variables que intervienen en un fenómeno, a formular hipótesis, y a manipular los objetos, al tiempo que se involucran con los propósitos de la experimentación.

- *Sobre el diseño de las experiencias y el control de variables*

Es importante que, gradualmente, los alumnos vayan generando autonomía en el diseño de las experiencias que realizan. En la medida en que se entienden las razones que justifican el diseño de la experiencia y los efectos producidos por ésta, se puede comprender mejor el problema acerca del que se está trabajando. La reflexión y la discusión sobre las condiciones de la experiencia ayudan a que los jóvenes tengan en claro cuáles son las cuestiones que se vienen tratando, sobre qué aspectos deben centrar su observación y qué significan los resultados obtenidos.

Determinar las variables que intervienen en la producción de un fenómeno no resulta una tarea sencilla. En la actividad escolar, aunque las experiencias son más acotadas y accesibles, no siempre esperamos que los alumnos definan por sí mismos todos los factores que puedan tener alguna influencia en los resultados. La participación del docente es de suma importancia porque tendrá que poner de relieve la existencia de estos diferentes factores: señalar cuáles son, guiar a los alumnos para que los reconozcan y hacerlos tomar conciencia de la necesidad de controlarlos.

Por ello, los estudiantes deberán tener múltiples oportunidades para reflexionar en torno a los diversos controles que se realizan en las experiencias, tanto en los momentos de preparación como durante la discusión de conclusiones.

- *Sobre la interpretación de los datos*

La información que se obtiene de la actividad experimental y de la observación es producto de la interpretación que se realiza de los datos y ésta requiere de la orientación de los alumnos en las tareas de reflexión sobre los resultados.

Por lo dicho, resulta necesario ayudar a los estudiantes para que puedan discriminar entre aquello que es producto de la observación y el resultado de una inferencia que surge de los datos obtenidos. Esta diferencia central debería ser motivo de reflexión en clase. Por ejemplo, cuando miran una muestra en el microscopio, se promoverá que distingan entre la observación de líneas, manchas, formas, y la inferencia de que se trata de una muestra de células de un determinado organismo. Otro ejemplo: en el experimento de colocar una plantita de elodea a la luz dentro de un tubo con agua, tenemos, por un lado, la distinción entre la observación del desprendimiento de burbujas y, por otro, la inferencia de que la planta libera oxígeno. En todos los casos valoramos la reflexión acerca de cuál es la información que ellos mismos están aportando –por sus conocimientos anteriores, por lo que les han explicado o por lo que han leído– a la interpretación del fenómeno.

- *Sobre el registro y la comunicación de la información*

También consideramos esencial que los alumnos conozcan distintas maneras de guardar la información, y que sepan que algunas de ellas son más adecuadas que otras para ciertos usos. Para algunos tipos de datos, los cuadros o las tablas resultan más útiles que, por ejemplo, un informe narrativo.

Al mismo tiempo que funcionan como un instrumento para sistematizar e interpretar datos, los registros de información pueden ayudar a una comprensión más acabada del tema. Esto es así porque el esfuerzo de diseñar o, aún, de comprender la estructura de un cuadro, una tabla, o un gráfico obliga a utilizar conocimientos y a clarificar el trabajo realizado.

Es necesario, entonces, que los estudiantes aprendan progresivamente a diseñar formas de registrar la información. Consideramos conveniente que, antes de presentar una tabla o un cuadro, se discuta con ellos de qué modo creen que será adecuado diseñarlo, según los fines del estudio.

La última etapa corresponde a una tarea compleja: la redacción de informes. Los alumnos deben aprender a distinguir qué es importante informar y cuáles son los datos secundarios. Esta selección se produce en función de los objetivos que el docente formuló para esa tarea. La habilidad de los estudiantes para redactar informes dependerá, en gran medida, de las oportunidades que tengan de intentarlo: en un principio, con ayuda del profesor y, luego, adquiriendo gradualmente un desempeño autónomo.



## NOCIÓN DE MODELO

Entendemos a los modelos como representaciones que elaboran los científicos para explicar el mundo natural. Esperamos que los alumnos aprendan que los científicos crean, diseñan, inventan o construyen representaciones, a las que denominan *modelos*, para explicar y predecir fenómenos de la naturaleza, que no se pueden estudiar en forma directa por diversas razones: porque suceden muy despacio o muy rápido, en una escala tan pequeña que impiden ser observados directamente, o porque son tan amplios que resulta imposible abarcálos.

### ACTIVIDADES EXPLORATORIAS Y EXPERIMENTALES: CAJA NEGRA

Se propone este trabajo con cajas negras para introducir el concepto de *modelo*.

En este caso, se trata de que los estudiantes puedan elaborar un modelo que represente un objeto encerrado en una caja. El modelo será elaborado sobre la base de las inferencias que formulen mientras manipulan la caja sin abrirla.

#### Experiencia 1

##### Preguntas introductorias dirigidas a los alumnos

- ¿Piensan que es posible conocer u obtener información acerca de aquello que no podemos ver ni tocar en forma directa?
- ¿Será posible hacer una descripción de tal objeto?

El docente entrega una caja cerrada a cada grupo, en la que colocó previamente un objeto. Las cajas son iguales entre sí y todas contienen el mismo objeto. Los estudiantes tratarán de estimar la forma del objeto en cuestión, el peso, sus dimensiones y el tipo de material con el que está hecho.

##### Consignas de trabajo

- a. Discutan qué estrategias desarrollarán para formular las diferentes estimaciones. Pueden manipular todo lo que quieran la caja, pero sin abrirla.
- b. Decidan si van a recurrir a algún instrumento y, en ese caso, seleccionen cuál o cuáles utilizarán para hacer las estimaciones correspondientes.
- c. Discutan con el grupo acerca de las características del objeto y elaboren hipótesis.
- d. Dibujen el objeto, tal como se lo imaginan, y describan todas las características que le atribuyeron.
- e. Sinteticen el trabajo realizado completando el siguiente cuadro:

Prueba realizada	Anticipaciones del resultado	Dato/s que aporta la prueba	Característica/s inferida/s

Al finalizar la experiencia, se propone un momento para que cada grupo exponga sus diseños e intercambie, con el resto de la clase, las estrategias a través de las cuales arribó a sus conclusiones.

### PROFUNDIZACIÓN

Se encontrarán aportes para la puesta en común, y orientaciones generales para el desarrollo y un mayor aprovechamiento de esta experiencia en la *Actividad 2* de la *Secuencia didáctica 1: El estudio del modelo corpuscular de la materia*.

### TEXTOS

Se recomienda la lectura de un fragmento del texto “Caja negra, caja negra, la de una salida sola” de Horacio Tignanelli, que explica uno de los modos en que los astrónomos construyen conocimiento. El autor pone el énfasis en la elaboración de modelos, en tanto su objeto de estudio puede considerarse una caja negra.

Si bien se refiere a un campo del conocimiento científico en particular, es posible extraer esta explicación a otros terrenos, como la Química y la Biología.

La lectura de este texto puede contribuir a formar en los alumnos una imagen de la actividad científica como producto de la invención humana. Cabe señalar que, si bien esta actividad es rigurosa y metódica, no está sujeta a un único método de investigación, ni consiste en una secuencia inamovible de pasos que comienza con la observación, continúa con la formulación de hipótesis y encuentra en la experimentación la “fuente de objetividad” que permitiría arribar a “las verdades absolutas”.

#### CAJA NEGRA, CAJA NEGRA, LA DE UNA SALIDA SOLA

Tignanelli, H. *Así funcionaba el Sol*. Buenos Aires, Colihue, 1992, págs. 97 a 99.



V. Komarov, científico y divulgador soviético, hizo cierta sabrosa comparación entre un problema de Cibernética y de Astronomía.

En Cibernética se plantea la siguiente cuestión: tenemos un objeto cuya estructura interna desconocemos; sólo podemos verificar que ese objeto tiene “entradas” y “salidas”. Es decir, las entradas son las influencias externas que recibe ese objeto

y las salidas son las reacciones con que el mismo responde a dichas influencias. Se ha bautizado “caja negra” a ese tipo de cosas.

El problema es, sin “abrir” la caja negra, y sólo conociendo sus salidas y sus entradas, poder conocer su constitución interna. Por ejemplo, imagínense que no conocen la estructura y la forma de funcionamiento de una radio común. Sólo saben que sus entradas son la corriente eléctrica que llega por su enchufe, y ciertas “señales” que atrapa su antena.

En la salida, por el parlante, escuchamos voces, música y ruidos. Ahora piensen en que a partir de esos datos de entrada y de salida es necesario conocer cómo está hecha la radio y cómo funciona.

Podrían hacer “observaciones”, es decir, registrar las señales que vienen a la antena y compararlas con lo que sale por el parlante.

Otra posibilidad es que sean ustedes mismos quienes den a la entrada de la radio diferentes señales, observando luego lo que sucederá en cada salida correspondiente. Esta alternativa de “experimentación” es algo más entretenida y permite, además, acceder a cierta comprobación de las suposiciones que se hayan hecho respecto de la estructura de la caja negra radial.

Los astrónomos resuelven problemas semejantes. La mayoría de los cuerpos celestes son cajas negras cuya estructura, es decir, los fenómenos físicos que ocurren en su interior, se desconocen, y solamente pueden analizarse a través de sus manifestaciones exteriores.

El problema, en Astronomía, no termina ahí. Por un lado, los astrónomos no pueden hacer “experimentos” con los astros, únicamente pueden hacer “observaciones”; esto complica el estudio de las cajas negras celestes. Por otro lado, la mayoría de las cajas negras del cosmos no tienen entradas, o por lo menos hasta ahora se desconocen.

El Sol, finalmente, puede considerarse como la “caja negra estelar” que tenemos más cerca. Sólo poseemos una única posibilidad para estudiarlo: analizar los fenómenos que suceden en sus capas exteriores, es decir, las salidas de la caja negra solar.



## EJEMPLOS DE TEXTOS ESCOLARES QUE HACEN UN TRATAMIENTO ACORDE CON ESTE ENFOQUE

- *El Libro de la Naturaleza y la Tecnología 8.* Buenos Aires, Estrada, 1998, pág.158.
- *Ciencias Naturales 8.* Buenos Aires, Longseller, 2003.  
(No se cita ningún capítulo en particular debido a que esta concepción de actividad científica se expresa en el tratamiento de las distintas temáticas.)

### • *Sugerencias para el trabajo con estos textos*

La lectura de estos textos puede ser una puerta de entrada a la asignatura y un complemento para la actividad exploratoria “Caja negra” que se presenta aquí. Se recomienda realizar esta lectura antes de comenzar el estudio del modelo corpuscular (ver Secuencia didáctica 1).

Estas actividades contribuirán a que los alumnos se conformen una imagen de la ciencia

como una actividad humana que construye teorías y modelos en contextos históricos y sociales particulares. Para ello, es importante que el docente, durante la enseñanza, esté atento a: los conceptos, los modos de conocer, las expresiones que se utilizan, el modo de abordar las situaciones experimentales, la selección de lecturas que se proponga, los debates que se generen, el tipo de interrogantes y problemas que se planteen para abordar los contenidos, etcétera.



## CONCEPTO DE SISTEMA

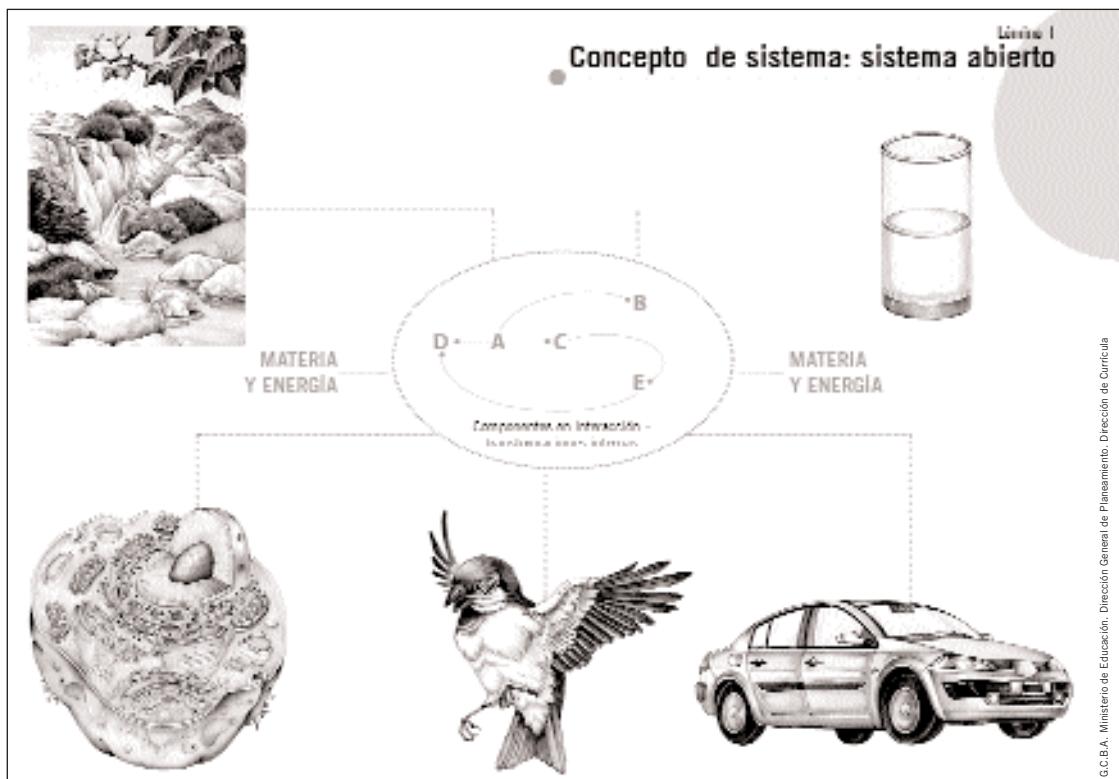
Un sistema es un modelo; su delimitación, aunque arbitraria, responde a una perspectiva de estudio centrada en las interacciones, los intercambios y las transformaciones de materia y de energía que se producen en su interior, y entre el sistema y su entorno.

Así, un vaso con agua puede pensarse como un sistema. En este caso, los límites son precisos: las paredes del vaso y la interfase entre la superficie del líquido y el aire. Para su estudio se consideran los intercambios de materia y de energía, y las interacciones que se producen entre los componentes del sistema –por ejemplo, a nivel molecular–, y entre el sistema y el entorno.

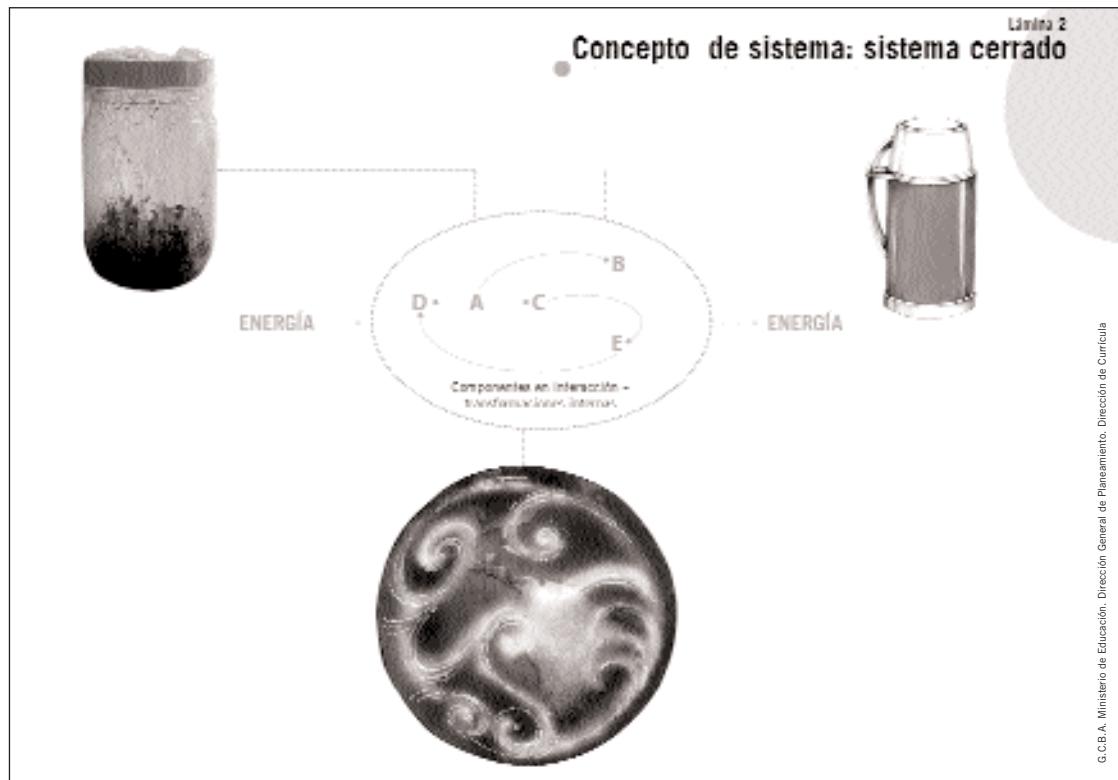
En ocasiones, los límites del sistema no son tan definidos, como en el caso de un río. De acuerdo con el tipo de estudio que se quiera realizar, podrán incluirse, por ejemplo, una porción de la orilla, un bosque aledaño, etcétera.

