

4
S
E

DISEÑO CURRICULAR PARA LA
EDUCACIÓN SECUNDARIA

BIOLOGÍA

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ 4° AÑO

Dirección General de Cultura de Educación de la provincia de Buenos Aires /
Diseño curricular para la educación secundaria ciclo superior ES4: biología / coordinado por Claudia
Bracchi. -1a ed.- La Plata: Buenos Aires, 2010.
40 p. ; 28x20 cm.

ISBN 978-987-1266-85-2

1. Biología. 2. Enseñanza Secundaria. 3. Currículum I. Bracchi, Claudia, coord.
CDD 570.071 2

■ Equipo de especialistas

Coordinación Mg. Claudia Bracchi | Lic. Marina Paulozzo

Biología
Prof. Laura Lacreu

Colaborador
Prof. David Aldjanati

© 2010, Dirección General de Cultura y Educación
Subsecretaría de Educación
Calle 13 entre 56 y 57 (1900) La Plata
Provincia de Buenos Aires

ISBN 978-987-1266-85-2

Dirección de Producción de Contenidos
Coordinación DCV Bibiana Maresca
Edición Prof. Fernando Rodríguez
Diseño María Correa | Armado DGP Federico Klatenbach

Esta publicación se ajusta a la ortografía aprobada por la Real Academia Española
y a las normas de estilo para las publicaciones de la DGCyE.

Ejemplar de distribución gratuita. Prohibida su venta.

Hecho el depósito que marca la Ley N° 11.723
dir_contenidos@ed.gba.gov.ar

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| Presentación | 5 |
| El proceso de diseño curricular | 6 |
| Estructura de las publicaciones | 7 |
| Biología y su enseñanza en el Ciclo Superior de la Escuela Secundaria | 9 |
| Mapa curricular | 14 |
| Carga horaria | 14 |
| Objetivos de enseñanza | 14 |
| Objetivos de aprendizaje | 15 |
| Contenidos | 16 |
| Unidad 1. La función de nutrición - la nutrición en humanos | 16 |
| Orientaciones didácticas de la unidad | 17 |
| Objetivos de aprendizaje de la unidad | 19 |
| Unidad 2. Metabolismo celular: las células como sistemas abiertos | 19 |
| Orientaciones didácticas de la unidad | 20 |
| Objetivos de aprendizaje de la unidad | 22 |
| Unidad 3. Energía y materia en los ecosistemas | 22 |
| Orientaciones didácticas de la unidad | 23 |
| Objetivos de aprendizaje de la unidad | 25 |
| Orientaciones didácticas | 27 |
| Orientaciones para la evaluación | 37 |
| Bibliografía | 38 |
| Recursos en Internet | 38 |

PRESENTACIÓN

“La Provincia, a través de la Dirección General de Cultura y Educación, tiene la responsabilidad principal e indelegable de proveer, garantizar y supervisar una educación integral, inclusiva, permanente y de calidad para todos sus habitantes, garantizando la igualdad, gratuidad y la justicia social en el ejercicio de este derecho, con la participación del conjunto de la comunidad educativa”.¹

La Escuela Secundaria obligatoria de seis años cumple con la prolongación de la educación común y, como se señala en el Marco General del Ciclo Básico de Educación Secundaria, representa el espacio fundamental para la educación de los adolescentes y los jóvenes de la provincia de Buenos Aires; es un lugar que busca el reconocimiento de las prácticas juveniles con sentido formativo y las incluye en propuestas pedagógicas que posibiliten construir proyectos de futuro y acceder al acervo cultural construido por la humanidad, para lo cual los adultos de la escuela ocupan su lugar como responsables de transmitir la cultura a las nuevas generaciones.²

En este marco, la Educación Secundaria tiene en el centro de sus preocupaciones el desafío de lograr la *inclusión* y la *permanencia* para que todos los jóvenes de la Provincia finalicen la educación obligatoria, asegurando los conocimientos y las herramientas necesarias para dar cabal cumplimiento a los tres fines de este nivel de enseñanza: *la formación de ciudadanos y ciudadanas, la preparación para el mundo del trabajo y para la continuación de estudios superiores.*

Una Escuela Secundaria inclusiva apela a una visión de los jóvenes y los adolescentes como sujetos de acción y de derechos, antes que privilegiar visiones idealizadoras, románticas, que nieguen las situaciones de conflicto, pobreza o vulnerabilidad. Esto hará posible avanzar en la constitución de sujetos cada vez más autónomos y solidarios, que analicen críticamente tanto el acervo cultural que las generaciones anteriores construyeron, como los contextos en que están inmersos, que puedan ampliar sus horizontes de expectativas, su visión de mundo y ser propositivos frente a las problemáticas o las situaciones que quieran transformar.

Tener en cuenta los distintos contextos en los que cada escuela secundaria se ha desarrollado, las condiciones en las que los docentes enseñan, las particularidades de esta enseñanza y las diversas historias personales y biografías escolares de los estudiantes, permitirá que la toma de decisiones organizacionales y curriculares promueva una escuela para todos.

Este trabajo fue socializado en diferentes instancias de consulta durante todo el 2009. Cabe destacar que la consulta se considera como instancia para pensar juntos, construir colectivamente, tomar decisiones, consolidar algunas definiciones y repensar otras.

Una escuela secundaria que requiere ser revisada, para incorporar cambios y recuperar algunas de sus buenas tradiciones, implica necesariamente ser pensada con otros. Por ello, esta escuela es el resultado del trabajo de la Dirección Provincial de Educación Secundaria y recoge los aportes efectuados por inspectores, directivos, docentes de las diferentes modalidades, estudiantes, especialistas, representantes gremiales, universidades, consejos de educación privada, partidos políticos, entre otros.

¹ Ley de Educación Provincial N° 13.688, artículo 5.

² DGCyE, *Marco General de la Educación Secundaria. Diseño Curricular de Educación Secundaria*. La Plata, DGCyE, 2006.

EL PROCESO DE DISEÑO CURRICULAR

El proceso de diseño curricular se inició en el año 2005, con una consulta a docentes en la cual se valoraron las disciplinas y su enseñanza; continuó en 2006 con la implementación de los prediseños curriculares como experiencia piloto en 75 escuelas de la Provincia. A partir de 2007, todas las escuelas secundarias básicas implementaron el Diseño Curricular para el 1° año (ex 7° ESB); durante 2008 se implementó el Diseño Curricular para el 2° año (ex 8° ESB) y en 2009 se implementó el correspondiente al 3° año (ex 9° ESB).³

Se organizó de este modo el Ciclo Básico completo, con materias correspondientes a la *formación común*. El Ciclo Superior Orientado, por su parte, se organiza en dos campos: el de la *formación común* y el de la *formación específica*. El primero incluye los saberes que los estudiantes secundarios aprenderán en su tránsito por el nivel, sea cual fuere la modalidad u orientación, y que son considerados como los más significativos e indispensables.⁴ El segundo incorpora materias específicas de distintos campos del saber, según la orientación.

En este sentido, la organización del Ciclo Básico y su desarrollo, tanto en el Marco General como en los diseños curriculares de cada una de las materias, decidieron cuestiones importantes que se continúan en los diseños curriculares para el Ciclo Superior. Se resolvió su diseño de manera completa porque se estructura en orientaciones que debieron pensarse para aprovechar los espacios disponibles de los tres años.

El grupo de materias correspondientes a la *formación común* para todas las escuelas secundarias se menciona a continuación.

- Arte
- Biología
- Educación Física
- Filosofía
- Geografía
- Historia
- Inglés
- Introducción a la Física
- Introducción a la Química
- Literatura
- Matemática-Ciclo Superior
- Nuevas Tecnologías de la Información y la Conectividad (NTICX)
- Política y Ciudadanía
- Salud y Adolescencia
- Trabajo y Ciudadanía

Finalmente, estos diseños curriculares necesitan que los docentes participen y co-construyan con los jóvenes ritos que *hagan marca*, es decir que den cuenta de la impronta particular de cada escuela. Esto implica el reconocimiento y la integración a las rutinas escolares de los modos de comunicación y expresión de los jóvenes: programas de radio, blogs, publicaciones, espacios de expresión artística, entre otras alternativas.

La propuesta de una escuela secundaria pública, en tanto espacio de concreción del derecho social a la educación para los adolescentes y los jóvenes, toma en sus manos la responsabilidad de formar a la generación que debe ser protagonista en la construcción del destino colectivo.

³ Las resoluciones de aprobación de los diseños curriculares correspondientes al Ciclo Básico de la Secundaria son: para 1° año Res. N° 3233/06; para 2° año 2495/07; para 3° año 0317/07; para Construcción de Ciudadanía Res. 2496/07 y Res. de Consejo Federal N° 84/09.

⁴ En los lineamientos federales, este campo de la formación común se denomina Formación General.

ESTRUCTURA DE LAS PUBLICACIONES

El Diseño Curricular del Ciclo Superior para la Educación Secundaria de 4° año se presenta en tres tipos de publicaciones.

- Marco General del Ciclo Superior para la Escuela Secundaria.
- Materias comunes que corresponden a 4° año de todas las orientaciones.
- Orientaciones.

El siguiente cuadro representa cada una de las publicaciones con sus contenidos.

| | | | | | |
|---|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------|
| Marco General del Ciclo Superior para la Escuela Secundaria | Geografía | Ciencias Naturales | Marco General de la Orientación | Introducción a la Química | |
| | Historia | Ciencias Sociales | Marco General de la Orientación | Psicología | |
| | Educación Física | Lenguas Extranjeras | Marco General de la Orientación | Italiano I | |
| | Biología | | Francés I | | |
| | Literatura | | Portugués I | | |
| | Salud y Adolescencia | Arte | Marco General de la Orientación | Teatro | Actuación |
| | Matemática - Ciclo Superior | | Artes Visuales | Producción y análisis de la imagen | |
| | NTICx | | Danza | Lenguaje de la danza | |
| | Introducción a la Física | | Literatura | Taller de lectura literaria y escritura | |
| | Inglés | | Música | Lenguaje Musical | |
| | Educación Física | Marco General de la Orientación | Prácticas Deportivas | | |
| | | Educación Física y corporeidad | | | |
| | | Psicología | | | |
| | | | | | |
| | Economía y Administración | Marco General de la Orientación | Sistemas de información contable | | |
| | | Teoría de las organizaciones | | | |
| | | | | | |
| | Comunicación | Marco General de la Orientación | Introducción a la Comunicación | | |
| | | Psicología | | | |
| | | | | | |

- Contenidos correspondiente al Ciclo Superior.
- Contenidos correspondientes a 4° año.