Por otra parte, la definición de un sistema, ya sea abierto o cerrado, también depende del estudio que se encare. Por ejemplo, la Tierra puede ser abordada como un sistema cerrado, a los fines de describir y de analizar los ciclos biogeoquímicos, si se consideran despreciables los intercambios de materia que existen entre el planeta y el espacio exterior.

### LÁMINA 1: SISTEMA ABIERTO



## LÁMINA 2: SISTEMA CERRADO



G.C.B.A. Ministerio de Educación, Dirección General de Planeamiento, Dirección de Curricula

- *Sugerencias para el trabajo con estas láminas*

Mostrar a los alumnos que resulta posible estudiar como sistemas a una diversidad de objetos y procesos, que aparentemente no guardan relación entre sí, facilita la comprensión del lugar que ocupa la modelización en la construcción del conocimiento científico.

Estas imágenes podrán utilizarse para desarrollar una actividad en la cual los estudiantes analicen y completen qué elemento entra y cuál sale para cada uno de los sistemas propuestos, ya sea que se los piense como abiertos o como cerrados. La idea de este análisis es apuntar a que reconozcan, por una parte, qué puntos en común poseen los sistemas –qué se tiene en cuenta para estudiarlos como tales, qué lleva a considerarlos abiertos o cerrados– y, por otra, en qué se diferencian –cuáles son las características propias de cada uno–.

Esto ayudará a poner en evidencia la abstracción que representa el estudio desde la perspectiva sistémica.

## VIDEO 1: SISTEMAS

**Publica:** Ministerio de Cultura y Educación. Centro de Recursos Tecnológicos; Universidad de Buenos Aires. UBA XXI; ATEI, AÑO 1993.

**Duración:** aproximadamente 4 minutos (no se presenta completo).

### *Síntesis*

Este video explica en qué consiste el enfoque sistémico haciendo referencia a la Teoría General de Sistemas. Analiza una ciudad como ejemplo de sistema abierto abordando sus componentes y la noción de subsistemas, las interacciones y los intercambios de materia y energía que se establecen entre ellos y entre el “sistema ciudad” y su entorno.

- *Sugerencias para el aprovechamiento de este video*

Se puede presentar a los estudiantes para introducir la idea de sistema.

Recomendamos que, previamente, se proponga alguna situación que dé lugar a una búsqueda activa de información en el video por parte de los alumnos.

Por ejemplo, mostrar imágenes de un paisaje, una ciudad, un ser vivo, una vista panorámica de rutas, etc. y pedir que nombren lo que ven allí de todas las formas que les parezcan posibles (por ejemplo: una ciudad, un conjunto de casas, una zona urbanizada). Luego, solicitar que expliquen qué tienen en cuenta al nombrarlo de un modo u otro, y finalmente preguntar si les parece que podrían llamarlos sistemas y, de ser así, por qué.

Dado que probablemente haya distintos puntos de vista entre los estudiantes, podrá quedar planteada la pregunta *¿Qué se entiende por sistema?* y, con la tarea de buscar información para responderla, proponer la proyección del video.

Se recomienda combinar el análisis de este material con la lectura y la interpretación de las Láminas referidas a *sistemas abiertos y cerrados*. Podrán contrastar la información y los ejemplos que aporta el video con los de las imágenes, y sistematizar lo aprendido acerca del concepto de sistema y la diferencia entre sistemas abiertos y cerrados.



## LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA: EL ESTUDIO DEL MODELO CORPUSCULAR

El estudio de la estructura de la materia aporta un conocimiento básico y fundante, cuya potencia explicativa permite la comprensión y la redicción de una variedad de fenómenos naturales del entorno.

El modelo corpuscular de la materia, que resulta de una traducción didáctica de los conceptos científicos acerca de su estructura, plantea los siguientes postulados:

1. La materia está formada por unidades pequeñísimas, llamadas “partículas”, y los distintos materiales están formados por partículas diferentes.
2. Las partículas se encuentran en movimiento.
3. Entre las partículas existe vacío.
4. Las partículas presentan fuerzas de atracción de diferente intensidad, según el tipo de material.
5. Las partículas de los distintos materiales se disponen en el espacio adquiriendo formas y tamaños diversos, según el tipo de material.

### ACTIVIDADES EXPLORATORIAS Y EXPERIMENTALES:

#### EL ESTUDIO DEL MODELO CORPUSCULAR

Las siguientes actividades experimentales pretenden que los alumnos se acerquen a los postulados 1, 2 y 3 del modelo corpuscular de la materia. Desarrolladas conjuntamente con la lectura de textos, la interpretación y la elaboración de explicaciones, y sus diversas formas de representación pueden favorecer el aprendizaje de estos conceptos.

En una primera parte, se presenta a los alumnos la realización de una serie de experiencias breves. Esperamos que, a partir de las reflexiones sobre lo que observan, los estudiantes puedan dar significado a los dos primeros postulados del modelo de partículas y, a la vez, reflexionar sobre el valor de disponer de un modelo para interpretar los fenómenos. Es oportuno compartir con ellos la intención de estas primeras experiencias, por ejemplo, decirles que se les propondrá analizar fenómenos, muchos conocidos, para reflexionar sobre cómo está compuesta la materia.

##### Experiencia 1

###### Consignas de trabajo

- a. Coloquen un globo, apenas inflado, en la boca de un tubo de ensayo.
- b. Viertan agua en un vaso, hasta la mitad; luego, coloquen el tubo de ensayo en su interior y, por último, calienten a baño de María el tubo, mientras recorren sus paredes con una llama de encendedor o vela.

- c. Observen los cambios en el globo y descríbanlos. Luego, apaguen la llama.
- d. Coloquen el tubo de ensayo en un recipiente que contenga hielo molido mezclado con sal.
- e. Observen los cambios en el globo y descríbanlos.

¿Cómo se explican estos hechos? Escriban su explicación. Luego, realicen dos dibujos: uno, para representar lo que pudo haber pasado en el interior del tubo y del globo durante el calentamiento y, otro, para el proceso de enfriamiento.

## Experiencia 2

### **Consignas de trabajo**

- a. Coloquen agua en un vaso.
- b. Luego, agreguen en el agua una cucharadita de sal gruesa.
- c. Observen lo que ocurre y regístrenlo por escrito.
- d. Agiten con una varilla el contenido del vaso.
- e. Observen lo que sucede y descríbanlo.

¿Cuál podría ser la explicación de lo que sucedió? Desarróllennla y realicen un dibujo que representa esa explicación.

¿Podrían recuperarse los materiales que se tenían al inicio de la experiencia?

*(Se puede proponer calentar la mezcla hasta su evaporación para observar la sal nuevamente cristalizada, pero en cristales más pequeños.)*

## Experiencia 3

Presentar a los alumnos, organizados en pequeños grupos, dos frasquitos transparentes y tapados, que fueron preparados el día anterior. En un frasquito se vertió alcohol hasta la mitad; en el otro, se colocó una cáscara de mandarina y se la dejó en el recipiente durante todo ese día.

Antes de comenzar esta actividad, se retira la cáscara, sin que los alumnos sepan.

### **Consignas de trabajo**

- a. ¿Qué contiene cada frasco? Obsérvenlos sin abrirlas, discutan entre ustedes y escriban sus respuestas.
  - b. Abran cada frasco, sientan el olor y vuelvan a responder la misma pregunta.
- ¿Cómo se podría explicar que en el frasco donde parece haber sólo aire se perciba ese olor?

Si fuera posible observar con una lente de aumento el contenido de ese frasco, ¿qué piensan que verían? Represéntenlo mediante un dibujo.

Luego, expliquen, con otro dibujo, cómo imaginan que llega el olor de la sustancia líquida del frasco hasta sus narices.

En una puesta en común, los grupos intercambiarán las observaciones, y dejarán planteadas las explicaciones propuestas. Se recomienda presentar, en ese momento, los primeros dos postulados del modelo corpuscular. Los alumnos podrán contrastarlos con sus explicaciones y/o proponer otras, ya sea utilizando esos postulados o estableciendo relaciones entre sus observaciones durante la experiencia y cada uno de ellos.

En un segundo momento, se presentará una experiencia para trabajar el tercer postulado. A los estudiantes, se les podrá plantear como una continuación del estudio de la estructura de la materia y el modelo corpuscular.

#### Experiencia 4

Presentar a los alumnos un tubo de ensayo lleno de agua.

**Preguntas introductorias dirigidas a los alumnos**

- ¿Cuánto permanganato de potasio creen que podría agregarse al tubo de ensayo con agua sin que rebalsara? ¿Menos de una cucharadita? ¿Un poco más de una cucharadita? ¿Por qué?

**Consignas de trabajo**

- a. Separen en un platito la cantidad de la sal permanganato de potasio que consideren suficiente para agregar al tubo sin que rebalse.
- b. Tomen el tubo de ensayo lleno de agua hasta el borde y comiencen a verter, poco a poco, el permanganato de potasio.
- c. Presten atención a la cantidad de sal que pueden depositar en el tubo antes de que el agua rebalse, y anoten el resultado de dicha medición.

*Recuerden:* es importante que la sal se vierta con mucho cuidado y lentamente.

¿Coincide la cantidad de sal que agregaron con la que habían pensado y separado en el platito al iniciar la experiencia? ¿Cómo podrían explicarlo?

Tal como en las experiencias anteriores, se recomienda hacer una puesta en común, presentar a los alumnos el tercer postulado del modelo corpuscular e interpretar el resultado de la experiencia considerando que entre las partículas hay vacío.

Cada una de estas experiencias podrá ser modelizada mediante la utilización de piezas, tales como clips de colores, diferentes botones, o tapitas de gaseosas. Cada pieza representará una partícula de un material (por ejemplo, en la experiencia 3, un color de tapita será el alcohol, y otro, el aire).

#### PROFUNDIZACIÓN

Para ampliar la propuesta con el aporte de otros ejemplos de actividades experimentales, se recomienda la lectura de la *Actividad 3* de la *Secuencia didáctica 1: El estudio del modelo corpuscular de la materia*.

En las *Actividades 4 y 5*, se encontrarán desarrolladas ampliamente diversas experiencias que proponemos para trabajar la diferencia entre el concepto de molécula y el concepto de átomo. Allí también se incluye un trabajo sobre el concepto de sustancia.

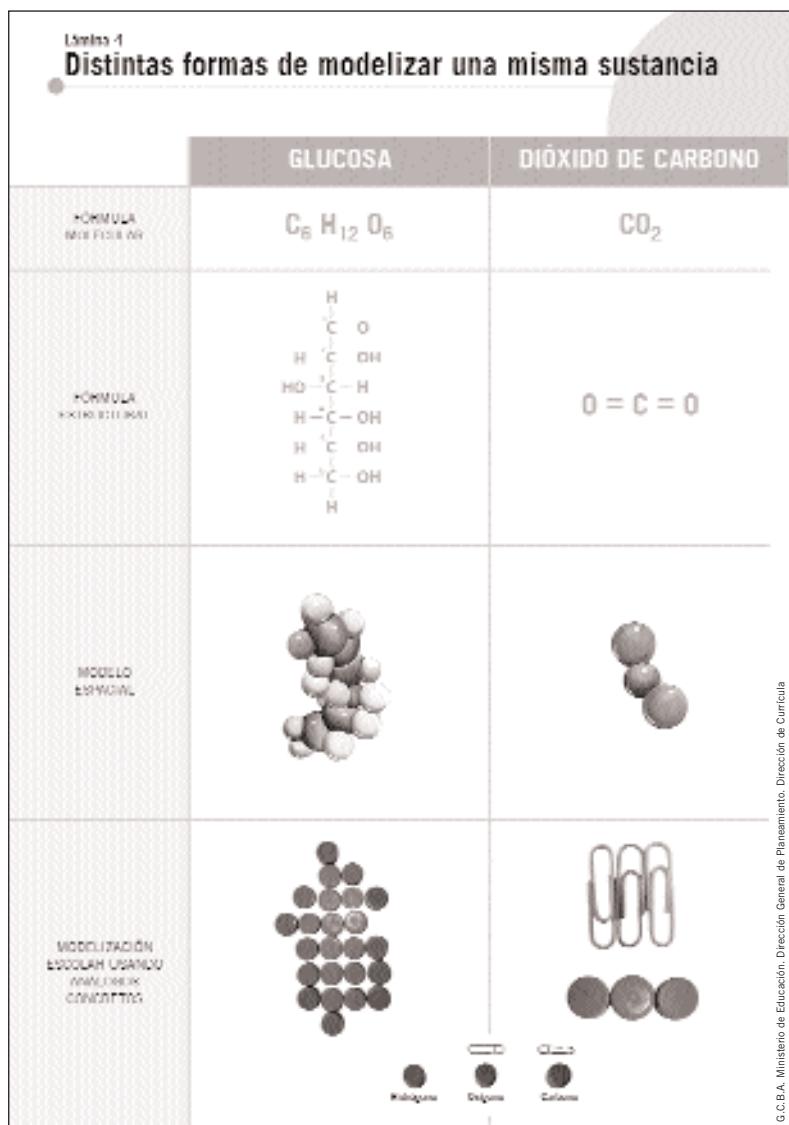
### LÁMINA 3: MODELIZACIÓN DE DIVERSOS FENÓMENOS

**Lámina 3**  
**Modelización de diversos fenómenos**

FENÓMENO	REPRESENTACIÓN MEDIANTE PARCÍCULAS	MÓDULO ESCOLAR USANDO ANÁLOGOS CONCRETOS
DISOLUCIÓN DE TINTA EN AGUA		
SEPARACIÓN DE LOS COMPONENTES DE UNA SOLUCIÓN SEJAJA POR DISTILACIÓN		
		

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

## LÁMINA 4: DISTINTAS FORMAS DE MODELIZAR UNA MISMA SUSTANCIA



## • Sugerencias para el trabajo con estas láminas

El lenguaje de la Química es una herramienta necesaria para la interpretación de estructuras y de procesos biológicos. Su apropiación requiere del uso de estrategias didácticas que ayuden a los alumnos a otorgar significado a las operaciones que se realizan con este lenguaje. Una estrategia que suele resultar muy apropiada para este fin consiste en utilizar y relacionar distintos modos de representar las sustancias, sus interacciones y los cambios que experimentan, y hacerlo en diferentes contextos donde se estudian fenómenos físico-químicos y procesos biológicos.

Se pueden presentar estas láminas una vez que los alumnos hayan transitado por las situaciones de experimentar, proponer sus propias explicaciones y modelizar los fenómenos estudiados.

## LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA: LAS TRANSFORMACIONES QUÍMICAS

Comprender el modelo corpuscular de la materia favorece el acercamiento a la noción de transformaciones químicas en términos de un reordenamiento de partículas.

### ACTIVIDADES EXPLORATORIAS Y EXPERIMENTALES: LAS TRANSFORMACIONES QUÍMICAS

Con esta actividad retomamos con los alumnos el trabajo en torno a las primeras nociones de transformación química que se abordan al finalizar la escuela primaria. En este sentido, se propone que los estudiantes puedan identificarlas mediante el reconocimiento de la formación de algún producto distinto de los iniciales. Para este trabajo se han seleccionado algunas transformaciones químicas cuyos cambios se pueden observar claramente.