BIOLOGÍA Y SU ENSEÑANZA EN EL CICLO SUPERIOR DE LA ESCUELA SECUNDARIA

La materia Biología en la Escuela Secundaria se enmarca en los propósitos generales de la Educación Secundaria y el más específico de Alfabetización Científica de las Ciencias Naturales. Sus principios fundamentales están ampliamente desarrollados en los diseños curriculares de Ciencias Naturales del Ciclo Básico. A continuación se sintetizan brevemente estos principios.

En primer lugar, la alfabetización científica es una metáfora de la alfabetización tradicional, de la cual "toma prestados" dos conceptos centrales: la educación básica y la educación para todos. Estas premisas, que se encuentran en consonancia con lo planteado en el Marco General del Diseño Curricular¹, nos obligan a diseñar estrategias didácticas específicas para lograr que las desigualdades no impidan la realización del derecho de todos los jóvenes y adolescentes a acceder a este aspecto de la cultura que es la ciencia en general y la biología en particular.

En segundo lugar, la alfabetización científica es uno de los modos de designar una finalidad educativa: la de introducir a los alumnos en una cultura científica. "En un mundo repleto de productos de la indagación científica, la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad para todos: todos necesitamos utilizar la información científica para realizar opciones que se plantean cada día; todos necesitamos ser capaces de implicarnos en discusiones públicas acerca de asuntos importantes que se relacionan con la ciencia y la tecnología; y todos merecemos compartir la emoción y la realización personal que puede producir la comprensión del mundo natural".²

De este modo, la enseñanza de la biología en el marco de la alfabetización científica se orienta a superar la habitual transmisión "aséptica" de conocimientos científicos, incluyendo una aproximación a la naturaleza de la ciencia y a la práctica científica, y en mayor medida poniendo énfasis en las relaciones ciencia-tecnología-sociedad con miras a favorecer la participación ciudadana en la toma de decisiones fundamentadas.

En la idea de alfabetización científica subyace también una concepción de ciencia diferente de la que se encuentra integrada al imaginario social. Un ciudadano científicamente alfabetizado, debe poder desmitificar a la ciencia concebida como una producción que se dice objetiva en virtud de poseer un método científico infalible que garantiza el acceso a la verdad.

La enseñanza de la biología desde el punto de vista de la alfabetización científica, considera a la ciencia como una actividad humana caracterizada por sus modos particulares de generar conocimiento desde la construcción de modelos explicativos e interpretativos sujetos a debate, disensos y consensos, inserta en un contexto histórico y social particular y atravesada por sus

¹En este marco, la Educación Secundaria tiene en el centro de sus preocupaciones el desafío de lograr la *inclusión* y la *permanencia* para que todos los jóvenes de la provincia finalicen la educación obligatoria, asegurando los conocimientos y herramientas necesarias para dar cabal cumplimiento a los tres fines de este nivel de enseñanza: *la formación de ciudadanos y ciudadanas, la preparación para el mundo del trabajo y para la continuación de estudios superiores*".

²Fouréz, Gerard, *Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires, Colihue, 1997.

contradicciones. En tanto construcciones humanas se reconocen tanto sus alcances como sus limitaciones.

Si bien la biología es una ciencia que ha tenido un desarrollo vertiginoso en los últimos años, especialmente a partir de los hallazgos en el campo de la biología molecular y sus aplicaciones en la medicina, la agricultura y aún en el ámbito jurídico, sus bases teóricas fundamentales tienen una larga historia. La misma ha producido diferentes modos de abordar el estudio de los seres vivos, cada uno de ellos participe de una revolución en el pensamiento biológico de su tiempo.

La Teoría de la Evolución se ha erigido como referencia obligada del conocimiento biológico y supone el soporte conceptual, desde hace 150 años, de cualquiera de los abordajes que implican entender la vida en la tierra desde un punto de vista científico.

El pensamiento fisiológico surgido durante el renacimiento se fue construyendo desde la descripción estructural y funcional de órganos y tejidos, hacia la explicación celular y molecular de las principales funciones vitales.

La biología celular y molecular y su confluencia con la genética mendeliana, proveyó en los 50' un nuevo giro revolucionario para pensar la vida, y cuyas implicancias teóricas (como la acumulación de nuevos datos acerca de la evolución o de las bases moleculares de la herencia) y prácticas (como la posibilidad de obtener medicamentos mediante manipulación genética o de identificar personas y parentescos a partir del análisis del ADN) nos son cada vez más evidentes y cotidianas. A su vez la *ecología*, considerada tímidamente en un principio como una rama menor de la biología, se independizó a partir de la posguerra como una ciencia autónoma que con herramientas conceptuales y metodológicas particulares, propone una mirada holística y sistémica acerca de la vida y sus complejas interacciones con los subsistemas terrestres.

Este breve recorrido de los cambios producidos en teorías y métodos de estudio que configuraron la biología contemporánea da cuenta del profundo cambio operado en este campo de conocimiento; desde la antigua pretensión de los naturalistas de describir y catalogar el mundo vivo, hasta el convencimiento de los biólogos actuales en relación a las posibilidades de explicarlo e incluso transformarlo.

Con el propósito de transmitir a los alumnos un panorama sustantivo del conocimiento biológico, de los modelos y metodologías que confluyen en conformar su estado actual, y de las implicancias que este conocimiento tiene en las maneras de ver el mundo vivo y los desarrollos tecnológicos que impactan directamente en la vida de las personas, la materia biología está estructurada según tres dimensiones: una dimensión *conceptual*; una segunda dimensión vinculada a las *implicancias éticas, culturales y sociales* del conocimientos biológico; y una tercera dimensión relacionada con los *modos de conocer* en Biología.

Desde la *dimensión conceptual*, la materia se estructura sobre la base de unas pocas "grandes teorías" que le aportan significado a cada nuevo descubrimiento, aplicación o interrogante dentro de este campo. Esta dimensión se funda en los tres pilares en que se basa la biología para el estudio de los seres vivos. Los hemos llamado "modos de pensamiento" para dar cuenta de que se trata de un cuerpo de conocimientos que no solo incluye conceptos, sino también unas maneras particulares de pensar e investigar los fenómenos biológicos. Estos son: *un modo*

de pensamiento sistémico y ecológico, un modo de pensamiento evolutivo, y un modo de pensamiento fisiológico. Los mismos atraviesan la enseñanza de la Biología durante toda la Escuela Secundaria.

La materia Biología se concibe como una unidad pedagógica y didáctica desde 1° a 4° año. En el Ciclo Básico los estudiantes han tenido oportunidad de aprender los conceptos fundamentales relacionados con los tres pilares conceptuales definidos para la enseñanza de la Biología. En cada uno de los tres primeros años los contenidos han sido seleccionados y organizados poniendo énfasis en alguno de dichos modos de pensamiento. En primer año los estudiantes abordaron el estudio de los seres vivos desde una perspectiva sistémica, aproximándose de esta forma a las funciones básicas de los seres vivos, los ecosistemas y el organismo humano. En segundo año, con énfasis en la perspectiva evolutiva, estudiaron el origen y la evolución de la vida centrándose en la idea de ancestro común y el mecanismo de selección natural. Asimismo, abordaron desde esta perspectiva la función de reproducción en los seres vivos, en particular en el organismo humano, y los mecanismos de la herencia. En tercer año, desde una mirada más centrada en lo fisiológico, estudiaron los mecanismos de intercambio de información, regulación y control en los seres vivos, incluyendo una introducción a las bases moleculares de la información genética.

La enseñanza de los contenidos de Biología de 4° año se sustenta fuertemente en los aprendizajes logrados en el Ciclo Básico, no solo en esta materia sino también en Físicoquímica; en particular aquellos contenidos relacionados con los procesos que implican transformaciones e intercambios de materia y energía, y que son retomados para ser utilizados en el análisis de los fenómenos biológicos.

De esta manera, Biología de 4° año está centrada en los procesos que involucran las transformaciones de la materia y la energía en los distintos niveles de organización, desde el celular pasando por los sistemas de órganos (con énfasis en el organismo humano), hasta los ecosistemas. En este sentido, se retoma con mayor profundidad el *enfoque sistémico* como modelo que permite interpretar estos fenómenos en cualquiera de los sistemas que se analicen. Por ello, sea cual sea el sistema que se esté analizando, el docente hará hincapié en las siguientes nociones: las interacciones entre subsistemas de un sistema mayor; las interacciones entre los sistemas y su entorno; las propiedades emergentes de los sistemas en los distintos niveles de organización; la relación estructura/función; la complejidad de los sistemas en función tanto de la variedad de elementos que los componen como de las interacciones que se establecen entre ellos; la definición de los límites de un sistema en función del objeto de estudio; el equilibrio y la regulación de los sistemas biológicos.

En este sentido, los modos de pensamiento que se privilegian son el *sistémico* y el *fisiológico*. Sin embargo, se aborda también el modo de pensamiento *evolutivo* al analizar la unidad de los seres vivos en relación con la función de nutrición como función universal, y la diversidad de estructuras y comportamientos relacionados con ella que se han desarrollado a lo largo de la evolución.

Desde la *dimensión ética, cultural y social*, Biología de 4° año enfatiza su enseñanza al incorporar sus contenidos directamente al interior de las unidades (a diferencia del Ciclo Básico que estaban incluidos en las orientaciones).