#### Preguntas introductorias dirigidas a los alumnos

- ¿Qué sucede con un papel si lo someten a la acción del fuego? ¿Se produce algún tipo de cambio en la materia, como vimos en las experiencias anteriores?
- ¿Qué puede ocurrir si dejan un clavo de hierro a la intemperie durante un tiempo? ¿Qué cambios consideran que se observarán?
- ¿Qué habrá que tener en cuenta para reconocer si se produce o no una transformación química?

Le sugerimos al docente que todos los grupos realicen el total de las experiencias.

#### Consignas de trabajo

- a. Mientras lleven a cabo las siguientes experiencias, registren por escrito en sus carpetas los cambios que vayan observando.

#### Experiencia 1

En un tubo de ensayo, lleno hasta la mitad de vinagre, verter una cucharadita de bicarbonato de sodio.

#### Experiencia 2

En otro tubo de ensayo, lleno hasta la mitad de vinagre, agregar dos cucharaditas de aceite. Revolver con varilla y esperar unos minutos

#### Experiencia 3

En un tercer tubo de ensayo con agua, añadir una punta de cucharita de alguna sal coloreada (permanganato de sodio, sulfato de cobre, etcétera).

### **Experiencia 4**

Agregar uno o dos clavos de hierro, o trozos pequeños de rollitos de virulana, en un tubo de ensayo, lleno hasta la mitad con ácido clorhídrico.

## PROFUNDIZACIÓN

En la Secuencia didáctica 2: *Aportes para el trabajo en el aula con las transformaciones químicas*, el docente podrá encontrar orientaciones para la puesta en común de estas cuatro experiencias.

## TEXTOS

Esta selección de textos, cuya lectura puede realizarse al finalizar las actividades relacionadas con “La estructura de la materia”, propone un breve recorrido por la historia de la construcción de algunas de las ideas acerca de la naturaleza de la materia y de las transformaciones químicas.

Se trata de fragmentos extraídos de distintos libros de divulgación cuya lectura ofrece a los alumnos la oportunidad de interpretar diferentes tipos de textos sobre un mismo contenido.

La lectura y la discusión de explicaciones científicas de otras épocas contribuye a conformar la idea de que la ciencia, como construcción humana, está en permanente revisión. Por otra parte, conocer otros modelos, que antiguamente explicaban ciertos fenómenos, y el desarrollo histórico que estos han experimentado da mayor significatividad a los modelos actuales que abordan los mismos fenómenos.

### LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA: UNA MIRADA HISTÓRICA

Adaptación de: Sagan, C. *Cosmos*. Barcelona, Planeta, 1980, págs. 179 y 180.



El primer experimento con aire, documentado hacia el 450 a. de C., fue realizado por un médico llamado Empédocles.

[...] Empédocles llevó a cabo su experimento con un cacharro doméstico que la gente había estado utilizando desde hacía siglos, la llamada clepsidra o “ladrón de agua”, que servía de cucharón de cocina. Se trata de una esfera de cobre con un cuello abierto y pequeños agujeros en el fondo que se llena sumergiéndola en el agua. Si se saca del agua con el cuello sin tapar, el agua se sale por los agujeros formando una pequeña ducha. Pero si se saca correctamente, tapando con el pulgar el cuello, el agua queda retenida dentro de la esfera hasta que uno levanta el dedo. Si uno trata de llenarlo con el cuello tapado, el agua no entra. Ha de haber alguna sustancia material que impida el paso del agua. No podemos ver esta sustancia. ¿De qué se trata? Empédocles afirmó que sólo podía ser aire. Una cosa que somos incapaces de ver puede ejercer una presión, puede frustrar mi deseo de llenar el cacharro con agua si dejo tontamente el dedo sobre el cuello. Empédocles

había descubierto lo invisible. Pensó que el aire tenía que ser materia tan finamente dividida que era imposible verla.

[...]

Estos indicios, este soplo sobre la existencia de los átomos, fue explotado mucho más a fondo por un hombre llamado Demócrito, procedente de la lejana colonia jónica de Abdera, en el norte de Grecia. Abdera era una especie de ciudad chiste. Si en el año 430 a. de C. uno contaba una historia sobre alguien de Abdera, las carcajadas estaban aseguradas. Era en cierto modo el Brooklyn de la época. Demócrito creía que había que disfrutar y comprender todo lo de la vida; comprender y disfrutar eran una misma cosa. Dijo que “una vida sin regocijo es un largo camino sin una posada”.

[...]

Demócrito inventó la palabra átomo, que en griego significa “que no puede cortarse”. Los átomos eran las partículas últimas, que frustraban indefinidamente nuestros intentos por reducirlas a piezas pequeñas. Dijo que todo está hecho de una reunión de átomos, juntados intrincadamente. Incluso nosotros. “Nada existe –dijo–, aparte de átomos y el vacío”.

Cuando cortamos una manzana, el cuchillo ha de pasar a través de espacios vacíos entre los átomos, afirmaba Demócrito. Si no estuviesen estos espacios vacíos, este vacío, el cuchillo toparía con los átomos impenetrables y no podríamos cortar la manzana. Cortemos, por ejemplo, una tajada de un cono y comparemos las secciones de las dos piezas. ¿Son las áreas que han quedado al descubierto iguales? No, afirmaba Demócrito. La inclinación del cono obliga a que una cara del corte tenga una sección ligeramente más pequeña que la otra. Si las dos áreas fueran exactamente iguales tendríamos un cilindro, no un cono. Por afilado que esté el cuchillo, las dos piezas tienen secciones de corte desiguales: ¿Por qué? Porque a la escala de lo muy pequeño, la materia presenta una granulosidad determinada e irreductible. Demócrito identificó esta escala fina de granulosidad con el mundo de los átomos. Sus argumentos no eran los que utilizamos actualmente, pero eran sutiles y elegantes, derivados de la vida diaria. Y sus conclusiones eran fundamentalmente correctas.

”



## LAS TRANSFORMACIONES QUÍMICAS: UNA MIRADA HISTÓRICA.

### UNA TEORÍA PARA UN SIGLO

García, H. *El investigador del fuego. Antoine L. Lavoisier*, México, Pangea Editores, 1991, pág. 14, Colección Viajeros del conocimiento



[...] En el siglo siguiente<sup>3</sup> los ingleses Robert Boyle y Robert Hooke estudiaron el fuego con profundo interés. Para Boyle, la materia estaba formada por pequeñísimas condensaciones de la misma, corpúsculos siempre en movimiento, que podían asociarse o separarse entre sí originando las sustancias y los cuerpos.

Esta teoría se aproxima mucho a la teoría atómica enunciada en el siglo V antes de nuestra era por Leucipo y su discípulo Demócrito, sin ser exactamente la misma.

Para los alquimistas, el fuego representaba un medio de “matar la materia”, de destruir su forma para dar origen a otra diferente.

En la época de Boyle, segunda mitad del siglo XVII, el calentamiento de los metales se conocía con el nombre de *calcinación* y a su producto, lo que hoy llamamos “óxido metálico”, se lo llamaba *cal metálica*.

Boyle hizo dos importantes observaciones: que al calcinar el metal se consumía aire, y que la cal metálica pesaba más que el metal original.

Consecuente con su manera de entender la estructura de la materia, Boyle veía que el fuego, como cualquier sustancia, estaba formado por esas “condensaciones de corpúsculos”, átomos de fuego, y llegó a la conclusión de que durante la combustión estos “átomos de fuego” se incorporaban al metal, aumentando por eso su peso.

En cambio, el científico Robert Hooke, quien fuera ayudante de Boyle, llegó a otra conclusión: a la sustancia que ardía se incorporaba “un componente del aire”.



## LAS TRANSFORMACIONES QUÍMICAS: UNA MIRADA HISTÓRICA.

### SOL DE FUEGO

Tignanelli, H. *Así funcionaba el Sol*,

Buenos Aires, Colihue, 1992. págs. 26 y 27.



[...] Durante aquel siglo XIX, en cualquier escuela, y hasta en la mismísima Universidad, los profesores de negra toga enseñaban que el Sol generaba su luz y su calor quemando carbón en su ardiente interior.

Aquellos fueron tiempos de fogatas, lámparas de llama y velas; por otra parte, la combustión del carbón constituía la fuente de energía más usual entre las producidas artificialmente por los hombres.

La energía química era estudiada en todas las manifestaciones posibles que estuvieran al alcance de los científicos de la época; y una forma de presentarse de esa energía era, precisamente, la que surge al quemar el carbón.

<sup>3</sup> Siglo XVII.

En la época de Mayer y de Thomson, los químicos ya explicaban correctamente cómo se producía la combustión del carbón y cuánto de ese mineral era necesario para generar cierta cantidad de energía química.

Para quemar carbón y producir fuego, es necesario, además de un encendedor o un fósforo, que se combine ese carbón con oxígeno, un gas bastante común en la Tierra y que forma parte del aire que respiramos.

Para la Química, el hecho de que un par de elementos diferentes se “combinen” significa que se habrán de juntar para formar un compuesto nuevo, distinto de los dos anteriores.

Así, de la combinación de carbón con el oxígeno se forma otra cosa, de característica gaseosa, llamada respetuosamente “anhídrido carbónico” (dióxido de carbono).

Para que el Sol funcionara a fuego, en el Sol debería existir una reserva gigantesca de carbón y de oxígeno, además de bastante lugar para el anhídrido carbónico que ambos generarían en la combustión.



- *Sugerencias para el trabajo con estos textos*

La actividad de lectura de estos textos podría realizarse hacia el final de una secuencia de enseñanza del modelo corpuscular y de las transformaciones químicas, (ver *Secuencias didácticas 1 y 2*) y de la interpretación de las *Láminas 3, 4 y 5*.

Por un lado, los alumnos podrán, por ejemplo, identificar en los textos algunas similitudes y diferencias entre las ideas actuales y las que proponían aquellos pensadores e investigadores del pasado, así como también establecer comparaciones entre las diferentes denominaciones que se han utilizado a lo largo de la Historia para nombrar los mismos elementos.

Por otro lado, resultará interesante que se detengan en el “experimento” de la clepsidra de Empédocles con preguntas, tales como: ¿habrán observado lo mismo todos los que utilizaban diariamente ese cacharro? ¿A qué podrá deberse que Empédocles se haya detenido a explorar y a buscar una explicación para ese hecho? ¿Cuál es el modelo que elaboró este pensador?

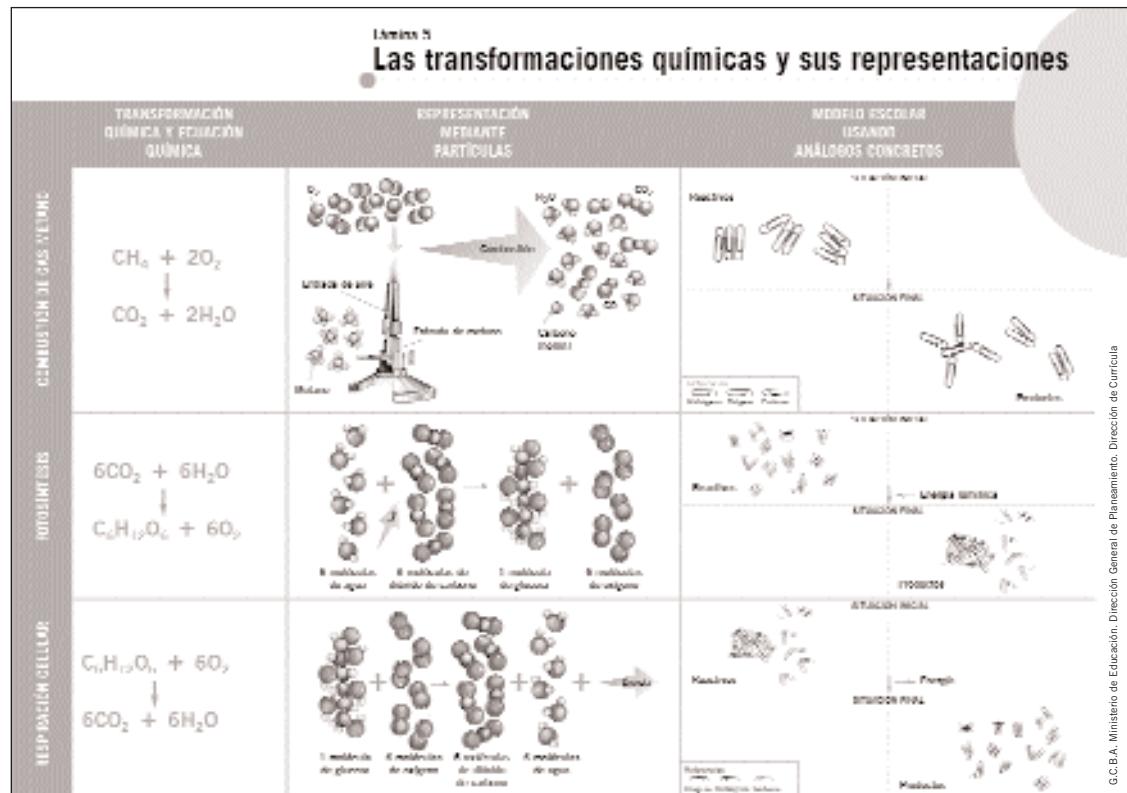
Además, los estudiantes podrán proponer y poner a prueba otras situaciones similares que puedan ser explicadas con ese modelo. Por ejemplo, sumergir en agua uno de los extremos de una bombilla, un sorbete o una pipeta, tapando y destapando el extremo opuesto, tanto al sumergirla como al retirarla.

Algunos de estos párrafos podrán utilizarse para diseñar una situación de evaluación de los aprendizajes. Por ejemplo, los alumnos establecerán comparaciones entre las diversas explicaciones de la combustión que se presentan en los textos “*Las transformaciones químicas: una mirada histórica*” y contrastarlas con lo que ellos aprendieron sobre el tema.

## EJEMPLOS DE TEXTOS ESCOLARES QUE HACEN UN TRATAMIENTO ACORDE CON ESTE ENFOQUE

- *Ciencias Naturales 8, EGB 3*, Buenos Aires, Tinta fresca, 2005, págs. 10-29.
- *El Libro de la Naturaleza y la Tecnología 8*, Buenos Aires, Estrada, 1998, págs. 150-154; 158-59 y 168-174.

## LÁMINA 5: LAS TRANSFORMACIONES QUÍMICAS Y SUS REPRESENTACIONES



- Sugerencias para el trabajo con esta lámina*

Una vez completada la etapa anterior de realización de experiencias, se recomienda trabajar con la Lámina “Las transformaciones químicas y sus representaciones” y, a continuación, proponer la modelización de las transformaciones químicas, mediante clips, tapitas, botones u otro tipo de piezas que representen distintos átomos.

## COMPOSICIÓN DE LOS SERES VIVOS Y DE LOS ALIMENTOS

Reconocer que los alimentos y los seres vivos poseen una composición química común es requisito necesario para comprender la universalidad de la función de nutrición y los intercambios de materia y energía implicados en la misma. Los conocimientos acerca de la estructura corpuscular de la materia y las transformaciones químicas favorecerán la interpretación de los procesos metabólicos en el nivel celular y su correlato en el nivel orgánsmico.

### TEXTOS

Se incluyen aquí dos textos: ambos vinculan la composición de todos los seres vivos y su particular organización, con su origen común y con el proceso evolutivo.

Algunos párrafos seleccionados del texto de Isaac Asimov se refieren a los intentos de diferenciación entre las sustancias orgánicas y las inorgánicas, que se propusieron a lo largo de la historia en la búsqueda de las particularidades que distinguen lo vivo de lo no vivo.

El fragmento tomado de *Cosmos*, de Carl Sagan, pone el acento en la relación entre la composición de todos los seres vivos y su origen común.

### LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS SERES VIVOS: UNA MIRADA HISTÓRICA, SEGÚN ISAAC ASIMOV

Asimov, I. *Breve historia de la Biología*,  
Buenos Aires, Eudeba, 1975, págs. 75-79.

“ El químico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) sugirió en 1807 que las sustancias obtenidas de organismos vivos (o que antes lo fueron) debían denominarse “sustancias orgánicas”, mientras que las demás debían considerarse “sustancias inorgánicas”. Pensaba que si bien era posible transformar con relativa facilidad las materias orgánicas en inorgánicas, la transformación en sentido opuesto sólo era posible mediante un proceso vital.

[...] Pero esa creencia no duró mucho tiempo. En 1828, el químico alemán Friedrich Wöhler (1800-1882) investigaba los cianuros y sus derivados, sustancias que se consideraban inorgánicas. Calentando cianato de amonio observó sorprendido la presencia de cristales. Al analizarlos, comprobó que se trataba de urea, el componente sólido más importante de la orina de los mamíferos, que se consideraba decididamente un compuesto orgánico.

[...] El desarrollo de técnicas analíticas apropiadas, en las primeras décadas del siglo XIX, permitió a los químicos descubrir que los compuestos orgánicos se hallan constituidos principalmente de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Pronto lograron combinar dichas sustancias de modo que los compuestos resultantes tuviesen las propiedades generales de las sustancias orgánicas, pero sin llegar a encontrarse en los organismos vivos.

[...] Los compuestos orgánicos sintetizados por los químicos durante el siglo XIX eran relativamente simples. En los tejidos vivos existen sustancias demasiado complejas para poder ser sintetizadas por los químicos de la época.

[...] En 1827, el médico inglés William Prout (1785-1850) clasificó por primera vez, específicamente, dichos compuestos en tres grupos generales. Actualmente se los denomina "hidratos de carbono", "lípidos" y "proteínas".

[...] El desarrollo de la química orgánica favoreció la concepción evolucionista. Todas las especies vivientes estaban constituidas por las mismas sustancias: hidratos de carbono, lípidos y proteínas. En rigor de verdad, dichos componentes variaban según las especies, pero las diferencias eran mínimas. Así, aunque la palmera y la vaca eran seres totalmente distintos, la grasa de los cocos y la de la leche diferían sólo en pequeños detalles.

Además, los químicos del siglo XIX comprendieron claramente que la complicada estructura de los hidratos de carbono, lípidos y proteínas podía reducirse en el transcurso de la digestión a derivados relativamente simples (a modo de "ladrillos" para la construcción de compuestos más complejos). Los compuestos estructurales eran idénticos en todas las especies y sólo parecían diferir en algunos detalles de combinación. Un ser vivo puede alimentarse de otro totalmente diferente (así, un hombre puede comer una langosta de mar, o una vaca comer pasto), pero las complejas sustancias de los alimentos se reducen a compuestos estructurales que poseen tanto el que ingiere un alimento como el alimento ingerido. Dichos compuestos estructurales son absorbidos para volver a transformarse en sustancias complejas en el interior del organismo que se alimenta.

Desde el punto de vista químico, parecería que todo lo que posee vida es idéntico, a pesar de las diferencias exteriores. Si esto es así, entonces los cambios evolutivos de una especie a otra serían meras cuestiones de detalle y no representarían cambios fundamentales. Este punto de vista hizo más plausible el concepto de evolución, aunque no estableció por sí mismo dicho concepto.



### LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS SERES VIVOS: UNA MIRADA HISTÓRICA, SEGÚN CARL SAGAN

Sagan, C. *Cosmos*. Barcelona, Planeta, 1980, págs. 179 y 180



Hay decenas de miles de millones de tipos conocidos de moléculas orgánicas. Sin embargo, en las actividades esenciales de la vida sólo se utiliza una cincuentena. Las mismas estructuras se utilizan una y otra vez de modo conservador e ingenioso, para llevar a cabo funciones diferentes. Y en el núcleo mismo de la vida en la Tierra

-las proteínas que controlan la química de la célula y los ácidos nucleicos que transportan las instrucciones hereditarias- descubrimos que estas moléculas son esencialmente las mismas en todas las plantas y animales. Una enzima y yo estamos hechos de la misma sustancia. Si retrocedemos lo suficiente, nos encontramos con un antepasado común.

La célula viviente es un régimen tan complejo y bello como el reino de las galaxias y de las estrellas. La exquisita maquinaria de la célula ha ido evolucionando pesonamente durante más de cuatro mil millones de años. Fragmentos de alimento se metamorfosan en maquinaria celular. La célula sanguínea blanca de hoy son las espinacas con crema de ayer. ¿Cómo consigue esto la célula? En su interior hay una arquitectura laberíntica y sutil que mantiene su propia estructura, transforma moléculas, almacena energía y se prepara para copiarse a sí misma.



- *Sugerencias para el trabajo con estos textos*

Se puede proponer la lectura de estos textos como una continuación del relato histórico referido a la estructura de la materia, y establecer “puentes” entre los conocimientos de Química, ya estudiados, y los de Biología que abordarán.

Destacamos la importancia de explicar a los alumnos que estos párrafos no relatan el proceso histórico completo de elaboración de estos conocimientos, sino que toman sólo algunos hitos.

En ese sentido, puede resultar interesante ubicar el pensamiento de los diferentes investigadores en el contexto histórico en el que vivieron y en el marco de algunos debates que se produjeron en esas épocas (por ejemplo, entre los vitalistas y los mecanicistas, cada uno de los cuales concebía a los seres vivos desde paradigmas diferentes). No se propone, entonces, que los estudiantes recuerden los nombres de los investigadores ni los años en que vivieron, sino que puedan ir comprendiendo progresivamente el carácter histórico del conocimiento.

#### EJEMPLOS DE TEXTOS ESCOLARES QUE HACEN UN TRATAMIENTO ACORDE CON ESTE ENFOQUE

- *Ciencias Naturales 9*, Buenos Aires, Longseller, 2003, págs. 85-87.
- *Biología I. La vida en la Tierra*, Buenos Aires, Colihue, 1995, págs. 15-22.



## LOS SERES VIVOS COMO SISTEMAS ABIERTOS. OBTENCIÓN DE MATERIA Y DE ENERGÍA

El estudio de los seres vivos, en tanto sistemas abiertos, permite interpretar los procesos analizando las entradas y salidas sin detenerse en la descripción minuciosa de los mecanismos. A su vez, estudiarlos como constituidos por estructuras de distinto nivel de complejidad que pueden ser analizadas como subsistemas, contribuye a establecer relaciones entre la morfología general del organismo y su funcionamiento, y entre los niveles de organización subcelular, celular y orgánico.

### ACTIVIDADES EXPLORATORIAS Y EXPERIMENTALES: INTERCAMBIOS DE MATERIA Y ENERGÍA EN LAS PLANTAS DE UN INVERNADERO EN MINIATURA

La propuesta consiste en construir un tipo de dispositivo de muy sencilla preparación y múltiples aplicaciones. Este invernadero en miniatura puede estudiarse como un sistema cerrado en el cual no se producen intercambios de materiales con el entorno, pero donde sí existen intercambios de energía.

A partir de los cambios visualizados en este dispositivo se pueden entablar interesantes debates y formular explicaciones, tanto en el nivel macroscópico como en el submicroscópico, acerca de los intercambios de materia y de energía entre las plantas y el medio.

Este dispositivo se compone de un frasco de plástico o vidrio transparente, en cuyo interior se colocan una o dos plantas pequeñas *completas*; para este invernadero conviene utilizar alguno de los “yuyos” que suelen crecer en macetas y canteros.



El docente habrá construido uno o más invernaderos para presentar a los alumnos.

## Experiencia

### Un problema de partida

Este pequeño invernadero, una vez armado, fue pesado y cerrado herméticamente por un período de quince días. Durante todo ese tiempo, el recipiente permaneció en el mismo lugar. Es posible observar que, en ese lapso, se produjeron algunos cambios: las plantas crecieron –tienen nuevas hojas y otras están más altas–, y también hay plántulas nuevas. Además, se pueden visualizar, en las paredes del frasco, gotas de agua que no se mantienen siempre igual, sino que cambian, según la hora del día –por la mayor o la menor exposición al sol–, y por la temperatura del ambiente.

El peso del invernadero armado fue de ..... gramos.<sup>4</sup>

#### Preguntas introductorias y consignas de trabajo

¿Les parece que habrá variado el peso del invernadero a los quince, treinta y cuarenta y cinco días? ¿Qué esperan que ocurra con el peso al cabo de tres meses?

Completen el siguiente cuadro con sus anticipaciones indicando con signos (+, = ó -) si consideran que el peso aumenta, se mantiene o disminuye respectivamente.

Peso inicial (P0)	P1	P2	P3	Luego de 3 meses
..... gramos				

En una puesta en común, los alumnos podrán intercambiar las diversas anticipaciones y dar argumentos a favor de unas y de otras.

### La experiencia continúa

Los estudiantes pesarán el dispositivo regularmente, a partir de este momento; al registrar los datos, pondrán a prueba sus anticipaciones. Los alumnos también podrán diseñar un cuadro para realizar dicho registro, teniendo en cuenta la frecuencia con que medirán el peso del frasco, y las variaciones que esperan encontrar.

Resultará indispensable mantener herméticamente cerrado el recipiente durante todo el tiempo que abarque la experiencia, así como utilizar siempre la misma balanza. Es conveniente que la balanza sea electrónica. (Se puede solicitar permiso en algún comercio de la zona para pesar el dispositivo.)

<sup>4</sup> Completar con el dato del peso del invernadero.

- *Sugerencias para el trabajo en el aula*

Esta actividad puede realizarse con diferentes finalidades. A continuación, presentamos dos casos:

- a) Se la puede proponer como problema de partida de una secuencia didáctica para la unidad 2 del programa de primer año. En este caso, los alumnos podrán formular sus explicaciones provisorias y, a partir de ellas, comenzar el estudio de la fotosíntesis y la respiración celular en las plantas con el alcance propuesto en dicho programa. Además, podrán ir contrastando sus explicaciones en distintos momentos de la secuencia y, también, al finalizarla.
- b) Esta actividad también puede desarrollarse después de enseñar los contenidos de las unidades 1 y 2 del programa de primer año. Los estudiantes podrán resolver el problema utilizando sus conocimientos acerca de la fotosíntesis y la respiración celular. Y, además, podrán considerar las transformaciones en las que interviene el agua (cambios de estado, procesos de fotosíntesis y de respiración celular, transpiración de las plantas, etcétera).

En ambos casos, será una oportunidad para modelizar estas transformaciones mediante el modelo corpuscular de la materia.

Se espera que los alumnos elaboren explicaciones de un nivel similar a la siguiente, que incluimos a modo de orientación:

Entre el sistema y el entorno hay intercambios de energía. Por ejemplo: entra luz al dispositivo y ésta es utilizada por las plantas durante la fotosíntesis.

Por estar el recipiente herméticamente cerrado, entre el interior del frasco y el exterior no hay intercambio alguno de materiales. Si bien se producen transformaciones de distinto tipo, los materiales intervenientes provienen del mismo sistema y quedan en él. Algunas de estas transformaciones ocurren en las plantas, que bien podrían considerarse un subsistema (abierto) del sistema invernadero.

Un ejemplo de las transformaciones que sufren las plantas es que crecieron utilizando el agua y las sales minerales que había en la tierra, el dióxido de carbono y el oxígeno del aire que quedaron confinados en el interior del frasco.

Una parte del agua que estaba en la tierra se evaporó y, luego, se condensó en gotas sobre las paredes del frasco. Otra parte ingresó a las plantas para, después, pasar al aire a través de la transpiración.

Todos esos materiales ya formaban parte del sistema y siguen manteniéndose dentro de él. Por lo tanto, el peso del mismo no aumenta ni disminuye.

## PROFUNDIZACIÓN

En la Secuencia didáctica 2: *Aportes para el trabajo en el aula con las transformaciones químicas*, el docente podrá encontrar propuestas de actividades y orientaciones para modelizar los procesos de fotosíntesis y de respiración celular, tanto mediante análogos concretos (clips, imágenes, tapitas o botones) como mediante las ecuaciones correspondientes.

## TEXTOS

Se han seleccionado dos textos. El primero, extraído de *La vida y el Universo* de David Aljanati, propone una caracterización de los seres vivos desde una perspectiva sistémica; el segundo, recreado de *Biología e investigación científica* de J. J. W. Baker y G. E. Allen, es una selección de algunos experimentos históricos que contribuyeron a la elaboración del conocimiento acerca de la nutrición en las plantas.

Una aproximación a la historia de cómo se fueron elaborando las explicaciones acerca de este fenómeno, además de contribuir a la comprensión de los conceptos de fotosíntesis y respiración con el alcance que se propone para su enseñanza en primero y segundo año, permitirá a los alumnos introducirse en el proceso de construcción de los conocimientos con sus avances, debates y retrocesos. También tendrán oportunidad de reconocer que existen distintas formas de interpretar los datos que aportan los experimentos, según las teorías de que se dispone y, con ello, valorarlas como herramientas de explicación e interpretación de los fenómenos.

### LOS SERES VIVOS COMO SISTEMAS ABIERTOS

Aljanati, D. *La vida en el Universo*, Buenos Aires, Colihue, 1994, págs. 66-69.

#### VIDA EN EL UNIVERSO

A partir del momento en que se incorporó la idea de que la Tierra es un planeta más y el Sol, una estrella más de las incontables que pueblan el Universo, muchos fenómenos, como la atracción gravitatoria, comenzaron a perder su carácter local para transformarse en universales.

*Hoy sabemos que la gravedad y muchos otros fenómenos físicos y químicos están gobernados por leyes que valen para cualquier lugar del Universo conocido.*

Con la Biología no ocurre lo mismo y éste es el primer problema que enfrentamos cuando buscamos argumentos a favor de la existencia de vida en otros planetas.

El astrónomo argentino Carlos Varsavsky lo expresa de la siguiente manera:

“El análisis de los datos que hemos recogido sobre todos los objetos que hemos observado hasta el momento en el Universo nos indican que la física es realmente universal... pero, en cambio, la biología puede ser un fenómeno puramente local”.

Los viajes interplanetarios son, en última instancia, la confirmación de que conocemos lo suficientemente bien las leyes que gobiernan el Universo como para sobrevivir desplazándonos a través de él. Es cierto, todavía a tientas y sin alejarnos demasiado de nuestra cuna pero... algo es algo.

Sin embargo, conocemos un solo tipo de vida, la terrestre. No podemos siquiera imaginar otra biología, totalmente diferente a la que estamos acostumbrados y de la que formamos parte.

Ni siquiera la ciencia ficción ha logrado describir seres imaginarios totalmente diferentes de los que conocemos. Por el momento, estamos atados, en lo que a la vida se refiere, a una concepción geocéntrica.

Pese a estas limitaciones, la teoría evolutiva del origen y desarrollo de la vida en la Tierra permite buscar propiedades generales para definir el concepto de la vida más allá de las fronteras del propio planeta.

Vamos a tratar de definir cuáles podrían ser esas propiedades de la vida que se pueden considerar universales:

EL PRIMER ELEMENTO que podemos considerar prácticamente seguro para evaluar si lo que está frente a nosotros posee las características de la vida se refiere a los problemas de la *obtención de materia prima y de energía para sostener su constitución*.

Tomemos una de las formas de la materia inorgánica más organizadas como puede ser la de un cristal.

A simple vista o con ayuda de una lupa podemos observar su forma casi perfecta.

Para que se produjeran las reacciones químicas que llevaron a su formación hicieron falta inversiones de materia y energía.

Una vez formado el cristal, su organización interna se mantendrá inalterada, siempre y cuando se logre que su estructura permanezca aislada del entorno.

En lo fundamental ya no habrá intercambio de materia y energía. Si acaso esto ocurriera, el resultado esperado sería la desorganización de esa estructura.

*A diferencia de la mayoría de los sistemas no biológicos, un organismo vivo intercambia con el entorno materia y energía en forma constante.* De esta forma garantiza la autoorganización y la posibilidad de desarrollar su actividad vital. De la misma forma recibe constantemente información de las condiciones en que se encuentra el entorno, información que le sirve para organizar esa actividad vital.

Cuando nos referimos a actividad vital no pensamos solamente en aquellas que están asociadas a la actividad consciente que realizamos los humanos, como correr, gritar, jugar o trabajar. Tampoco en cazar, defenderse, cuidar de las crías y otras que realizan los animales con los que estamos en contacto diario.

Pensamos muy simplemente en la posibilidad de reaccionar ante estímulos químicos o físicos que provienen del medio y afectan a los organismos.