En particular, al estudiar al organismo humano en relación con la función de nutrición, se intenta enfatizar el estudio del hombre como fenómeno biológico en tanto que comparte sus

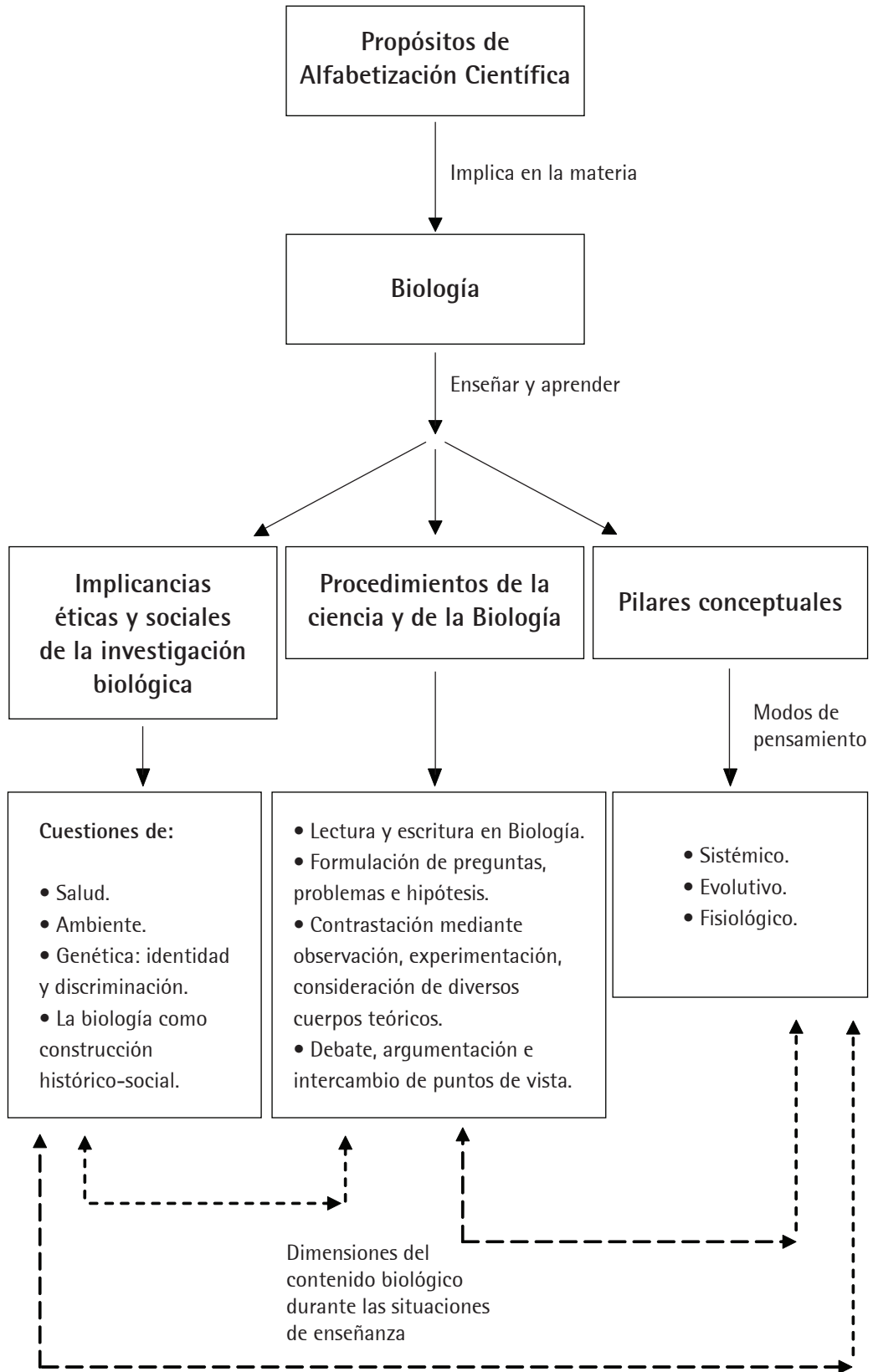
funciones universales con el resto de los seres vivos, y que se constituye además como parte de un fenómeno cultural y social propio y característico de nuestra especie. En este sentido resulta fundamental no perder de vista los aspectos culturales y las creencias asociadas a este tema, los intereses de instituciones relacionadas con la investigación y producción de alimentos, como así también el papel que juegan los medios de comunicación en la incitación al consumo desmedido y en relación con la generación de subjetividades respecto de la imagen corporal.

Del mismo modo, al estudiar la dinámica de los ecosistemas, será necesario junto con los aspectos conceptuales científicos promover instancias de reflexión y debate relacionadas con el impacto de la actividad del hombre sobre el ambiente. Estas deberán estar acompañadas de investigación y consulta en diferentes medios de comunicación para poner en evidencia la complejidad del tema, la multiplicidad de factores que intervienen, y los distintos puntos de vista en relación con las responsabilidades y soluciones que se proponen.

Desde la *dimensión metodológica o procedimental*, en esta materia se incluyen contenidos relacionados con los "modos de conocer" (lectura y escritura en Biología; formulación de problemas, preguntas e hipótesis; debate e intercambio de conocimientos y puntos de vista; etc.) relacionados con la ciencia y con la Biología que deberán ser enseñados de manera articulada con las dos dimensiones citadas anteriormente, y planificadas expresamente por el docente.

La enseñanza de la Biología en la Escuela Secundaria implica entonces la necesidad de planificar *situaciones de enseñanza* que articulen la enseñanza de conceptos, de *modos de conocer*, de acercarse al conocimiento mediante el ejercicio de la reflexión, la argumentación, el debate en torno al impacto de la ciencia en la vida de las personas y a las implicancias éticas, culturales y sociales del conocimiento científico.

Lo dicho anteriormente se sintetiza en el siguiente esquema, y se desarrollará en mayor profundidad en el apartado Orientaciones Didácticas.



MAPA CURRICULAR

| | |
|---------------------------------------|--|
| Materia | Biología |
| Año | 4º año |
| Unidades y conceptos centrales | Unidad 1. La función de nutrición-la nutrición en humanos. <ul style="list-style-type: none">• Unidad de funciones y diversidad de estructuras nutricionales en los organismos pluricelulares.• El organismo humano como sistema abierto, complejo y coordinado.• Salud humana, alimentación y cultura. |
| | Unidad 2. Metabolismo celular: las células como sistemas abiertos. <ul style="list-style-type: none">• Transformaciones de materia y energía en los sistemas vivos.• Principales procesos de obtención y aprovechamiento de la energía química.• Biotecnologías aplicadas. |
| | Unidad 3. Energía y materia en los ecosistemas. <ul style="list-style-type: none">• Eficiencia energética de los ecosistemas.• Los ecosistemas como sistemas abiertos.• Dinámica de los ecosistemas.• Agroecosistemas. |

CARGA HORARIA

La materia Biología correspondiente al 4º año de la Escuela Secundaria se encuentra en todas las orientaciones del Ciclo Superior.

La carga horaria es de 72 horas totales. Si su duración se implementa como anual, su frecuencia será de 2 horas semanales.

OBJETIVOS DE ENSEÑANZA

- Considerar como parte de la complejidad de la enseñanza de los conceptos biológicos las representaciones y marcos conceptuales con los que los alumnos se aproximan a los nuevos conocimientos, y recuperarlos como punto de partida para el aprendizaje de conceptos más cercanos al conocimiento científico.
- Favorecer el encuentro de experiencias y conocimientos entre los alumnos a propósito del estudio de fenómenos biológicos y las teorías científicas que los fundamentan.
- Diseñar una propuesta para la enseñanza de la biología escolar que genere espacios de trabajo colaborativo entre pares para favorecer la expresión de ideas acerca los fenómenos en estudio, así como su confrontación y argumentación.
- Modelizar desde su propia actuación los modos particulares de pensar y hacer propios de las ciencias naturales en general y de la biología en particular.
- Planificar y desarrollar secuencias de enseñanza que incluyan actividades relacionadas entre sí a propósito de los contenidos que deberán aprender los alumnos.

- Generar instancias de planificación de tareas con los alumnos que requieran cierta organización (actividades experimentales, salidas de campo), promoviendo compartir el sentido de las mismas y la asunción de responsabilidades.
- Explicitar a los alumnos los motivos de las actividades propuestas, así como los criterios de concreción y las demandas específicas que se plantean para la realización de sus tareas de aprendizaje.
- Promover en las clases instancias específicas de problematización de los contenidos enseñados que inviten a la reflexión, el debate y el consenso en torno a las implicancias éticas, culturales y sociales de las producciones científicas relacionadas con dichos contenidos.
- Incluir en las clases instancias específicas de problematización de los contenidos enseñados para promover reflexiones, debates y consensos en torno a la manera en que *funciona* la ciencia, sus modos de producir conocimiento, sus alcances y limitaciones.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Explicar fenómenos biológicos utilizando los conceptos y modelos escolares estudiados en la clase de Biología.
- Analizar sistemáticamente los objetos de estudio para formular conjeturas y ponerlas a prueba mediante la contrastación con fuentes ya sea experimentales, bibliográficas u otras.
- Desarrollar investigaciones escolares que involucren procedimientos de complejidad creciente en cuanto a la planificación y evaluación de los resultados.
- Buscar las evidencias que sustentan a los modelos y teorías estudiados, y reconocer que nuevas evidencias y concepciones pueden requerir que se hagan modificaciones en las teorías científicas.
- Presentar la información científica utilizando un vocabulario técnico cada vez más amplio que incluya términos más precisos, simbología apropiada, gráficos y otros recursos típicos del lenguaje científico.
- Interpretar textos de manera consistente con el propósito de la lectura y teniendo en cuenta los modelos científicos que les dan sustento, las relaciones con otros textos leídos o discutidos en clase, y el contexto en que fueron escritos.
- Asumir las actividades escolares como parte de un proceso de indagación escolar cuyos propósitos comparte con el docente y los otros alumnos, y con cuyas finalidades se encuentra comprometido.

CONTENIDOS

Los contenidos del presente diseño curricular se encuentran organizados en tres unidades:

- Unidad 1. La función de nutrición - La nutrición en humanos.
- Unidad 2. El metabolismo celular: las células como sistemas abiertos.
- Unidad 3. Energía y materia en los ecosistemas.

El orden en que se presentan las unidades *privilegia criterios* didácticos antes que los que dictaría la lógica disciplinar. Según estos criterios, se propone abordar en una primera instancia aspectos ya estudiados en 1º año en relación con la nutrición como función básica de los seres vivos, y la diversidad de estructuras y comportamientos desarrollados a lo largo de la evolución en relación con esta función. Dentro de dicha diversidad se abordará en profundidad la función de nutrición en el organismo humano. La primera unidad es propicia para profundizar en la noción de *sistema* como un modelo adecuado para el estudio de los intercambios y transformaciones de materia y energía. Este modelo podrá ser retomado para el análisis de los sistemas que se estudiarán en las unidades siguientes.