Los organismos microscópicos muy simples, como las bacterias, aportan buenos ejemplos de reacciones primitivas ante el cambio en las condiciones del ambiente donde habitan.

Muchas bacterias al ser calentadas reaccionan desarrollando estructuras de protección, se encapsulan formando lo que se llaman esporas y vuelven a su actividad normal sólo cuando las condiciones exteriores se normalizan.

EL SEGUNDO ELEMENTO es la capacidad de evolucionar.

Podemos decir que prácticamente en ningún lugar del Universo existen condiciones totalmente estables del medio físico y químico. Estas condiciones varían tanto a lo largo del tiempo como de un lugar a otro del espacio.

Para que una estructura tan compleja como la vida se desarrolle y mantenga su continuidad a lo largo del tiempo, es necesario que esté sujeta a mecanismos evolutivos que permitan su adaptación a las condiciones cambiantes del entorno donde habita.

Según vimos, en la Tierra este proceso de cambio adaptativo se da por el mecanismo de la selección natural que actúa como un filtro: de entre muchas variedades existentes sólo sobrevivirán aquellas que estén mejor adaptadas al medio.

No es posible predecir si este mecanismo es universal pero no es descabellado pensar que la capacidad de evolucionar lo sea.



## LA NUTRICIÓN EN LOS VEGETALES. UN RELATO HISTÓRICO

Baker, J. J. W. y Allen, G. E. *Biología e investigación científica*, EE.UU., Fondo Educativo Interamericano S. A., 1970, capítulo 8, págs. 159 - 177.

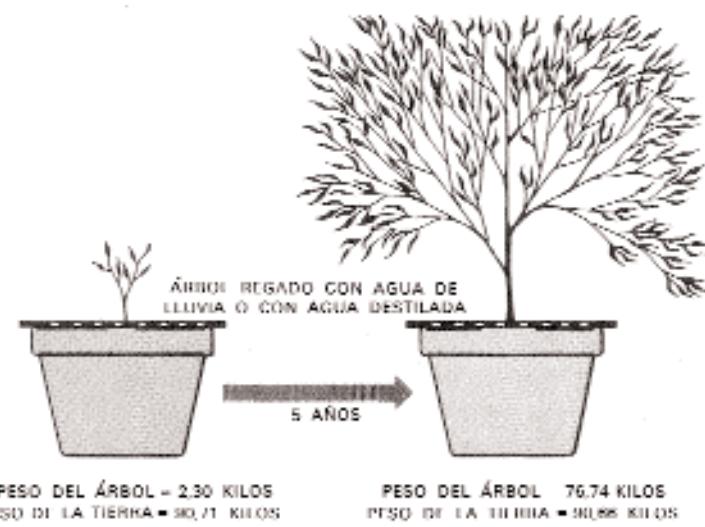


### EL PROBLEMA

El problema de la nutrición en las plantas puede parecer sencillo. ¿Cómo crece una planta? ¿De dónde obtiene materiales para construir material vegetal adicional? Parece fácil entender cómo pueden crecer los animales. Se observa que ellos devoran alimentos y se supone que luego los utilizan para construir más material animal. Las plantas, sin embargo, no se alimentan de esta manera.

Uno de los primeros en estudiar este problema fue Jan Baptista Van Helmont (1577-1644). A pesar de que la mayor parte de sus estudios fueron de naturaleza química, Van Helmont llevó a cabo un experimento muy significativo con un árbol de sauce. En este experimento, él intentó conocer la fuente de los materiales nutritivos de los vegetales. He aquí sus propias palabras:

*"Tomé una maceta, en la cual coloqué 90,7 kilos de tierra que había sido secada en un horno, la humedecí con agua de lluvia, y sembré en ella el tronco o tallo de un árbol de sauce que pesaba 2,30 kilos. Finalmente, después de cinco años de cuidados, el árbol había crecido y pesaba 76,74 kilos. Cuando era necesario, siempre humedecía la tierra de la maceta con agua de lluvia o agua destilada; la maceta era grande y estaba implantada en la tierra. Para que el polvo en los alrededores no se mezclara con la tierra, cubrí los bordes de la macetera con una placa de hierro cubierta con plomo y con muchos huecos. No computé el peso de las hojas que cayeron durante cuatro otoños. Al final, sequé de nuevo la tierra que había en la macetera y se encontraron los mismos 90,7 kilos, faltando unos 56,7 gramos. Por lo tanto, 74,5 kilos de madera, coraza y raíces se formaron solamente de agua."*



### OTRO HECHO SE SUMA

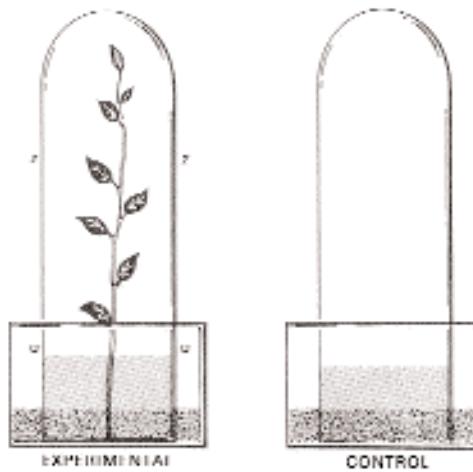
En la última parte del siglo XVII, el desarrollo del microscopio y su uso en Ciencias Naturales llevó a la observación de que las hojas de las plantas tienen mucha aberturas (estomas) en su superficie.

[...]

Algunos microscopistas consideraron las hojas de las plantas como órganos digestivos y los poros funcionales como salidas para productos de desecho de la digestión. Otros, en cambio, como Nehemiah Grew, se preguntaron “*¿será que ellos permiten el intercambio de sustancias entre la planta y la atmósfera?*”.

El sacerdote inglés Stephen Hales (1677-1761) se interesó en todo el problema del flujo de materiales a través de las plantas. Aparentemente fue uno de los primeros en notar que tal vez el agua no es la única relacionada con la nutrición de las plantas. Él escribió:

“De acuerdo con el siguiente experimento hay cierta razón para sospechar que las hojas y los tallos de las plantas absorben aire elástico... Coloqué una planta de menta bien arraigada en una cisterna de vidrio llena de tierra, y entonces eché dentro tanta agua como pudo contener; sobre la cisterna de vidrio coloqué un vaso invertido zz, aa, el agua fue elevada por medio de un sifón hasta aa. Al mismo tiempo, coloqué también, de la misma manera, otro vaso invertido zz, aa de igual tamaño que el anterior, pero sin ninguna planta dentro de él.”



A continuación, Hales escribió:

“La capacidad de estos recipientes por encima del nivel de agua aa fue igual a 803,6 centímetros cúbicos. Al cabo de un mes, la menta había producido varios tallos delgados y débiles, y emergieron muchos pelos radicales en las uniones que estaban encima del agua, ocasionados posiblemente por la gran humedad del aire, en el cual permanecía la planta; la mitad de las hojas del tallo viejo estaban ahora muertas; pero las hojas y los tallos de los retoños jóvenes continuaron verdes la mayor parte del invierno siguiente: el agua de los dos vasos invertidos subió y bajó de

*nivel como si fuera afectada por un peso diferente de la atmósfera, o por la dilatación y contracción del aire por encima de aa. Pero el agua en el vaso en el cual se encontraba la menta subió tanto por encima de aa y por encima de la superficie del agua en el otro vaso que una séptima parte del aire debió haber sido reducido a un estado fijo, ya sea por imbibición en la sustancia de la planta, o por los vapores que eran producidos por las plantas. Esto fue realizado principalmente durante los dos o tres meses de verano, ya que después no se absorbía más aire. Al principio del mes de abril, en la siguiente primavera, saqué la vieja menta y puse una planta fresca en su lugar para ver si absorbía algo más de aire, pero se marchitó en cuatro o cinco días. Sin embargo, una planta fresca colocada en el otro vaso, cuyo aire también había estado confinado por nueve meses, vivió cerca de un mes, casi tanto como otra planta en aire que había sido confinado recientemente."*

El experimento de Hales es significativo por varias razones, una de ellas es que él, muy sabiamente, empleó un control: el recipiente vacío. Si hubiera usado solamente el sistema en el cual crecía la planta de menta, le habría sido muy difícil decidir qué fluctuaciones del nivel de agua se debían a un aumento de la presión barométrica y cuáles se debían a cambios producidos por la planta.

[...] A través del trabajo de Hales se estableció la interacción entre las plantas y la atmósfera (algo que Van Helmont había pasado por alto). Sin embargo, la naturaleza exacta de esta interacción permaneció oculta.

#### LOS QUÍMICOS ENTRAN EN ESCENA

Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) fue un brillante químico francés. Había leído detalladamente los trabajos de Van Helmont, Hales y otros que trabajaron en el problema de la nutrición de las plantas. Al hacer esto, recopiló muchos de los trabajos que se habían realizado en el pasado y los unificó en una hipótesis simple:

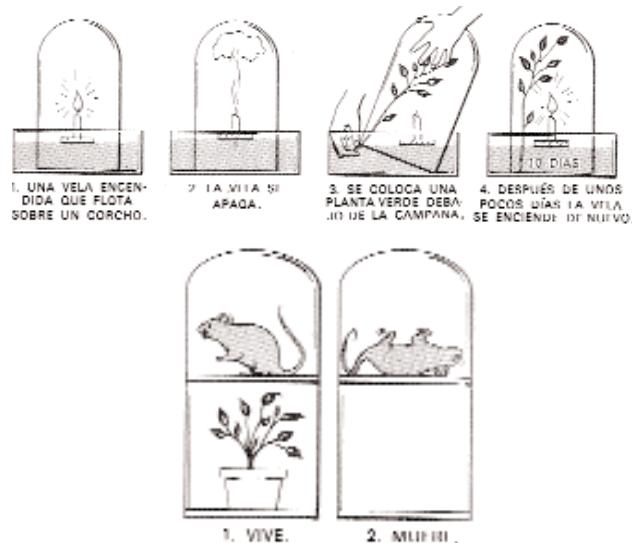
*"Aquí, desde luego, existen dos fuentes de las cuales pueden, las plantas que crecen sólo en agua, obtener los materiales que se encuentran en ellas al hacer un análisis: primero, del agua misma y de las pequeñas cantidades de material téreo extraño que deben haber estado presentes en todos los casos; segundo, del aire y los distintos tipos de sustancias que se encuentran en él."*

El químico inglés Joseph Priestley (1733-1804) también se interesó por los gases que se relacionan con la vida de las plantas. A través de experimentos, Priestley advirtió que una vela permanecía encendida en un espacio cerrado sólo por un cierto periodo, notó también que un ratón se sofocaba rápidamente cuando se lo colocaba en una situación similar. Interpretó, entonces, que de alguna manera los animales y las velas encendidas "dañaban" el aire, tornándolo incapaz de mantener la vida. En relación con esta observación, Priestley escribió:

*"...y una vez que cualquier cantidad de aire se ha convertido en nociva debido a los animales que respiran en él, por tanto tiempo como es posible, yo no conozco ningún método que haya sido descubierto para transformarlo de nuevo en aire respirable, es evidente, sin embargo, que debe haber algún medio natural para realizar este propósito, así como para convertir el aire en algo apropiado para mantener una llama: porque sin él la masa completa de la atmósfera podría, con el tiempo, llegar a ser inadecuada para los propósitos de la vida animal; y realmente no hay razón para pensar*

que, en el presente, la atmósfera es menos apta para la respiración de lo que siempre ha sido [...]

*La cantidad de aire que necesita una llama por pequeña que sea es prodigiosa. En general, se dice que una vela ordinaria consume por decirlo así, más o menos un galón por minuto. Considerando el fantástico consumo de aire, debido a tantos incendios, volcanes, etcétera, se convierte en el gran objeto de un estudio filosófico, decidir qué cambio se realiza en la constitución del aire por medio de la llama y descubrir qué medios hay en la naturaleza para remediar el daño que recibe la atmósfera por este medio."*



Cierto día, y al parecer por accidente, Priestley advirtió algo más. En sus propias palabras:

*"Fue muy halagüeño para mí, al dar accidentalmente con un método de restauración del aire que había sido dañado por las llamas de las velas, y que yo había descubierto por lo menos uno de los medios restauradores que la naturaleza emplea para este propósito: la vegetación.*

*Yo no pretendo haber descubierto en qué forma opera este proceso en la naturaleza para producir efectos tan definitivos, pero un sinnúmero de hechos declaran a favor de esta hipótesis. Presentaré mi explicación de ellos, exponiendo algunas de las observaciones que yo hice en plantas que crecían en aire confinado y que me llevaron a este descubrimiento.*

*En efecto, el 17 de agosto de 1771 puse un tallo de menta, en cierta cantidad de aire, en el cual se había consumido una vela de cera, y observé que el 27 del mismo mes, otra vela podía arder perfectamente bien dentro de él. Repetí este experimento sin ninguna variación, no menos de ocho o diez veces en lo que quedaba del verano. Muchas veces dividí en dos partes la cantidad de aire en el cual había quemado la vela, y colocando la planta en una parte, dejé la otra como control bajo la misma exposición, contenida, también, en un recipiente de vidrio sumergido en agua, pero sin la planta; nunca dejé de obtener el mismo resultado: una vela podía arder en la primera pero no en la segunda. Observé que cinco o seis días eran generalmente suficientes para restaurar este aire, cuando la planta estaba en su pleno vigor; mientras que yo he conservado esta clase de aire en vasos de vidrio por meses, sin poder percibir que se haya llevado a cabo la más mínima alteración en él..."*

### INGENHOUSZ VISLUMBRA LA LUZ

Los trabajos de Priestley fueron leídos cuidadosamente por un médico holandés, Jan Ingenhousz (1730-1799). Ingenhousz llevó a cabo sus propias investigaciones e introdujo variables en los experimentos de Priestley. Esto escribió él:

*"He encontrado que las plantas tienen, además, una facultad muy sorprendente de elaborar el aire que ellas contienen, e indudablemente que absorben continuamente de la atmósfera común, en aire desflogisticado real y bueno; que ellas liberan continuamente (...) una lluvia de este aire depurado, que, se difunde a través (...) de la atmósfera (...) lo hace más apto para la vida humana; que esta operación no se lleva a cabo constantemente, sino que comienza solamente después de que el sol ha hecho su aparición en el horizonte, y por su influencia ha preparado las plantas para principiar de nuevo su operación benéfica (...) sobre la creación animal, que fue suspendida durante la oscuridad de la noche; (...) que esta operación de las plantas disminuye hacia la terminación del día, y cesa completamente al ocultarse el sol (...)"*

*Este oficio no se realiza en toda la planta, sino solamente en las hojas y los tallos verdes que las sostienen (...)*

*Todas las plantas durante la noche contaminan el aire que las rodea, y aun durante el día en lugares sombreados; (...) todas las flores convierten en altamente nocivo el aire que las rodea, lo mismo durante el día que durante la noche, las raíces cuando se les remueve de la tierra hacen lo mismo, exceptuando, sin embargo, muy pocas; (...) pero, en general, las raíces tienen siempre la misma calidad destructiva, aunque principalmente en la oscuridad (...).*

*Debo inclinarme a creer que aquel poder maravilloso de la naturaleza, de cambiar una sustancia en otra y de promover perpetuamente aquella transmutación de sustancias, que nosotros podemos observar en todas partes, se lleva a cabo en esta materia vegetal verde de una manera más amplia y conspicua (...) el agua misma, o alguna sustancia en el agua, cambiaría en esta vegetación, y sufriría por la influencia del sol que brilla sobre ella (...) una metamorfosis tal que se convertiría en lo que nosotros llamamos ahora aire desflogisticado."*

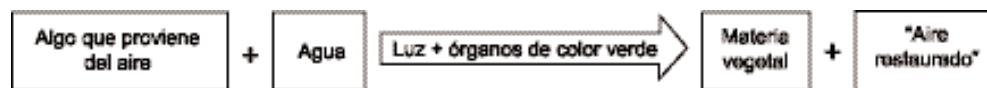


Esta explicación parece muy similar a la hipótesis de Van Helmont de la transmutación de agua en material vegetal. El valor de la hipótesis final de Ingenhousz fue mucho menor que el de los experimentos que él llevó a cabo. Quedó para investigadores posteriores la reinterpretación de los resultados.

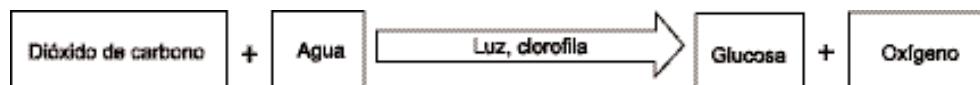
### NUEVOS PROBLEMAS PARA RESOLVER

En la última parte del siglo XVIII, independientemente del trabajo en fisiología de las plantas, se aisló el elemento oxígeno y se describieron muchas de sus propiedades físicas y químicas.

Por esa época se consideraba que los pasos del proceso fotosintético eran los siguientes:



El proceso de fotosíntesis se escribe actualmente, en forma simplificada, del siguiente modo:



Habían quedado pendientes varios problemas. La explicación actual de la fotosíntesis resultó de un proceso que duró hasta mediados del siglo XX. Diversos investigadores debatieron, formularon hipótesis, realizaron experiencias... No fue un recorrido lineal que llevó directamente a la actual visión, sino que hubo avances, retrocesos y cambios de dirección en las investigaciones.



- *Sugerencias para el trabajo con estos textos*

Luego de un primer acercamiento al texto de *La vida en el Universo*, los alumnos podrán hacer otras lecturas, mientras desarrollan diversas actividades, por ejemplo:

- Establecer relaciones entre el contenido del texto de David Aljanati y la *Lámina 1*, mediante preguntas como: ¿qué párrafos del texto elegirías para explicar el esquema de sistema abierto? ¿Qué propiedades de los seres vivos se mencionan en el texto pero no se encuentran representadas en el esquema?
- Comparar el contenido del texto con los esquemas y dibujos de las *Láminas 6* y *7*; enunciar las características comunes y las diferencias entre animales y vegetales en cuanto a los modos de nutrición. Esta actividad podrá ser una introducción al estudio de los procesos de respiración y de fotosíntesis.

Sugerimos realizar la lectura de *La nutrición de los vegetales. Un relato histórico* en pequeños grupos. Una vez completada esa primera lectura, cada grupo podrá abocarse al análisis de un experimento en particular para, luego, intercambiar ideas en una puesta en común. Este trabajo requerirá de la orientación permanente del profesor, por medio de preguntas y consignas que ayuden a los

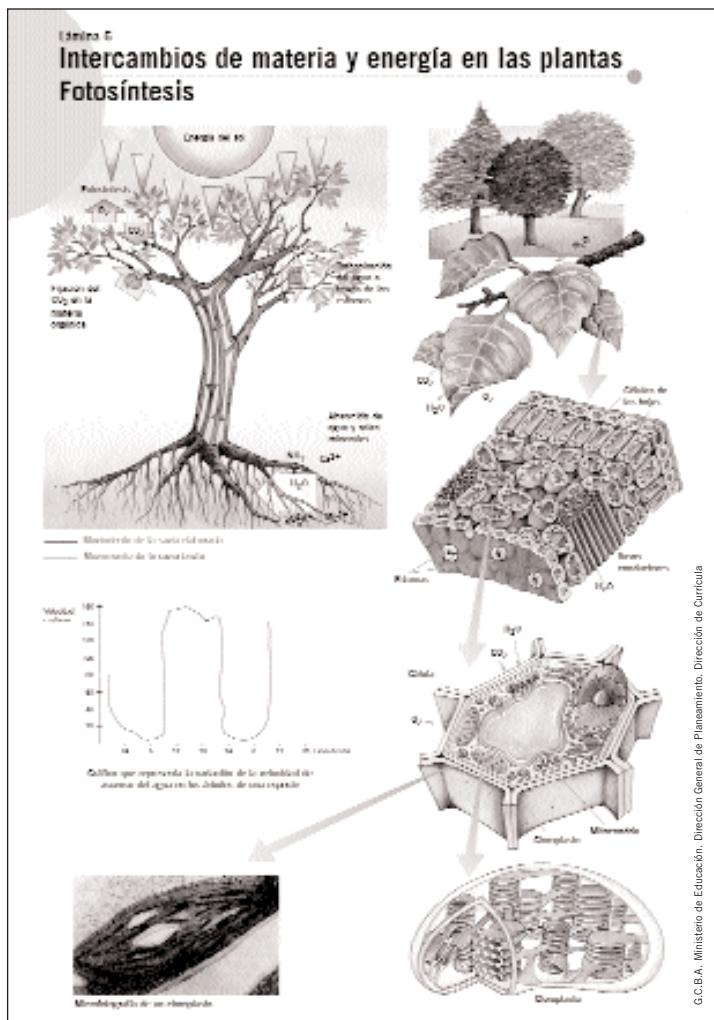
estudiantes a interpretar los datos del experimento de acuerdo con el contexto en que se realizó y, también, a proponer explicaciones según los modelos científicos actuales.

Resultará más fructífera esta instancia si se desarrolla una vez concluidas las *Actividades exploratorias y experimentales: "Intercambios de materia y energía en las plantas de un invernadero en miniatura"*, y aquellas propuestas en la *Secuencia didáctica 2*.

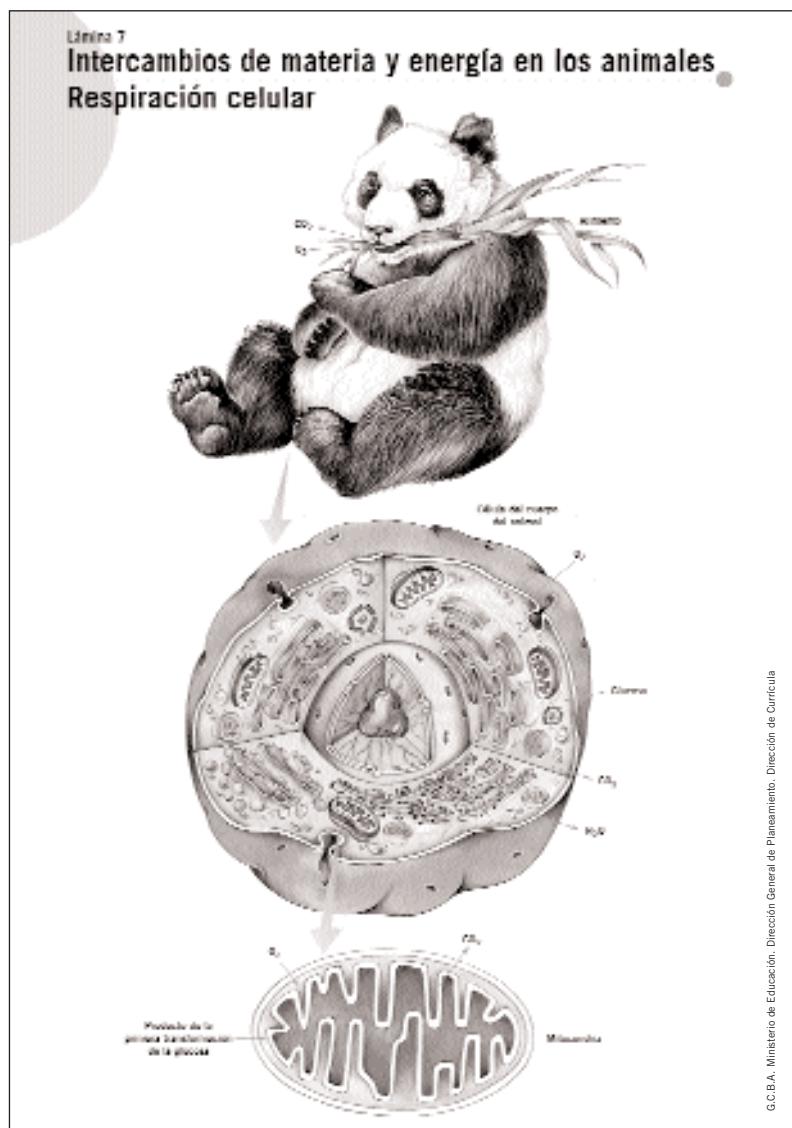
## EJEMPLOS DE TEXTOS ESCOLARES QUE HACEN UN TRATAMIENTO ACORDE CON ESTE ENFOQUE

- *Ciencias Naturales 9*, Buenos Aires, Longseller, 2003, págs. 88-89.
  - *Biología I. La vida en la Tierra*, Buenos Aires, Colihue, 1995, págs. 23-25 y Capítulo 3.
  - *El Libro de la Naturaleza y la Tecnología 8*, Buenos Aires, Estrada, 1998, págs. 66-77.
  - *Ciencias Naturales 8, EGB 3*, Buenos Aires, Tinta fresca, 2005, págs. 178-187.

## LÁMINA 6: INTERCAMBIOS DE MATERIA Y ENERGÍA EN LAS PLANTAS



## LÁMINA 7: INTERCAMBIOS DE MATERIA Y ENERGÍA EN LOS ANIMALES



- *Sugerencias para el trabajo con estas láminas*

Las representaciones gráficas, basadas en este enfoque de estudio, no apuntan a la descripción minuciosa de la morfología, sino que están centradas en visualizar los distintos niveles de organización, a modo de “cajas negras”, y mostrar sus relaciones en términos de intercambios de materiales y de energía. Se presentan aquí algunos ejemplos.

A partir de este recurso, se propone la interpretación de diversas formas de representar los intercambios que se establecen entre los seres vivos y el ambiente, y cómo se producen estos intercambios entre los distintos niveles de organización constitutivos de un organismo multicelular, los cuales, a su vez, pueden ser estudiados como subsistemas.

Se introduce, en la Lámina 6 un gráfico (C) que representa la variación de un proceso –la transpiración–, en función de una variable –la hora del día–. Resultará especialmente interesante que los alumnos interpreten este gráfico –que implica un mayor nivel de abstracción– conjuntamente con la imagen (A), y establezcan relaciones entre la información que ambos aportan.

El profesor también podrá aprovechar otros gráficos que den cuenta, por ejemplo, de la variación en la cantidad de oxígeno liberado, o del dióxido de carbono utilizado por las plantas, bajo ciertas condiciones de luz o de temperatura.



## TRANSFORMACIONES DE LA MATERIA Y DE LA ENERGÍA EN LOS ECOSISTEMAS

### ACTIVIDADES EXPLORATORIAS Y EXPERIMENTALES: LOS CICLOS DE LOS MATERIALES EN EL INVERNADERO EN MINIATURA

Para esta experiencia se propone la utilización del mismo dispositivo del invernadero descripto en el módulo anterior, pero en un contexto diferente.

En este caso, las consignas se orientan a la noción de ecosistema y al estudio de los ciclos biogeoquímicos, incluyendo la intervención de los microorganismos en dichos ciclos.

A continuación, se presenta una diversidad de consignas, problemas y preguntas, a modo de ejemplo:

#### EL INVERNADERO Y EL CONCEPTO DE ECOSISTEMA

##### Consignas de trabajo

- a. ¿Se podría decir que el invernadero es un ecosistema? ¿Qué conceptos deberían tener en cuenta para responder esta pregunta?

##### El recorrido de los materiales en el invernadero

- b. Mediante técnicas especiales es posible marcar átomos que forman parte de una sustancia para, luego, “seguirlos” en su recorrido por las distintas transformaciones químicas de las que participan. Por ejemplo, se puede marcar un átomo de carbono que se encuentra en la glucosa. Supongamos que se ha seguido este procedimiento, y que la glucosa con el átomo marcado está en una hoja de alguna de las plantas de este invernadero en miniatura.

- *Describan, por lo menos, dos recorridos que podría haber realizado ese átomo.*

- c. Supongan que se ha marcado un átomo de carbono ( $C^*$ ) de una molécula de dióxido de carbono presente en el aire de este invernadero. Al cabo de un tiempo, se detecta que ese átomo de carbono se encuentra formando parte de un azúcar, en una hoja de alguna de las plantas.

- *¿Cuál habrá sido el recorrido del átomo marcado hasta llegar allí? ¿En qué proceso del interior de la planta habrá intervenido? Escriban la ecuación que representa dicho proceso.*

### El ciclo de los materiales y los microorganismos

- ¿Podrían anticipar qué cambios ocurrirán en el sistema al cabo de un año? ¿De qué dependen dichos cambios?
- Si la tierra del invernadero hubiera sido esterilizada antes de introducirla, ¿se podría afirmar que todo el invernadero se habría encontrado libre de microorganismos?
- De ser así, ¿se podrían haber esperado los mismos resultados? Si consideran que la respuesta es no, expliquen cuáles serían los resultados para este caso y en qué se basan para fundamentarlos.

En cuanto al análisis del invernadero en miniatura como un ecosistema, cabe destacar que la última pregunta sugerida no se propone para que los alumnos o el profesor formulen una respuesta definitiva, sino para dar lugar a un debate respecto de la delimitación arbitraria de los ecosistemas y las condiciones mínimas que debe reunir un sistema para ser considerado como tal.

A continuación, planteamos algunas preguntas para seguir pensando el tema. Por ejemplo, si se analizan únicamente los intercambios entre las plantas y el ambiente, ¿puede hablarse de ecosistema?; si esas plantas no conforman verdaderas poblaciones, sino que son sólo algunos individuos de la misma especie colocados allí, ¿podemos definirlo como un ecosistema?; ¿se puede afirmar que este sistema se autorregula y permanece durante un tiempo suficiente en funcionamiento?; ¿es posible considerarlo un ecosistema si se contempla el conjunto de microorganismos y de plantas que conviven en él?

En estos debates, los alumnos podrán argumentar utilizando lo aprendido anteriormente y así poner en juego sus conocimientos en otro contexto.

Respecto de los recorridos de los materiales, consignas como éstas sirven tanto como problema de partida para estudiar los ciclos biogeoquímicos como para evaluar los aprendizajes. Se recomienda proponer a los alumnos que relacionen sus explicaciones con los esquemas de los ciclos del carbono de la *Lámina 8* y con el texto *Una larga historia* (ver en el apartado *Textos*). De esta manera, podrán conectar conceptos como la relación de los procesos de fotosíntesis y respiración celular con los ciclos de los materiales estudiados o las transformaciones químicas, entendidas como redistribución de átomos, y su modelización.

Acerca de los microorganismos y los ciclos de los materiales, este tipo de preguntas permitirá relacionar diversos conceptos estudiados durante el año: los microorganismos como degradadores en las cadenas alimentarias; la degradación de la materia orgánica y su relación con la disponibilidad de minerales para las plantas; las transformaciones químicas entendidas como redistribución de átomos, y su modelización; la presencia de microorganismos en cualquier ambiente, etcétera.

En este contexto, se podrá introducir la idea de que existen otros procesos de obtención de la energía, como la fermentación, y relacionarlos con los productos que liberan al medio ciertos microorganismos. Además, las preguntas orientadas a anticipar la evolución del invernadero al cabo de un año darán lugar a debates acerca de la multiplicidad de factores que afectan su funcionamiento y, por lo tanto, lo difícil que resulta encontrar una respuesta única y certera.

## TEXTOS

En este apartado se presenta una diversidad de textos, cada uno de los cuales aborda diferentes aspectos de la temática en cuestión: el primero, netamente informativo, presenta la Tierra como un sistema abierto; el segundo relata brevemente situaciones donde interactúan distintos organismos de diversas comunidades; el tercero es una narración sobre el ciclo del carbono; los dos últimos, de estilo periodístico y de divulgación científica respectivamente, abordan situaciones actuales referidas a la acción humana sobre los ecosistemas.

Además de la diversidad de aspectos relacionados con los intercambios de materia y de energía en los ecosistemas, esta selección abarca una variedad de tipos de texto que podrán ser utilizados por el docente para diseñar múltiples situaciones de enseñanza de los contenidos de la unidad 3 del programa de primer año, y organizarlos con otros recursos que le aporta este material y con los que utiliza habitualmente.

### LA ENERGÍA DEL SOL EN LA TIERRA

Sutton, D. *Fundamentos de Ecología*, México, Noriega Editores, 1998, págs. 49 y 50.



La vida en nuestro planeta es posible solamente porque se reciben, constantemente, radiaciones de energía solar (radiaciones solares). Al mismo tiempo, grandes cantidades de energía calórica salen de la tierra y pasan al vasto “resumidero” de calor<sup>5</sup>. El ecosistema terrestre se mantiene estable debido a las entradas continuas de radiaciones solares y al flujo constante de calor al exterior. La temperatura relativamente constante de la superficie terrestre es el resultado del continuo equilibrio energético “entrada-salida” del ecosistema Tierra.