Una vez establecida la unidad y diversidad de los seres vivos en relación con la función de nutrición, la *segunda unidad* se focaliza en los procesos metabólicos celulares que son comunes a grandes grupos de seres vivos y que dan cuenta de la nutrición como una función universal. En esta unidad es esencial recuperar saberes de fisicoquímica aprendidos en años anteriores y resignificarlos en el marco del estudio de las transformaciones de la materia y la energía en los sistemas vivos.

Finalmente en la *tercera unidad* se utiliza la noción de sistema para analizar las transformaciones de la materia y la energía en sistemas supraorganismicos como los ecosistemas.

Por otra parte, en todas las unidades se destacan en bastardilla contenidos vinculados con las relaciones entre la ciencia, la sociedad y la cultura.

Cada unidad incluye Orientaciones para la enseñanza, en las que se especifican los alcances con que deben enseñarse los contenidos y se ofrecen algunos recursos para su tratamiento. Al finalizar cada unidad se presentan los Objetivos de aprendizaje de la unidad, que servirán como orientadores para la evaluación tal como se expresa en el apartado Orientaciones para la evaluación.

UNIDAD 1. LA FUNCIÓN DE NUTRICIÓN – LA NUTRICIÓN EN HUMANOS

Unidad de funciones y diversidad de estructuras nutricionales en los organismos pluricelulares. Los seres vivos como sistemas abiertos. Las funciones básicas de la nutrición: captación de nutrientes, degradación, transporte y eliminación de desechos. Principales estructuras que realizan la nutrición en diferentes grupos de organismos.

El organismo humano como sistema abierto, complejo y coordinado. Concepto de homeostasis o equilibrio interno. Las funciones de nutrición humana y las estructuras asociadas: sistemas digestivo, respiratorio, circulatorio y excretor.

El cuerpo humano a debate: diferentes representaciones del cuerpo humano a lo largo de la historia. El fin del dogmatismo escolástico y el surgimiento de la anatomía y la medicina modernas.

Salud humana, alimentación y cultura. Los distintos requerimientos nutricionales en función de la edad y la actividad. Concepto de dieta saludable.

La alimentación a debate: posturas críticas hacia las pautas de producción y consumo de alimentos en las sociedades modernas. Las inequidad mundial en la distribución de los alimentos y su relación con la salud.

Orientaciones didácticas de la unidad

Esta primera unidad retoma con mayor profundidad conceptos que han sido trabajados en años anteriores. Particularmente en primer año los alumnos tuvieron la oportunidad de interiorizarse acerca de la clasificación de los seres vivos en autótrofos y heterótrofos, y las principales estructuras implicadas en la nutrición tanto en unicelulares como en pluricelulares. Se trata aquí de retomar aquellos aprendizajes para analizarlos desde la perspectiva que aporta un enfoque sistémico. Se presentará la noción de *sistema* como un modelo que permite analizar procesos de intercambio y transformación de materia y energía, y aplicable a una gran variedad de fenómenos.

Se podrá introducir la noción de sistema analizando objetos y procesos que aparentemente no guardan relación entre sí (como puede ser un motor, una fábrica de pastas o una plancha), para dar cuenta que todos ellos pueden ser analizados desde esta perspectiva y mostrar la potencia del modelo. Esta es una oportunidad para introducir las formas de representación básica que se utilizan en la *teoría de sistemas*, y que dan cuenta de las interacciones entre los subsistemas de un sistema y de este con su entorno. A partir de la introducción de las bases del modelo sistémico, se lo podrá utilizar para analizar los procesos de entrada, transformación y salida de materia y energía en cualquier sistema vivo.

Así, sobre la base de este esquema básico se abordarán las diversas estructuras que durante la evolución los seres vivos han ido desarrollando en relación con esta función.

En esta primera unidad se hará hincapié en la función principal de los diferentes sistemas de órganos que participan de la nutrición: asegurar que los nutrientes lleguen a cada una de las células y que los desechos de las mismas puedan ser eliminados. Por el momento, la célula será analizada como caja negra; es decir que será tratada como un subsistema que intercambia y transforma materia y energía, pero sin profundizar en los mecanismos por los cuales este proceso se lleva a cabo. Se trata de un problema a resolver mediante el estudio de los contenidos que se desarrollarán en la segunda unidad.

Apelando a la analogía con los métodos de producción humanos ampliamente utilizada como modelo explicativo de estos procesos, se insistirá en que la diversidad de tejidos, órganos y sistemas de órganos garantizan el flujo constante de *materias primas, productos* y *desechos* desde, y hacia el entorno.

Será importante dar a conocer que más allá de la especificidad de funciones de cada subsistema, los mismos actúan en forma altamente integrada definiendo al organismo como un sistema único, complejo y coordinado. La elección de grupos representativos de organismos multicelulares (por ejemplo poríferos, celenterados, artrópodos, peces, anfibios y mamíferos) que actúen como modelo de las diversas formas que adopta la coordinación entre tejidos, órganos y sistema de órganos, permitirá entender que más allá de la diversidad de estructuras existentes, se resuelven un conjunto de funciones universales que permiten sostener la vida sobre la base del intercambio y las transformaciones permanentes de materia y energía hacia el interior del propio organismo y con el entorno.

Se compararán algunas de dichas estructuras en los diferentes grupos identificando la forma en que resuelven las principales funciones: captación o producción de alimentos y nutrientes, conducción, eliminación de los desechos producidos. En relación a esta comparación se hará hincapié en la relación estructura-función, en particular tomando como referencia ciertos parámetros: la relación superficie/volumen para analizar una diversidad de estructuras relacionadas con la absorción y el transporte, o la necesidad de la existencia de un medio líquido para la difusión de los gases de la respiración.

En el segundo momento de esta unidad se estudiarán, específicamente en el cuerpo humano, las estructuras que hacen posible las funciones que se vienen tratando. Será interesante incorporar una visión histórica acerca del conocimiento del cuerpo humano como fundador de la ciencia y la medicina moderna y los debates, conflictos, e incluso aspectos represivos que signaron ese periodo. Ejemplos como el de Miguel de Servent, condenado a morir en la hoguera por "atreverse" a investigar el funcionamiento del cuerpo humano enfrentando la prohibición de la Inquisición, servirán para mostrar hasta qué punto estas ideas resultaron un giro copernicano en el conocimiento anatómico y fisiológico y en la apertura hacia el surgimiento de la biología moderna.

En este mismo sentido, los textos y esquemas aportados por pensadores como Descartes, Harvey y Leonardo Da Vinci, servirán para ir acercándose desde las ideas del pasado al fino conocimiento actual alcanzado acerca del propio cuerpo.

Es importante atender que en la enseñanza de la anatomía y fisiología humana, centrada en los tejidos, órganos y sistemas de órganos implicados en la nutrición, no se pierda de vista en ningún momento la perspectiva de integración entre estos sistemas y su importancia para mantener constante el medio interno (homeostasis). Las disfunciones de algunos órganos como los riñones mostrarán hasta qué punto este delicado equilibrio depende del funcionamiento coordinado y eficiente de cada parte.

Se puede aprovechar este momento para recuperar conocimientos del sistema endocrino adquiridos con antelación, y los ejemplos que allí se trataron acerca de la acción de la insulina y el glucagón en la regulación del ingreso de glucosa en las células y su papel en el mantenimiento de la homeostasis.

Finalmente, esta unidad centrará la atención en las problemáticas de salud ligadas a las necesidades nutricionales de los individuos. Se estudiarán los requerimientos nutricionales en diferentes etapas de la vida y tipo de actividad, y los alimentos que cubren dichas necesidades. Se hará hincapié en la idea de que existen dietas saludables y otras que a mediano y largo plazo pueden

provocar profundas disfunciones en el organismo afectando a los diferentes sistemas de órganos (por ejemplo la colesterolemia y su acción en el sistema circulatorio; las dietas ricas en grasas y su potencialidad oncogénica, etc.). Se prestará especial atención a algunas enfermedades nutricionales con mayor prevalencia en la franja etaria de los alumnos, como la bulimia y la anorexia, y su vinculación con pautas culturales especialmente en la etapa de la adolescencia.

Superando esta visión necesaria, pero centrada en los comportamientos nutricionales sociales e individuales de aquellos sectores que tienen la posibilidad de optar por diferentes esquemas alimentarios, será importante destacar que grandes sectores de la población nacional y mundial viven en condiciones de extrema pobreza teniendo muy limitadas sus posibilidades de cubrir los requerimientos mínimos.

El hambre como uno de los problemas mundiales más acuciantes en una época donde se logró la máxima productividad agropecuaria de la mano de nuevas tecnologías y su relación con la profunda brecha existente en la distribución de los recursos, así como las posibilidades de cambiar esta situación derivada de un modelo económico basado en la injusticia deberá ser incorporada como una reflexión ineludible. Ejemplos de grandes hambrunas históricas y actuales en diversos países, así como el análisis crítico del tipo y calidad de alimentos que consumen los sectores empobrecidos y sus consecuencias para la salud, servirán para alertar acerca de la responsabilidad individual y colectiva de bregar por un cambio.

Objetivos de aprendizaje de la unidad

- Utilizar la noción de sistema para analizar procesos de intercambios y transformaciones de materia y energía en una variedad de fenómenos naturales y artificiales, reconociendo la potencia del modelo.
- Analizar los principales procesos de entrada, transformación y salida de materia y energía en los sistemas vivos utilizando el modelo sistémico.
- Justificar que la nutrición es una función universal de los seres vivos recurriendo a ejemplos de la diversidad de estructuras y comportamientos que cumplen dicha función.
- Dar ejemplos de la relación estructura-función presente en las estructuras que participan en la nutrición en una diversidad de organismos.
- Interpretar la diversidad de tejidos, órganos y sistemas de órganos del organismo humano como subsistemas en interacción que integran un sistema mayor, complejo y coordinado que garantiza el flujo constante de *materias primas, productos y desechos* desde y hacia el entorno.
- Debatar acerca de las diversas disfunciones en la salud humana ligadas a los aspectos nutricionales, apoyándose en argumentos que muestran las diferencias entre aquellos que dependen de los comportamientos de los individuos, de los que están ligados a la inequidad en el acceso a los alimentos impuesta por el modelo económico dominante.