[...]

La radiación solar que atraviesa la atmósfera y que se absorbe en la superficie terrestre se utiliza en diversos procesos. Conduce los ciclos atmosféricos principales [...], funde el hielo, evapora el agua y genera vientos, ondas y corriente. Asimismo, suministra la energía para todos los organismos que habitan el planeta.

La mayor parte de la energía que llega a la Tierra se refleja en su superficie. [...]

En las plantas, la luz solar se transforma por medio de la fotosíntesis, en moléculas químicas complejas. Más tarde, cuando necesitan energía las plantas y los animales (que se comen las plantas, o bien, a otros animales para obtener moléculas complejas ricas en energía) degradan dichas moléculas y liberan la energía almacenada en ellas.

Aproximadamente, la mitad de la luz solar que llega a la superficie terrestre está constituida por longitudes de onda que pueden utilizarse en el proceso fotosintético. La luz solar que reciben los vegetales se transforma de energía radiante en energía química, en presencia de una sustancia compleja denominada *clorofila*. En ocasiones, los ecólogos se refieren a este proceso como la *fijación de la energía solar*.

<sup>5</sup> El término “resumidero” se refiere a un lugar que absorbe enormes cantidades de energía. En relación con la Tierra, el espacio exterior es un resumidero de calor, o térmico.

Sin la fotosíntesis, que proporciona a los organismos vivientes la energía necesaria para elaborar las moléculas complejas, la vida no podría existir.

Los sistemas biológicos almacenan en grandes moléculas alimenticias la energía que obtienen de la luz solar. Los enlaces químicos, cuya fuerza mantiene unidas a dichas moléculas complejas, representan la energía química almacenada, la cual puede liberarse cuando el organismo la necesita. Todos los sistemas biológicos pueden romper los enlaces moleculares (en un proceso que se denomina *respiración*) y liberar la energía contenida en ellos (que permite realizar el proceso vital). Pero sólo las plantas fotosintéticas poseen la capacidad de elaborar las moléculas alimenticias iniciales, y, por esta razón, se denominan *autótrofos*, o bien, *autoalimentadores*. Los organismos vivos restantes dependen de los autótrofos para obtener las moléculas alimenticias (en forma de tejido de los autótrofos) que necesitan para vivir.



### RELACIONES INTRA E INTERSPECÍFICAS EN LOS ECOSISTEMAS

*Selección de situaciones que describen interacciones que se establecen entre los seres vivos.*



En un ecosistema convivían una población de conejos con una de gramíneas (pastos), y otra de plantas con flores. Los conejos se alimentan de gramíneas.

Cuando en una temporada los conejos fueron infectados por un virus mortal, todos ellos desaparecieron del ecosistema. Las gramíneas se desarrollaron más vigorosamente que las plantas con flores, y estas últimas desaparecieron finalmente del ecosistema.

En una comunidad acuática, en la costa rocosa de California, habitan unas estrellas de mar denominadas "pisaster", que se alimentan de unos crustáceos llamados "percebes", y de varias especies de moluscos, como mejillones, lapas y quitones. Tanto los percebes como los mejillones, lapas y quitones se alimentan del plancton (pequeños organismos que flotan en el agua). Durante un experimento se eliminaron todas las estrellas de mar y, al cabo de un tiempo, la población de mejillones había crecido muchísimo.

[...]

Se realizó un experimento con dos poblaciones correspondientes a dos especies diferentes de vegetales acuáticos. Ambas especies son conocidas como "lentejas de agua" porque son plantas pequeñas y viven en las capas superficiales de las lagunas.

Los individuos de la especie 1 poseen unas cámaras de aire que les sirven como pequeños flotadores y los mantienen siempre en la superficie del agua. La especie 2 carece de dichos flotadores.

Cuando se cultiva a una población de cada especie por separado bajo idénticas condiciones, se observa que la población 2 crece más rápidamente que la población 1. Pero, cuando se las cultiva juntas, en el mismo recipiente, la población 1 crece mucho y, al mismo tiempo, la población 2 desaparece.

Las termitas son insectos que pueden alimentarse de madera, ya que poseen en su intestino unos microorganismos que digieren la celulosa. De este modo, las termitas obtienen los nutrientes de la celulosa. El aparato digestivo de estos insectos, por su parte, es un ambiente ideal para estos organismos microscópicos, debido a que les proporciona condiciones de humedad, temperatura y alimentación adecuadas.

Se realizaron experimentos de laboratorio con dos poblaciones de distintas especies de organismos unicelulares (paramecios: *Paramecium aurelia* y *Paramecium caudatum*). Se encontró que cuando las dos poblaciones se cultivaban en recipientes separados bajo idénticas condiciones, el *Paramecium aurelia* se multiplicaba más rápidamente que el *Paramecium caudatum*, y la población alcanzaba una tamaño mayor. Este resultado indica que la primera población utilizaba el alimento más eficientemente que la última. En cambio, cuando las dos poblaciones crecían juntas en el mismo recipiente, el *Paramecium caudatum* se multiplicaba más rápidamente que el *Paramecium aurelia*, y esta última desaparecía en poco tiempo.

En las extensas sabanas africanas, donde la posibilidad de esconderse es escasa, algunas poblaciones de animales sociales protegen a sus crías rodeándolas constantemente. En otros casos, usan otras estrategias. En el caso del ñu, los terneros recién nacidos son constantemente amenazados por hienas, leones y otros carnívoros grandes. En los rebaños de ñus, formados por miles de individuos, los nacimientos están sincronizados, de manera que el 80% de las crías nace en el breve período de tres semanas. Así, aunque muchos sirven de alimento a los grandes carnívoros, éstos no alcanzan a devorarlos a todos, y aumenta la probabilidad de sobrevivir de cada cría.

En la costa sudoriental de los Estados Unidos, se forman bancos de arena donde viven dos tipos de animales: unos anélidos, llamados "chaetopterus", y unos cangrejos del género pinnixia. Cada chaetopterus construye en la arena un tubo en forma de U, en el cual vive, y en el que normalmente habitan también dos cangrejos pinnixia, uno macho y otro, hembra. Los gusanos poseen unos apéndices en forma de abanico con los que remueven el agua, para crear corrientes que atraviesan el tubo y arrastran alimentos de los que se nutren tanto el gusano como los cangrejos. Los cangrejos obtienen así protección y un aporte constante de alimento. En cuanto a los gusanos, se ha visto que pueden sobrevivir igualmente en el tubo, aunque no haya cangrejos.

En este caso, se trata de dos grupos de insectos: un grupo de áfidos, y otro de hormigas. Los áfidos succionan la savia de ciertas plantas, y luego la excretan en forma de miel. En Australia, algunos aborígenes utilizan esta miel como alimento.

Algunas especies de áfidos han sido "domesticadas" por una especie de hormigas, y viven dentro de sus hormigueros. Estos áfidos sólo excretan su miel cuando son acariciados por las antenas y las patas delanteras de las hormigas que, a su vez, se alimentan de dicha miel. Los áfidos, por su parte, se han adaptado a tal punto a la vida en el hormiguero que han perdido todas sus defensas naturales, incluso su exoesqueleto protector.

Los hermosos pájaros que se llaman “avefrías” tienen pocos enemigos naturales, ya que no existen ni aves de rapiña ni mamíferos carnívoros en la zona que habitan. Sin embargo, el mayor peligro que sufren las avefrías, para la continuidad de su especie, es la presencia de voraces reptiles. Entre estos se destacan unas serpientes de color verde esmeralda, y cierto tipo de lagartos muy ágiles, capaces de trepar velozmente a los árboles. Estos reptiles, aunque no atacan directamente a las aves, se alimentan de sus huevos provocando estragos en los nidos durante la época de reproducción.

En el campo es común ver, a lo largo de todo el año, a los animales herbívoros pastando durante todo el día, muchas veces acompañados de aves que se mueven pegadas a sus bocas, e incluso, sobre el lomo de vacas y caballos, picoteándolos alegramente. Los especialistas dicen que estas aves se alimentan de los pequeños organismos que suelen parasitar a estos animales.



#### UNA LARGA HISTORIA

Adaptación del capítulo “Carbono” de Primo Levi,  
en *El sistema periódico*, Torino, Einaudi, 1994.



Nos disponemos a conocer una historia, la de “cierto” átomo de carbono.

-¿Sería posible seguir el recorrido de un átomo de carbono?

Antes de comenzar esta historia, el átomo se encuentra desde hace cientos de millones de años formando parte de una roca, combinado con átomos de oxígeno y de calcio.

Sucede, entonces, que un hombre rompe con un golpe de azadón la roca en la que se encuentra el átomo. Y estaba cerca, tan cerca de la superficie que al primer golpe el átomo se separa en uno de los fragmentos de la roca. Y así, es conducido a un horno de cal.

En el horno, bajo los efectos del calor, el átomo de carbono, que protagoniza nuestro relato, se desprende hacia la atmósfera, formando parte de una molécula de dióxido de carbono.

Aquí, la historia se convierte de inmóvil en tumultuosa.

El dióxido de carbono es arrastrado por el viento, es inspirado por un halcón que lo devuelve a la atmósfera y, luego, disuelto en el agua de un río. Pero no se queda allí, sino que regresa al aire y permanece viajando en él por distintos lugares durante... digamos, ocho años.

El carbono es, verdaderamente, un elemento muy particular. Es el único que puede aliarse consigo mismo en largas cadenas estables, sin gran despilfarro de energía; en los seres vivos estas largas series de cadenas cumplen funciones importantísimas. Por eso, se dice que el carbono es un elemento clave para la vida.

Pero su ingreso al mundo viviente no es fácil, y sigue un camino que comienza sólo en ciertos organismos. En nuestra historia, el átomo de carbono ingresa a una planta de vid.

Pues bien, todavía asociado a los dos átomos de oxígeno, ingresa a la hoja de una planta del viñedo y se incorpora a una de sus células.

Una vez allí, los tres átomos, que hasta ese momento estaban asociados formando una molécula de dióxido de carbono, se separan, se reacomodan, y se asocian con otros átomos. Es decir, participan de una serie de transformaciones que ocurren en el interior de esa célula.

¿Dónde irá a parar, al cabo de este proceso, el átomo de carbono de nuestro relato? Pasa a formar parte de una molécula de glucosa. Y nada de esto hubiera ocurrido sin la luz del sol que ilumina los viñedos.

Así, integrado a esa molécula de azúcar que se disuelve en los jugos vegetales, el átomo de carbono en cuestión viaja hasta un racimo de uvas, que estaban lo suficientemente maduras como para ser elegidas y recolectadas por un cosechero.

Luego de agitados vaivenes entre canastos, toneles y botellas, el átomo de esta historia –aún integrando la misma molécula de glucosa– se encuentra ahora formando parte del vino.

Como el destino del vino es ser bebido, así sucede una noche, durante una agradable cena. Y la glucosa, ya en el interior del comensal, es transportada en la sangre hasta una célula del músculo de una pierna.

¿Cuál será el destino de esta molécula de azúcar? Pues ser usada como fuente de energía. En la transformación se forman entonces, dióxido de carbono y agua, y el átomo de carbono de la historia sale del cuerpo de quien lo hospedó.

Podríamos preguntarnos, ¿era éste el único destino posible?, ¿podría haber permanecido por más tiempo en el cuerpo del comensal? Ustedes, lectores, seguramente tienen algunas respuestas para estos interrogantes.

Lo cierto es que, en esta historia, el átomo de carbono emprende un nuevo viaje, otra vez formando parte de una molécula de dióxido de carbono.

Al cabo de un tiempo, digamos un mes, nuevos vientos lo llevan hasta un bosque. Ingresa a un cedro y allí, una vez más, participa del proceso de formación de glucosa.

Como ya sabemos, los destinos de la glucosa en una planta pueden ser de lo más diversos. Pero, en esta oportunidad, es transportada al tronco, pasa a formar parte de la madera. Para ser más precisos, es usada para la síntesis de la celulosa de la madera.

Allí está el átomo de carbono de la historia, integrando la compleja trama de la celulosa formada por montones de átomos como él, combinados además, con hidrógeno y oxígeno. Nuestro átomo podría permanecer allí durante años, pero también los destinos de los cedros pueden ser diversos.

Y este árbol se encuentra en un terreno forestado especialmente para la explotación de la madera. Así que sólo unos meses después de la llegada del átomo de carbono al tronco, el cedro es derribado, y la madera es usada para la elaboración de papel. ¡Atención, estimado lector! Es posible que en alguno de los papeles sobre el cual está escrito este relato se encuentre el átomo de carbono. Si es así, seguramente podría usted imaginar posibles destinos de su interminable recorrido.



### “ALTA SUCIEDAD”

Adaptación de la nota periodística publicada en la revista *Viva*,  
el 5 de diciembre de 2004, por Leonardo Torresi.

“

[...] Parece una escena de cine italiano. Pero no es cine. El pibe sin zapatillas corre sobre el barro a toda la velocidad que puede, hasta que se graba la cara contra el alambrado, de donde se cuelga con todos los dedos. “¡Papá! ¡Un barco!”, grita con la excitación propia de situaciones infrecuentes. Su casa se levanta casi sobre el nivel del agua, pero lo que se observa es toda una rareza. Pocos –por no decir nadie– navegan por el Riachuelo a la altura del Puente Alsina. El bote que lleva a *Viva* por esas aguas turbias y densas estaba fuera de libreto.

Riachuelo, en verdad, significa “río chico”. Pero, por estos pagos, decir Riachuelo es hablar de algo contaminado, putrefacto, sin arreglo. Y no es para menos. Naverarlo ya provoca una sensación desagradable: el bote hace las veces de un patín que se desliza sobre una lámina patinosa, con tersura de aceite y olor penetrante, mezcla de petróleo y cloaca. Todo a la redonda es una gran manto negro e inmóvil al que carcomen sin pausa miles de burbujas en cámara lenta. Ese ballet burbujeante es la expresión en superficie del gas metano que asciende desde el fondo de este río muerto que yace entre Capital y Provincia.

[...] En las aguas de la cuenca Matanza-Riachuelo abundan las bacterias de riesgo para la salud, como la *escherichia coli* o la *klebsiella pneumoniae*.

[...]

#### AGUAS SERVIDAS

Unos 900 mil metros cúbicos de desperdicios. Los basurales que tienen varios años de historia acumulan basura en cavas, que filtran hasta la segunda y la tercera capa de agua subterránea.

Otra gran fuente de degradación, además de los desechos industriales, son los vertidos cloacales con bajo grado de tratamiento. Se estima que en el castigado Riachuelo se vuelcan 368 mil metros cúbicos diarios de aguas servidas domésticas.

[...]

Pero ¿cómo se mide la contaminación? Un indicador que se utiliza es la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. Sin su presencia, sólo pueden vivir unas bacterias llamadas *anaeróbicas* que, precisamente, se desarrollan sin necesidad de oxígeno. En un río limpio los valores están entre los 8 y los 12 miligramos por litro. Y menos de 5, es considerado intolerable.

En la desembocadura del Riachuelo se registran valores cero, con algunos incrementos mínimos cauce arriba. Para medir la cantidad de aguas servidas de origen doméstico industrial, se toma la cantidad de oxígeno que se consume para oxidar la materia orgánica en las aguas.

El valor normal se ubica debajo de los 3 miligramos por litro. En el Riachuelo se detectaron valores de 26,2.

”

## PLANTAR ÁRBOLES ES SIEMPRE UN ACTO DE AMOR A LA NATURALEZA

Adaptación de Galeano, E.: “Úselo y tírelo”,  
Buenos Aires, Booket, 2004, págs. 14 y 15.



El mundo está siendo desollado de su piel vegetal y la tierra ya no puede absorber y almacenar las lluvias. Se multiplican las sequías y las inundaciones mientras sucumben las selvas tropicales, devoradas por las explotaciones ganaderas y los cultivos de exportación que el mercado exige y los banqueros aplauden. Cada hamburguesa cuesta nueve metros cuadrados de selva centroamericana. Y cuando uno se entera de que el mundo estará calvo, más temprano que tarde, con algunos restos de selva de Zaire y Brasil, y que los bosques de México se han reducido a la mitad en menos de medio siglo, uno se pregunta: ¿quiénes son peligrosos? ¿Los indígenas que se han alzado en armas en la selva lacandona, o las empresas ganaderas y madereras que están liquidando esa selva y dejan a los indios sin casa y a México sin árboles? ¿O los banqueros que imponen esta política, identificando progreso con máxima rentabilidad y modernización con devastación?

Pero resulta que los banqueros han abandonado la usura para consagrarse a la ecología y la prueba está: el Banco Mundial otorga generosos créditos para forestación. El Banco planta árboles y cosecha prestigio en un mundo escandalizado por el arrasamiento de sus bosques. Conmovedora historia, digna de ser llevada a la televisión: el destripador distribuye miembros ortopédicos entre las víctimas de sus mutilaciones.

En estas nuevas plantaciones madereras, no cantan los pájaros. Nada tienen que ver los bosques naturales aniquilados, que eran pueblos de árboles diferentes abrazados a su modo y manera, fuentes de vida diversa que sabiamente se multiplicaba a sí misma, con estos ejércitos de árboles todos iguales, plantados como soldaditos en fila y destinados al servicio industrial.

Las plantaciones madereras de exportación no resuelven los problemas ecológicos, sino que los crean, y los crean en los cuatro puntos cardinales del mundo. Un par de ejemplos: en la región de Madhya Pradesh, en el centro de la India, que había sido célebre por la abundancia de sus manantiales, la tala de los bosques y las plantaciones extensivas de eucaliptus han actuado como un implacable papel secante que ha acabado con todas las aguas; en Chile, al sur de Concepción, las plantaciones de pinos proporcionan madera a los japoneses y proporcionan sequía a toda la región.



### • Sugerencias para el trabajo con estos textos

La lectura de estos textos será una nueva oportunidad para que los alumnos pongan en juego lo aprendido en las unidades anteriores.

*La energía del Sol en la Tierra* puede trabajarse con la *Lámina 1*, para ubicar las entradas y salidas de energía, así como los componentes y transformaciones que se mencionan en el texto. Se les puede pedir a los estudiantes que redacten un artículo que explique los intercambios de materia en los ecosistemas, a partir de otras fuentes de información, tales como los esquemas y dibujos que se encuentran en las *Láminas 8 y 9*.

Los relatos cortos que desarrollan situaciones en diversos ecosistemas podrán ser utilizados, a modo de problemas, para enseñar las relaciones intra e interespecíficas en los ecosistemas, y

vincularlas con los intercambios de materia y de energía. El profesor también podrá seleccionar algunos de estos casos para elaborar actividades de evaluación.

El texto que narra un recorrido imaginario de un átomo de carbono puede ser trabajado con los diferentes esquemas que representan dicho ciclo. Entre otras actividades, los estudiantes podrán: interpretar esos esquemas estableciendo correspondencias entre el relato y los diferentes sectores de las imágenes; elaborar un esquema que represente el recorrido descripto en el texto; continuar la narración imaginando nuevos tramos; modelizar las reacciones que ocurren en algunos de los tramos utilizando material concreto; expresar, mediante ecuaciones químicas, algunas de las transformaciones nombradas en el texto y/o en los esquemas, etcétera.

Los últimos dos textos resultarán ideales para generar debates en torno a la acción humana y la dinámica de los ecosistemas. El artículo de Eduardo Galeano resultará especialmente controversial, pues plantea “una vuelta de tuerca más” a la problemática ambiental, respecto de la visión que con frecuencia se presenta en los medios de comunicación. Se espera que los alumnos puedan visualizar la complejidad de esta problemática y que utilicen sus conocimientos acerca de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas para interpretar algunos problemas puntuales (como la tala de árboles) y anticipar posibles consecuencias. Es decir, abordar estos contenidos desde un punto de vista ecológico y no ecologista.

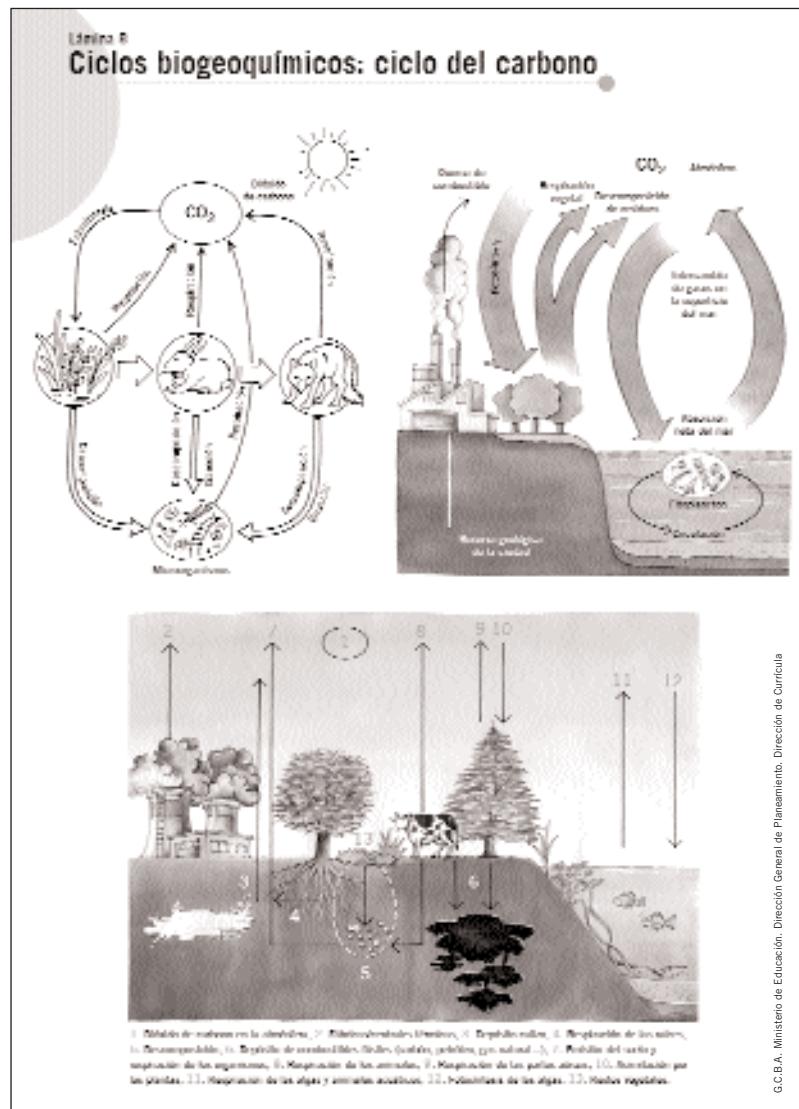
Los fragmentos extraídos de la nota “Alta suciedad” fueron seleccionados con la idea de que se trabaje como un caso, para estudiar la evolución de un ecosistema acuático bajo determinadas condiciones. Los estudiantes podrán formularse preguntas, tales como ¿cuál habrá sido el proceso por el cual se llegó a esta situación?, ¿qué relación encuentran entre el bajo nivel de oxígeno y el alto contenido de materia orgánica presentes en el Riachuelo?, ¿con qué procesos estudiados podrían relacionar estos hechos? Además, los estudiantes podrán organizarse en grupos y buscar información que les permita explicar, por ejemplo, en qué consiste el tratamiento de depuración de residuos industriales y domésticos; cuáles son las bacterias anaerobias, y de qué modo obtienen la materia y la energía que necesitan para vivir; cuál sería el procedimiento a seguir para limpiar el Riachuelo, etcétera.

## EJEMPLOS DE TEXTOS ESCOLARES QUE HACEN UN TRATAMIENTO

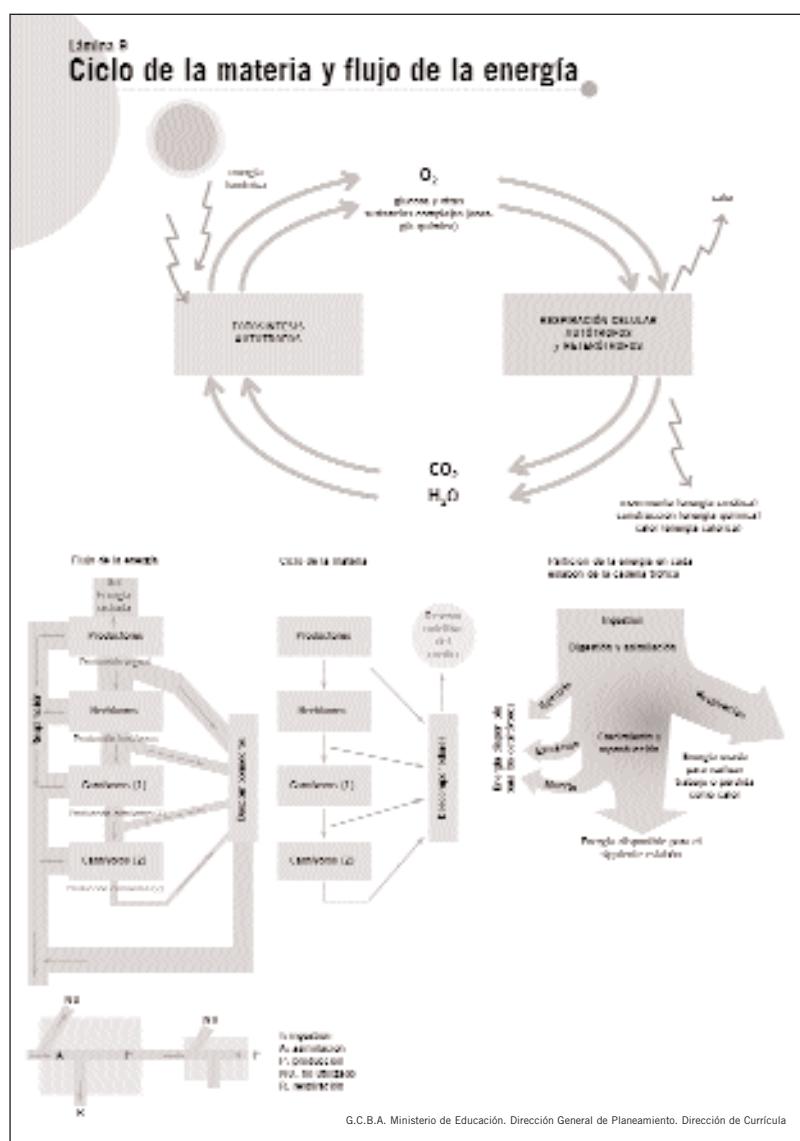
### ACORDE CON ESTE ENFOQUE

- *Biología I. La vida en la Tierra*, Buenos Aires, Colihue, 1995, capítulo 4.
- *El Libro de la Naturaleza y la Tecnología 8*, Buenos Aires, Estrada, 1998, capítulo 6.
- *Ciencias Naturales 8*, Buenos Aires, Longseller, 2003, capítulos 11, 12 y 13.
- *El ecosistema y la preservación del ambiente. Libro temático 5*, Buenos Aires, Longseller, 2002, capítulos 1 y 2.

## LÁMINA 8: CICLOS BIOGEOQUÍMICOS: CICLO DEL CARBONO



## LÁMINA 9: CICLO DE LA MATERIA Y FLUJO DE LA ENERGÍA



### • Sugerencias para el trabajo con estas láminas

La interpretación y la elaboración de diversos esquemas aproximan a los alumnos al concepto de ciclo biogeoquímico y a los procesos que intervienen en el ciclo de cada sustancia.

Se presentan tres representaciones diferentes del ciclo del carbono, por considerarlo uno de los más interesantes para la comprensión de los intercambios de materia y de energía entre los seres vivos y el ambiente, y las transformaciones que se producen en los procesos de nutrición. Estas imágenes también permiten establecer numerosas relaciones entre los procesos de fotosíntesis y de respiración celular y las relaciones tróficas en los ecosistemas y algunos tramos de los ciclos de otros materiales, tales como el del agua y el del oxígeno.

En cuanto a los recorridos de la materia y de la energía en los ecosistemas, se han seleccionado diversas imágenes con el propósito de favorecer la comparación entre ellas. Podrán encontrar como aspectos comunes las distintas formas de representar el recorrido cíclico de la materia y el flujo de la energía. Además, podrán compararlos y reconocer que, por ejemplo, unos están centrados en la disminución de la energía disponible a lo largo de una cadena alimentaria, otros representan globalmente el recorrido de la materia y de la energía en un ecosistema, algunos describen más detalladamente el pasaje de materia y de energía desde los productores hacia los consumidores, y el papel de los descomponedores.

Todas las imágenes referidas a los ciclos biogeoquímicos pueden relacionarse con las del apartado “Las transformaciones químicas y sus representaciones”. Se recomienda, por ejemplo, proponer a los alumnos que seleccionen, entre las ilustraciones, alguna de las formas de representar sustancias –tales como el dióxido de carbono, la glucosa, el agua– y modelizar las transformaciones involucradas en el ciclo del carbono.

## VIDEO 2: LA ENERGÍA Y LOS ORGANISMOS VIVIENTES

**Publica:** Educable, Buenos Aires.

**Duración:** aproximadamente 10 minutos.

### Síntesis

Aborda principalmente el flujo de la energía en las cadenas alimentarias. Explica de manera clara las pérdidas de energía que se producen a lo largo de las mismas y aporta información acerca del proceso de descomposición biológica.

Presenta algunos experimentos mediante los cuales establece relaciones entre diversas transformaciones de la energía y la materia asociadas a los seres vivos, tales como la respiración y la liberación de calor por parte de un animal, la combustión de distintos materiales, entre ellos los combustibles fósiles.

#### • Sugerencias para el trabajo con este video

Este video podría utilizarse como fuente de información acerca del flujo de la energía en el ecosistema, luego de que los estudiantes se hayan familiarizado con los conceptos de cadena y red alimentaria, la relación entre los modos de nutrición autótrofa y heterótrofa, los procesos de fotosíntesis y respiración, y las funciones de los productores y los consumidores en las cadenas y redes.

Se sugiere presentar a los estudiantes una situación problemática en la cual deban utilizar estos conceptos y que requiera de la búsqueda de información que el video aporta.

Por ejemplo, utilizando el pequeño invernadero que se propone armar en “Actividades exploratorias y experimentales”, se podría plantear el siguiente problema:

*Se coloca al invernadero durante una semana en un ambiente iluminado artificialmente por una lámpara de “luz fría”. Al cabo de esa semana se realiza una pequeña perforación en la tapa del recipiente y se coloca un termómetro en su interior. Se mide la temperatura de la habitación al mismo tiempo y con un termómetro de iguales características. Se verifica que la temperatura del invernadero es mayor que la de la habitación.*

*Luego se coloca al mismo invernadero durante una semana en la misma habitación, pero en la oscuridad. Se procede del mismo modo para medir la temperatura del sistema y de la habitación. ¿Qué esperarían encontrar al comparar ambas mediciones?; En qué se basan para considerar esto?*<sup>6</sup>

Los estudiantes podrían proponer explicaciones acerca de ambas situaciones y debatirlas, y luego ver el video para buscar información que les permita elaborar nuevas respuestas, contrastar y/o complementar sus explicaciones. Podrán establecer relaciones entre el flujo de la energía en los ecosistemas y los intercambios y transformaciones de la energía en los seres vivos.

Las actividades posteriores estarían centradas en volver al problema, sistematizar la información obtenida y relacionarla con la que aportan los *Textos y Láminas* correspondientes a este contenido.

Resultará conveniente retomar y aclarar algunas expresiones utilizadas en el video, tales como “organismos diseñados para...”, dado que las mismas refuerzan las visiones finalistas que los estudiantes suelen tener acerca de la evolución de los seres vivos.

Si bien al comienzo del video se presentan definiciones de materia y de energía, se recomienda no poner énfasis en la formulación de las mismas, sino centrar el estudio en la utilización de estos conceptos para explicar hechos y situaciones diversas.

<sup>6</sup> Es de esperar que la temperatura dentro del sistema invernadero también en este caso sea superior a la del ambiente, principalmente debido a la eliminación de calor que se produce en la respiración de los microorganismos que se encuentran allí.



• Aportes para la enseñanza. Nivel Medio