UNIDAD 2. METABOLISMO CELULAR: LAS CÉLULAS COMO SISTEMAS ABIERTOS

Transformaciones de materia y energía en los sistemas vivos. Las uniones químicas como forma de almacenamiento y entrega de energía. Concepto de alimento y nutriente. Papel de las enzimas en los procesos metabólicos. Las enzimas como catalizadores biológicos. Modelos de acción enzimática.

Principales procesos de obtención y aprovechamiento de la energía química. Alimentación, fotosíntesis y respiración. Estructuras celulares implicadas. Procesos alternativos del metabolismo energético: quimiosíntesis y fermentación.

Biotechnologías aplicadas. Biotecnología tradicional y modificación genética microbiana. Aprovechamiento del conocimiento de las vías metabólicas bacterianas y de las técnicas de bioingeniería aplicadas en la elaboración de alimentos, fármacos, enzimas, combustibles y en la biorremediación ambiental. Concepto de biodegradación y su vinculación con el metabolismo microbiano.

Las biotecnologías a debate: el desarrollo de biocombustibles y su probable relación con el incremento en el precio de los alimentos, el desarrollo de monocultivos y la degradación ambiental.

Orientaciones didácticas de la unidad

En esta unidad se propone “abrir la caja negra” que en la unidad anterior había quedado pendiente: la célula y los procesos de intercambio de materia y energía que en ella se producen. Para ello se retoman con mayor profundidad conceptos que los alumnos han estudiado en años anteriores. En primer año los alumnos tuvieron la oportunidad de interiorizarse acerca de la existencia de organismos unicelulares autótrofos y heterótrofos, e hicieron un primer acercamiento a las principales estructuras celulares implicadas en la nutrición, mientras que en segundo año avanzaron hacia el conocimiento de las estructuras y funciones de la nutrición celular desde un punto de vista más fenomenológico y descriptivo que explicativo. Aquí se incorpora una perspectiva que no ha sido trabajada en Biología de los años anteriores: los fundamentos fisicoquímicos que explican los procesos implicados en la nutrición de los sistemas vivos.

Para trabajar lo anterior resulta fundamental que los alumnos recuperen conocimientos adquiridos en la materia Físicoquímica de segundo y tercer año, dado que los mismos les permitirán comprender el papel de las *uniones químicas* en estos procesos. Será necesario retomar la noción de *enlace químico* y de la energía contenida en los mismos, y que no todos los enlaces tienen la misma cantidad de energía. También se recuperará la idea de *reacción química* como ruptura y reordenamiento de átomos con conservación de la masa, y se la relacionará con la absorción o liberación de energía según los casos.³

Sobre la base de estos conocimientos básicos que pueden ejemplificarse con modelos conocidos como el de la *combustión*, se podrán abordar las particularidades con que en los seres vivos se producen estos mecanismos. Será indispensable recurrir al concepto de *velocidad de reacción* y destacar el papel de las enzimas en su regulación, así como en el aprovechamiento de la energía liberada en los procesos degradativos para la síntesis de nuevos compuestos mediante series de reacciones acopladas.

Resultará adecuado recurrir al modelo de llave y cerradura ya estudiado en tercer año para entender mejor la complejidad del proceso y la importancia de los plegamientos terciarios que definen los sitios activos para la actividad enzimática. Se podrá aquí retomar la idea de cómo las

³ El docente de Biología podrá consultar el Diseño Curricular de Físicoquímica de 3º año. En las Orientaciones para la enseñanza del apartado sobre transformaciones de la materia, podrá encontrar el alcance con que han sido abordados estos contenidos.

mutaciones pueden afectar la estructura enzimática volviendo estas proteínas inactivas o subactivas respecto de las funciones que cumplen, alterando de esta forma el metabolismo basal.

Se podrán abordar entonces los procesos principales que rigen la incorporación y las transformaciones de materia y energía en los seres vivos: la descripción de las etapas fundamentales de la fotosíntesis y la respiración, las ecuaciones básicas de estos procesos y las diferentes especies moleculares orgánicas e inorgánicas implicadas que involucran la incorporación y la transformación de materia y energía. Al estudiar las ecuaciones básicas de la fotosíntesis y la respiración, resultará indispensable apoyar estas explicaciones en la utilización de modelos analógicos (bolitas, ganchitos, etc.) que representen a los átomos que constituyen las moléculas, de manera que los alumnos puedan relacionar la estructura de las mismas y el reordenamiento de átomos que se produce en cada una de las reacciones, con los símbolos que se utilizan en las ecuaciones que las representan.

Será necesario retomar, para profundizar, los conocimientos acerca de las características de las membranas biológicas que permiten el ingreso y egreso selectivo de materiales necesarios para que estas funciones se lleven a cabo, tales como la incorporación de nutrientes y la difusión de gases.

En este punto se enseñarán los principales procesos y etapas involucrados en la fotosíntesis y la respiración, y sus particularidades en células procariotas y eucariotas desde el punto de vista de las estructuras involucradas en cada caso.

Se deberá prestar atención a que los alumnos generalmente consideran a la fotosíntesis y la respiración como procesos *inversos*, dado que suele hacerse hincapié en el carácter anabólico de uno y catabólico del otro. En este sentido, deberá quedar claro que ambos procesos se encuentran relacionados con la nutrición y solo puede considerárselos inversos desde la perspectiva de las reacciones químicas involucradas, pero que desde el punto de vista de su función biológica se trata de procesos independientes. En todo caso será oportuno señalar que la fotosíntesis cumple en los organismos autótrofos el mismo papel que la alimentación en los heterótrofos (es decir la obtención de materia), mientras que obtienen la energía contenida en ella a partir de la respiración o la fermentación al igual que la mayoría de los organismos heterótrofos.

Se estudiarán y compararán otros procesos de producción de materia orgánica como la *quimiosíntesis*, y de aprovechamiento energético como la *fermentación*. En este último la comparación con la respiración se focalizará en las diferencias en cuanto a la eficiencia energética y en los sustratos y productos de ambos procesos. Será posible vincular estos procesos *alternativos* con el origen y la evolución de los sistemas de nutrición a lo largo de la historia de la vida en la tierra, recuperando la información que los alumnos tuvieron oportunidad de aprender durante el segundo año de la Escuela Secundaria.

Resultará interesante mostrar cómo el conocimiento detallado de las vías metabólicas de los microorganismos (en muchos casos combinadas con técnicas de ingeniería genética), está siendo ampliamente utilizado para diferentes usos comerciales; entre ellos la producción de diversos fármacos, la eliminación del ambiente de diferentes tipos de contaminantes tales como hidrocarburos y compuestos organoclorados o el tratamiento de aguas negras, la producción de enzimas digestivas de almidón, grasas o proteínas, y diversos complementos alimentarios como aminoácidos y vitaminas.

Un párrafo especial merece el debate actual acerca de la sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles y sus consecuencias ambientales.

Objetivos de aprendizaje de la unidad

- Interpretar las reacciones involucradas en los procesos de nutrición en términos de un reordenamiento de átomos que involucra procesos de transferencia de la energía acumulada en las uniones químicas.
- Relacionar las reacciones de síntesis con procesos que requieren energía y las de descomposición como procesos que la liberan.
- Representar las transformaciones que ocurren durante la fotosíntesis y la respiración mediante esquemas y modelos analógicos e interpretar modelos dados.
- Relacionar la necesidad de la nutrición con la de incorporación de fuentes de materia y energía indispensables para mantener la estructura y las funciones de los seres vivos en tanto de sistemas abiertos.
- Establecer relaciones entre las funciones de nutrición en el nivel celular y las de las distintas estructuras a nivel de tejidos, órganos y sistemas de órganos que contribuyen a ella en los organismos pluricelulares.
- Interpretar gráficos que representan la evolución de un proceso metabólico (reacciones catalizadas y no catalizadas, variación de la intensidad de la fotosíntesis en función de la cantidad de luz, etc.), y apelar a ellos para realizar explicaciones acerca de dichos procesos.
- Explicar a partir de modelos sencillos de la acción enzimática, el rol y funcionamiento de catalizadores biológicos y reguladores de la velocidad y dirección de las principales reacciones que participan en el metabolismo.
- Analizar y describir los principales procesos vinculados a la nutrición desde el punto de vista del balance de materia y energía involucrados.
- Comparar los procesos de fotosíntesis y respiración con los de quimiosíntesis y fermentación respecto de las materias primas, los productos y el rendimiento energético total.
- Explicar en base a ejemplos el valor del conocimiento de las vías metabólicas de algunos microorganismos para su utilización en procesos productivos.

UNIDAD 3. ENERGÍA Y MATERIA EN LOS ECOSISTEMAS

Los ecosistemas como sistemas abiertos. Concepto de homeostasis aplicado a los ecosistemas. Ciclos de la materia y flujos de energía en los ecosistemas.

Eficiencia energética de los ecosistemas. Producción primaria y biomasa. Concepto de productividad. La productividad en diferentes biomas.

Dinámica de los ecosistemas. Cambios en los ecosistemas desde el punto de vista energético. Etapas serales y clímax en diferentes biomas.

Agroecosistemas. Características de los parámetros que miden la eficiencia energética y consecuencias de su maximización para fines productivos. Impactos ambientales derivados. *La ecología a debate: ecología científica y ecología política; continuidades y rupturas. Las posturas ecologistas y sus propuestas de modelos alternativos para la producción y el consumo.*

Orientaciones didácticas de la unidad

En el primer año de estudios los alumnos han abordado varios aspectos centrales de las relaciones tróficas entre las poblaciones de un ecosistema, así como la consideración de estos como sistemas abiertos cuya estabilidad relativa depende de los intercambios permanentes de materia y energía. Esos conocimientos básicos, sumados a otros que los alumnos han ido aprendiendo en sus clases de Físicoquímica tales como los principios de conservación de la masa y la energía, y las leyes que rigen las transformaciones energéticas, permitirán en este año encarar el estudio de los ecosistemas desde un punto de vista termodinámico.

La denominada *economía de los ecosistemas* o *ecología de los ecosistemas* basada en el análisis de los flujos de energía y los ciclos de materia, resulta fundamental para describir la estructura y funciones de los ecosistemas considerados como un todo, y en cierto grado predecir la evolución de los mismos o su comportamiento frente a posibles cambios. A partir del modelo sistémico, que analiza a los ecosistemas como enormes máquinas termodinámicas autosostenibles y dinámicamente equilibradas, los alumnos podrán entender que la estructura y funcionamiento de un determinado ecosistema dependerá de un conjunto de variables relacionadas con el ciclo de la materia y el flujo de la energía dentro del mismo.

Se introducirán así los parámetros fundamentales que utilizan los ecólogos para caracterizar los ecosistemas. Para que el estudio de los mismos resulte significativo, será necesario contextualizarlo presentando casos reales o ficticios de ecosistemas a los que se propone analizar, explicando en cada caso cómo se mide cada parámetro, qué datos aporta cada uno, y cómo se lo utiliza para interpretar el funcionamiento y la estructura del ecosistema en cuestión. Asimismo, las explicaciones deberán incluir los diferentes tipos de representaciones que se utilizan en estos casos: gráficos de producción o de biomasa, diagramas de flujo de energía, pirámides de energía o de biomasa. Es necesario que el docente haga explícitas las relaciones entre los parámetros que se están analizando, las formas de representarlos, y los resultados o conclusiones que se pueden extraer del análisis de los mismos.

De esta manera, se trabajará acerca de la descripción de los ecosistemas donde las relaciones alimenticias son representadas como diagramas de flujo de cada nivel trófico interconectados unos con otros. Esto permitirá visualizar cómo la energía fluye de un nivel a otro a través de la cadena de alimentación, produciéndose en cada traspaso una "pérdida" para el ecosistema debido a su disipación como calor y la desviación de materia orgánica hacia la cadena de detritos. Esta imposibilidad de que toda la energía pase de un nivel al siguiente permitirá comprender la relativamente corta extensión de las cadenas tróficas existentes, y la necesidad de que la biomasa total de cada nivel superior debe ser menor que la del nivel trófico inferior.

Al analizar las relaciones tróficas desde el punto de vista energético, se retomarán los conocimientos de los alumnos acerca de las redes tróficas y sus representaciones mediante "flechas" que indican transferencia de materia de un eslabón a otro, haciéndose explícita la diferencia entre estas representaciones y las que se utilizan en los modelos termodinámicos en los cuales las "flechas" adquieren significados diferentes.

Al presentar los parámetros utilizados por los ecólogos con el fin de cuantificar la energía implicada en los ecosistemas tales como *productividad primaria bruta* (energía total asimilada por fotosíntesis) y *productividad primaria neta* (energía acumulada en las plantas y disponible para el siguiente nivel trófico), será necesario mostrar la relación entre los mismos y el ren-

dimiento energético que emana de la ecuación global de la fotosíntesis. Será central advertir el hecho de que la diferencia entre estos dos tipos de producción primaria está dada por la cantidad total de biomasa que se oxida durante la respiración que brinda la energía necesaria para la autosustentabilidad de los productores. En esta oportunidad será indispensable volver a revisar junto con los alumnos las ecuaciones que representan ambos tipos de procesos, y utilizarlas para interpretar estos nuevos conceptos.

Se podrá recurrir a tablas y gráficos que muestren las diferencias en la producción primaria y otros parámetros en diferentes ecosistemas terrestres y acuáticos, acercándose a la idea de eficiencia fotosintética (cantidad de energía lumínica convertida en producción primaria neta), y eficiencia ecológica (cantidad de energía que se transfiere de un nivel trófico al siguiente).

Ejemplos de la circulación de diferentes nutrientes en el ecosistema (como por ejemplo los ciclos del agua, del carbono y del nitrógeno), facilitarán la enseñanza de una idea central en este tipo de estudios: que los ciclos de materia que se establecen permiten el equilibrio dinámico de los materiales en los ecosistemas, mientras que la imposibilidad termodinámica del establecimiento de ciclos de energía hacen necesario un aporte permanente desde el exterior del sistema en forma de energía lumínica proveniente del sol. El docente destacará el papel de los microorganismos quimioautótrofos estudiados en la unidad anterior que utilizan sustratos inorgánicos como fuente de energía permitiendo el reciclado de materiales en el ecosistema, y brindará ejemplos acerca de la participación de algunos de estos microorganismos en ciclos tales como los del nitrógeno o el azufre.

Una vez que los alumnos han aprendido que los ciclos de materiales y flujos de energía proveen una estabilidad relativa a los ecosistemas, el docente problematizará esta idea mediante la presentación de casos que permitan relativizarla para introducir otro concepto central en ecología: los ecosistemas cambian con el paso del tiempo. Los conceptos centrales aquí serán los de sucesión y regresión ecológica. Mediante el análisis de ejemplos y casos, los alumnos podrán acercarse a la idea de que la dinámica de los ecosistemas en el tiempo implica la sustitución de poblaciones y comunidades ecológicas en forma gradual o abrupta dependiendo de las condiciones generales del ambiente. En este aspecto, se trabajará en relación a la idea de que las sucesiones ecológicas son procesos naturales seriados donde pueden ser caracterizadas diferentes etapas (etapas serales), hasta una etapa donde el ecosistema establecido es más estable en el tiempo y adquiere su máxima complejidad (etapa climax). El docente hará hincapié en la relación que existe entre la máxima complejidad alcanzada de los ecosistemas en su etapa climax, y las condiciones generales de la zona de la biosfera de esos ecosistemas. De esta forma se intenta que los alumnos comprendan que un desierto, con limitada complejidad desde el punto de vista de la biodiversidad y la estructura del ecosistema corresponde a la etapa climax de ciertas zonas del planeta que por sus características edáficas, climáticas, etc., ven limitada su expansión. A su vez, en otras zonas del planeta, esas mismas características pero con valores diferentes determinan que la etapa climax se corresponda con el establecimiento de ecosistemas con complejas redes tróficas y miles de poblaciones diferentes, por ejemplo en las selvas tropicales.

Será interesante hacer mención al dramatismo que algunos de estos cambios adquirieron en el pasado (por ejemplo las cinco grandes extinciones de especies relevadas por los paleontólogos), frecuentemente ligados a alteraciones y cambios climáticos globales y cíclicos, como los periodos de avance y retroceso de los glaciares (glaciaciones) que determinaron profundas

sustituciones ecológicas. Asimismo, valdrá la pena destacar la importancia asignada al periodo de finalización de la última de las grandes glaciaciones en la denominada *transición neolítica*, dado que la misma derivó en que el *homo sapiens* modificara sus comportamientos, pasando de pequeñas bandas nómades dedicadas a la caza y recolección a poblaciones estables de agricultores. Este inicio de la revolución agrícola y pastoril hace unos doce mil años, se fue constituyendo en la causa principal de la modificación a gran escala de los ecosistemas de todo el mundo por la acción productiva de los seres humanos.

En este momento resultará interesante analizar los ecosistemas artificiales, principalmente los llamados *agroecosistemas*, y analizarlos con las herramientas que provee el modelo termodinámico. El docente destacará el hecho de que el hombre requiere de su producción agrícola para maximizar la productividad primaria neta y coartar la posibilidad de que la biomasa producida se incorpore a las cadenas tróficas naturales, lo cual produce inmensos impactos ambientales. El primero y principal de ellos es la pérdida de la biodiversidad por dos vías: en primer lugar por la modificación del ecosistema natural establecido en la región original y su sustitución por la plantación (que supone entre otras acciones la tala, el enriquecimiento del suelo con abonos, el establecimiento de sistemas de riego artificial, de invernaderos, etc.); en segundo lugar por el esfuerzo destinado a evitar la competencia por el alimento o los recursos con otras especies (parásitos, animales herbívoros, "malas hierbas", descomponedores, etc.) sobre la base de la implementación de tecnologías cada vez más sofisticadas, incluyendo la modificación genética de los organismos.

El docente propondrá el análisis de casos en los que la agricultura introduce factores que inciden en la modificación de los ecosistemas, como por ejemplo la contaminación asociada a la utilización de diversos agroquímicos y su incorporación en los cursos de agua cuyos efectos pueden manifestarse incluso lejos de la zona donde se establecen los cultivos impactando de diversos modos sobre los organismos.

La exposición y el análisis sobre casos concretos de las perspectivas complementarias y divergentes aportadas desde la ecología científica y la ecología política (o ecologismo) resultará de particular interés en el abordaje de estos contenidos.

Objetivos de aprendizaje de la unidad

- Analizar el nivel de ecosistema utilizando los atributos aplicados a los sistemas vivos: conceptos de homeostasis, flujo de energía, transformaciones de la materia y energía, ciclos de los materiales.
- Interpretar diagramas de flujo de energía en un ecosistema y utilizarlos para apoyar explicaciones acerca del mismo. Utilizar dichos gráficos para predecir la evolución de un ecosistema tomado como caso de análisis.
- Analizar y describir en base a tablas y gráficos la productividad en diferentes ecosistemas relacionándola con los principales parámetros que la mensuran.
- Establecer relaciones entre la diversidad de ecosistemas presentes en la biosfera y las condiciones generales imperantes (climáticas, edáficas, etc.) que actúan limitando o potenciando los principales parámetros que miden la complejidad de los ecosistemas: biodiversidad, producción y biomasa.
- Describir, en base a ejemplos, los procesos de sucesión y regresión ecológicas y las principales diferencias entre estos procesos de la dinámica ecológica.

- Comparar las características de los ecosistemas naturales en determinados biomas con la de los agroecosistemas que se establecen en los mismos.
- Debater acerca del impacto antrópico en los principales biomas del planeta a partir del modelo productivo dominante, y dar argumentos acerca de la necesidad de preservar dentro del mismo zonas que actúan como importantes reguladores de la dinámica planetaria: selvas, humedales, glaciares, etcétera.

ORIENTACIONES DIDÁCTICAS

Las situaciones de enseñanza en Biología

Como se mencionó en la introducción, la enseñanza de la biología consiste no sólo en la transmisión de ciertos conceptos propios de la disciplina, sino también en la enseñanza de unas formas particulares de acercarse a este objeto de conocimiento también llamadas *modos de conocer*. Se trata de saberes que no se adquieren espontáneamente, por lo que deben ser aprendidos en la escuela y ser considerados como contenidos de enseñanza.

Entendemos por *situaciones de enseñanza* a los distintos dispositivos que el docente despliega en una clase para que los alumnos aprendan determinados contenidos. Estos dispositivos se refieren tanto a la manera en que se organiza al grupo (total, pequeños grupos, trabajo individual), como a los materiales que se utilizarán, el tipo de tarea a la que estarán abocados los alumnos (lectura, experimentación, intercambio de conocimientos), y el tipo de actividad que desarrollará el docente (recorrer los grupos, explicar, presentar un material, organizar un debate, etcétera).

Desarrollaremos brevemente las siguientes situaciones de enseñanza: situaciones de lectura y escritura en Biología; situaciones de formulación de problemas, preguntas e hipótesis; situaciones de observación y experimentación; situaciones de trabajo con teorías; situaciones de debate e intercambio de conocimientos y puntos de vista.

Al finalizar el desarrollo de cada una de las situaciones de enseñanza, se explicitan las prácticas tanto de los alumnos como de los docentes que habrán de desarrollarse para lograr los aprendizajes esperados.

Situaciones de lectura y escritura

Los alumnos de la Escuela Secundaria son sujetos lectores y escritores. Sin embargo, es necesario atender a la especificidad que esta tarea tiene en la clase de Biología. Esta especificidad no sólo está dada por la terminología propia del área, sino además por las maneras particulares en que se presenta la información (textos explicativos, divulgativos, gráficos e imágenes) y el sentido que cobra dicha información en relación con el propósito de la lectura. Un mismo texto puede ser leído con diferentes propósitos, lo que hará que la lectura cobre en cada caso un carácter diferente. No es lo mismo leer un texto para buscar un dato preciso que para encontrar argumentos para un debate o para comprender un concepto. Se debe considerar que al cambiar el propósito de la lectura también cambia la actitud del lector frente al texto. Por ejemplo en Biología suele suceder que los alumnos tienen que buscar algunos datos puntuales dentro de un texto explicativo; en ese caso deberán aprender a no detenerse en cada frase o intentar comprender cada palabra sino encontrar eficazmente el dato que se busca. Estos diferentes propósitos de lectura serán significativos para los alumnos si se dan en un contexto más amplio de la actividad del aula; es decir en relación con otras actividades que se realizan en torno a un tema de Biología (un experimento, la resolución de un problema, la participación en un debate, etc.) y que dan sentido a la lectura.

También los saberes previos del lector condicionan la lectura y la interpretación de un texto. Las situaciones de lectura se enriquecen cuando los alumnos pueden intercambiar puntos de vista diferentes respecto de lo que leen, incluyendo los suyos, y tomar el texto como referencia para argumentar una u otra postura. Por otra parte, la relectura de un texto en momentos diferentes del proceso de aprendizaje permite que los alumnos encuentren conceptos, ideas y relaciones que no encontraron antes.

La lectura no es un aprendizaje que se adquiere de una vez y para siempre. Por el contrario, se enriquece en la medida en que los alumnos se enfrenten una y otra vez a textos de diferente complejidad y que abordan temáticas diversas. El docente deberá prever estas y otras circunstancias que se relacionan con el hecho de aprender a leer en Biología, para organizar la clase y anticipar sus posibles intervenciones.

Las situaciones de lectura son también propicias para trabajar acerca de la especificidad del lenguaje científico, y los alumnos necesitan conocer la terminología de la biología para poder comunicarse en este campo. Sin embargo, no basta con que conozcan la definición de las palabras; es indispensable que comprendan los conceptos asociados a esa terminología y la red conceptual en que dichos términos están inmersos, y a partir de la cual cobran sentido.

Además del léxico específico, los textos científicos se caracterizan por unas *maneras particulares de decir* y que en ciertas ocasiones pueden prestarse a confusiones. En particular, el modo impersonal que caracteriza la escritura de los textos científicos, en el que no se distingue quién es el que realiza la acción, pone en un mismo plano tanto la descripción de hechos que ocurren en la naturaleza, independiente de la voluntad humana y la descripción de herramientas o instrumentos que los científicos crean para estudiarlos. En este sentido, suelen producirse grandes confusiones entre el objeto que se describe y las herramientas que se utilizan para hacerlo, algo que los alumnos deberán aprender al trabajar con estos modos de comunicar el conocimiento. Por ejemplo en el texto "los organismos ocupan diferentes niveles tróficos según la manera en que adquieren energía. Los distintos organismos se agrupan en los distintos niveles tróficos según su modo de nutrición y las relaciones alimenticias que se establecen entre ellos. El primer nivel trófico es el de los productores y lo ocupan los organismos fotoautótrofos...", los alumnos deberán poder leer que los niveles tróficos no son lugares físicos que *existen* en la naturaleza y que son *ocupados* físicamente, sino que se trata de *construcciones teóricas* que realizan los investigadores para clasificar a los organismos desde el punto de vista de las relaciones alimenticias que establecen entre sí. La clave para comprender esto posiblemente se encuentre en la frase "los distintos organismos se agrupan...", que deberá ser analizada como "son agrupados por los ecólogos...". Para ello, será fundamental que el docente se detenga en estos fragmentos del texto, ponga en evidencia el problema mediante preguntas que cuestionen lo que allí se afirma, y dé lugar a que surjan las distintas interpretaciones en el aula para en conjunto construir la más adecuada.

En lo que hace a la interpretación de un texto científico, otro aspecto que los alumnos tendrán que aprender es poder *detectar y preguntarse* por aquello que el texto *no dice* porque lo da por supuesto. Por ejemplo en el texto: "el gas más abundante en la tropósfera es el nitrógeno. A pesar de que es una de las sustancias indispensables para la vida, el nitrógeno en estado gaseoso no puede ser incorporado a las reacciones químicas que se producen en el organismo. Por este motivo, la proporción de nitrógeno molecular del aire inhalado es igual a la del aire exhalado". En casos como éste el alumno deberá poder interpretar que el nitrógeno puede estar en otro

estado que no sea el gaseoso, y que los organismos pueden incorporarlo cuando está formando parte de otros compuestos no gaseosos.

Por otra parte, en los textos de Biología los alumnos se encuentran con explicaciones, descripciones, argumentaciones, puntos de vista del autor, referencias históricas y datos precisos. En cada caso se los deberá ayudar a identificar qué es lo que se quiere comunicar y a diferenciar unas funciones de otras. Asimismo, muchas descripciones y explicaciones de conceptos de esta materia suelen apoyarse en diagramas, esquemas, gráficos que forman parte del lenguaje específico de esta disciplina, y que los alumnos deben aprender a interpretar correctamente.

Finalmente, en la clase de Biología son variadas las instancias en las que los alumnos deben elaborar producciones escritas: escriben para comunicar a otros lo que aprendieron, para describir un procedimiento, para realizar informes de observación o experimentación, para plantear un punto de vista propio y sostenerlo con argumentos, o para explicar hechos y observaciones utilizando los modelos estudiados. En cada caso la escritura adopta formas diferentes según qué es lo que se quiere comunicar. Los textos que los alumnos leen actúan como referencia, y podrán recurrir a ellos cuando escriben como forma de controlar la escritura. Por eso es importante que el docente ofrezca a los alumnos textos con propósitos diferentes y los analice con ellos de manera de modelizar lo que se espera que ellos produzcan.

En las situaciones de lectura y escritura los alumnos tendrán oportunidades de:

- actuar frente a un texto de manera competente en concordancia con los diferentes propósitos de lectura;
- leer y consultar diversas fuentes de información y cotejar distintos textos comparando sus definiciones, enunciados y explicaciones alternativas;
- intercambiar interpretaciones diversas de un mismo texto, y en relación al mismo e incluso utilizando otros, fundamentar su postura;
- producir textos relacionados con temas biológicos en relación con diferentes propósitos comunicativos (justificar, argumentar, explicar, describir) y para diferentes públicos.

Para que estas actividades puedan llevarse a cabo es necesario que el docente:

- incorpore la lectura de los textos en el marco de propuestas de enseñanza en las que el sentido de la lectura sea claro para el alumno;
- lea textos frente a los estudiantes en situaciones diversas y con distintos motivos, especialmente cuando los mismos presentan dificultades o hagan evidente la aparición de controversias o contradicciones que deben ser aclaradas, debatidas o argumentadas;
- anticipe las dificultades que puedan ofrecer los textos para elaborar estrategias de intervención que ayuden a los alumnos a superarlas;
- brinde explicaciones de un texto antes de su lectura para favorecer la comprensión en relación a las dificultades específicas que plantea (terminología científica, uso de analogías, etc.);
- favorezca la problematización del sentido de ciertas formulaciones que parecen obvias pero que encierran complejidades que no son evidentes para los alumnos;
- señale las diferencias existentes entre las distintas funciones como describir, explicar, definir, argumentar y justificar, tanto en el trabajo con textos orales como escritos;
- precise los formatos posibles o requeridos para la presentación de informes de laboratorio, ensayos, monografías, actividades de campo, registros de datos o visitas guiadas;

- seleccione y ofrezca una variedad de textos como artículos de divulgación, libros de texto, noticias periodísticas y otras fuentes de información;
- organice tiempos y espacios específicos para la lectura y escritura de textos científicos.

Situaciones de formulación de preguntas, problemas e hipótesis

La formulación de preguntas y problemas es uno de los motores principales de la indagación científica puesto que a partir de ellos se pone de manifiesto cuál es el motivo de la indagación. Por lo general, los conceptos y explicaciones cobran sentido cuando se conoce qué preguntas responden o qué problemas intentan resolver.

No todas las preguntas son fructíferas en la clase de Biología. Hay preguntas que surgen como demanda a una respuesta inmediata o puntual: "¿qué órganos participan del proceso de respiración?"; otras, no pueden abordarse sólo desde la ciencia "¿qué comidas deben ingerirse durante el día?"; e incluso existen preguntas que abren una puerta para iniciar un camino de indagaciones en busca de respuestas y explicaciones: "si la energía de un organismo pluricelular se produce en cada una de sus células, ¿cómo llega el alimento y el oxígeno a cada una de ellas?", o "si en el ecosistema X formado por tales y cuales poblaciones se introduce la especie y, ¿cuáles serían las consecuencias para dicho ecosistema?"

Estas son las preguntas que este apartado enfatiza: aquellas que promueven el desarrollo de investigaciones escolares y que se denominarán *preguntas investigativas*. Al hablar de *investigaciones escolares* nos referimos a la combinación de una variedad de estrategias de búsqueda, organización y comunicación de información: en la bibliografía, por las explicaciones del docente o de los expertos, mediante la experimentación o la observación sistemática.

La formulación de preguntas investigativas no es una "habilidad" sino que debe enseñarse. En el trabajo en ciencia escolar resulta fundamental que los alumnos comprendan que existen preguntas investigativas, preguntas que no lo son, y que puedan distinguir entre ambas. Por otra parte, cuando un alumno ha podido formular una pregunta investigativa o ha podido hacer propia una pregunta investigativa propuesta por sus pares o por el docente, estará en mejores condiciones para diseñar y llevar adelante las investigaciones con mayor autonomía.

En variadas ocasiones, mientras trabajan en alguna actividad o buscan información, los alumnos suelen hacer comentarios que encierran preguntas interesantes y que plantean desafíos para investigar. Es tarea del docente estar atento para recuperarlos y transformarlos en preguntas investigativas, promoviendo el análisis colectivo de las mismas con vistas a mejorarlas y hacerlas más pertinentes a los problemas que se están estudiando.

La formulación de problemas en Biología es una cuestión aún más compleja dado que requiere de marcos teóricos más consolidados. Muchas veces los problemas incluyen *preguntas investigativas* pero las desbordan, presentando una situación que los alumnos deben explicar o dirimir poniendo en juego lo que saben. En la clase es más probable que sea el docente quien plantee los problemas o proponga analizar algunos problemas actuales o históricos concordantes con el tema que se está estudiando.

Es frecuente que los alumnos una vez que han aprendido un concepto lo tomen como universal o no reparen en los nuevos desafíos que el mismo plantea. Por ejemplo, una vez que han aprendido

la diferencia entre organismos autótrofos y heterótrofos, asumen a las plantas como autótrofas. Sin embargo, difícilmente se cuestionen acerca de la forma de nutrición de las células o partes de las plantas que no realizan fotosíntesis, o del embrión cuando aún está dentro de la semilla. Estos casos son situaciones propicias para que el docente intervenga problematizando los conocimientos, contribuyendo así a una mejor conceptualización de, en este caso, las formas de nutrición.

Si la elaboración de preguntas y problemas es un motor fundamental de las indagaciones científicas, la formulación de hipótesis es una herramienta central en el proceso de encontrar respuestas a dichas preguntas y problemas. Son las hipótesis las que orientan el tipo de investigación que se llevará adelante, las premisas y los caminos a recorrer y las fuentes de información más adecuadas. La misma formulación de una hipótesis lleva implícita por tanto el modo en que es puesta a prueba y los posibles resultados que serían esperables en caso de que dicha hipótesis fuera confirmada o refutada.

En las situaciones de formulación de preguntas, problemas e hipótesis, los alumnos tendrán oportunidades de:

- cuestionar lo que ven y lo que aprenden sin aceptar las primeras evidencias como obvias;
- formular preguntas investigativas acerca del tema que se está estudiando y distinguirlas de aquellas que no lo son;
- analizar la problemática planteada para comprender de qué se trata el problema y a qué conceptos remite, evaluando qué conocen y qué necesitan conocer los alumnos acerca del tema;
- plantear hipótesis como respuesta a las preguntas y problemas propuestos y anticipar posibles formas de ponerlas a prueba, como así también resultados esperados en caso de que las mismas se puedan confirmar o refutar.

Para que estas actividades puedan llevarse adelante es necesario que el docente:

- estimule en sus alumnos el hábito y la "capacidad" de hacerse preguntas y de evaluar si son investigativas o no;
- intervenga en clase problematizando los conocimientos y ayudando a los alumnos a formular nuevos problemas;
- brinde oportunidades para que los alumnos formulen hipótesis y los invite a proponer de qué manera podrían ser contrastadas (por ejemplo mediante la observación y la experimentación, la búsqueda bibliográfica, la entrevista a especialistas o el trabajo de campo);
- analice con los alumnos los cursos de acción que se propongan para poner a prueba las hipótesis, cuidando que sean coherentes con las conjeturas formuladas y con lo que se pretende averiguar;
- promueva un clima de respeto y confianza en la clase que favorezca la formulación de preguntas, problemas e hipótesis sin prejuicios;
- modelice las actitudes mencionadas anteriormente proponiendo sus propias preguntas, problemas e hipótesis, planteadas no como afirmaciones definitivas provenientes de la autoridad del docente sino como parte del proceso de indagación.

Situaciones de observación y experimentación

La observación y la experimentación son procedimientos centrales en la construcción del conocimiento científico. Por ello el docente deberá ofrecer a los alumnos diversas oportunidades

para trabajar estos contenidos durante el año, tanto realizando experiencias como analizando experimentos hechos por otros, sean actuales o históricos.

Cuando los alumnos o el docente formulan una *pregunta investigativa* con sus hipótesis posibles, se deberá trabajar el modo de poner estas hipótesis a prueba. En paralelo, dado un experimento actual o histórico, el docente podrá plantear la cuestión de cuál sería la pregunta que el investigador trataba de responder con dicha experiencia.

Tanto en el diseño como en el análisis de experiencias el docente deberá poner énfasis en la necesidad de identificar la variable a medir como también la forma de medirla, dando oportunidad a los alumnos de evaluar las ventajas y desventajas de métodos diferentes. También deberá hacer hincapié en la necesidad de mantener las condiciones experimentales constantes con excepción de la condición que se desea investigar. En la realización de experiencias y observaciones es importante que el docente guíe a los alumnos a registrar sus resultados de manera ordenada y en lo posible que sea entendible tanto por ellos como por otros. Parte del trabajo previo a una experiencia u observación será entonces acordar *cómo registrar la información obtenida* a fin de poder cotejar más tarde los datos.

El diseño de experiencias es una buena oportunidad tanto para el intercambio de puntos de vista como de argumentaciones. La elección de los materiales y los métodos, la selección de variables a controlar como así también las anticipaciones de resultados y sus interpretaciones, pueden ser oportunidades de debate entre los alumnos en las que deberán fundamentar sus puntos de vista frente a sus compañeros.

También será fundamental que el docente tenga en cuenta que lo que se interpreta de lo observado depende –en buena medida– de lo que el observador espera encontrar. En este sentido, un mismo fenómeno, el desarrollo, o los resultados de un mismo experimento, pueden ser interpretados de manera diferente por distintos alumnos. Este aspecto debe ser atendido particularmente cuando se observa a través del microscopio: la mayoría de las veces se espera que los alumnos “vean” lo que se sabe que está colocado sobre el portaobjetos; sin embargo, identificar los objetos que se visualizan bajo el microscopio no es una tarea sencilla ni evidente.

El trabajo de esquematización de lo que se observa es un instrumento poderoso para el aprendizaje. En primer lugar porque permite a los alumnos apropiarse de una herramienta propia del conocimiento biológico, y en segundo lugar porque comparar las producciones de distintos alumnos luego de la observación de un mismo objeto permite poner en evidencia la relatividad y subjetividad de la observación y la necesidad de realizar interpretaciones ajustadas de las mismas. En relación con este último aspecto resulta fundamental que puedan comparar sus propios esquemas, con otros que se muestran en diferentes libros de texto junto con microfotografías para poder establecer correlaciones entre las estructuras que se observan en unos y en otros.

Del mismo modo durante las observaciones, el análisis del desarrollo o de los resultados de los experimentos, los alumnos tienden a reemplazar las explicaciones por descripciones o a enunciar los resultados como si fueran las conclusiones. Es necesario trabajar la idea de que se trata de operaciones diferentes, en tanto las explicaciones y las conclusiones son elaboraciones más complejas que resultan de poner en relación los datos observables o los resultados experimentales entre sí, y a estos con las teorías o con las hipótesis que guiaron la investigación.

Además, en repetidas oportunidades los alumnos niegan los resultados que obtuvieron de una experiencia porque no se ajusta a lo que suponían que iba a suceder o lo que piensan que el docente espera como resultado. Por ello será importante como parte del trabajo comparar los resultados obtenidos por diferentes grupos en relación con una misma experiencia, y analizar las razones que pueden explicar sus diferencias tomándolas como un insumo para la discusión y el aprendizaje. Con el objetivo de encontrar esas explicaciones, estas son oportunidades para volver tanto a las hipótesis iniciales como a los pasos que se siguieron en el experimento.

En las situaciones de observación y experimentación los alumnos tendrán la oportunidad de:

- observar y describir sistemáticamente fenómenos que ya conocen de antemano o que se presentan en clase, con y sin mediación de instrumentos;
- diseñar y realizar experimentos controlados para contrastar hipótesis;
- discutir sus resultados con sus pares y contrastarlos o complementarlos con otras fuentes de información;
- distinguir las observaciones de las inferencias, las descripciones de las explicaciones y los resultados de las conclusiones.

Para que estas actividades puedan llevarse adelante es necesario que el docente:

- promueva el diseño y la implementación de experiencias que permitan contrastar las hipótesis planteadas por los alumnos o presentadas por el docente en relación a una pregunta contestable;
- estimule el intercambio entre los alumnos de sus anticipaciones acerca de los resultados esperados de una observación o de un experimento, y las comparen con los datos que obtuvieron;
- favorezca la contrastación entre los resultados de distintos grupos que trabajan una misma experiencia y entre las diferentes interpretaciones de los resultados, ofreciendo herramientas para discernir los más adecuados.

Situaciones de trabajo con teorías

En la clase de Biología los alumnos tendrán que utilizar en diferentes momentos algunas de las teorías estudiadas en años anteriores (la teoría de la evolución, la teoría celular y la teoría cromosómica de la herencia). Las teorías son las herramientas mediante las cuales los científicos construyen las interpretaciones de los fenómenos. Por ser construcciones humanas con fines explicativos y predictivos, las teorías no son un "espejo de la realidad" sino una manera de interpretarla. En toda teoría conviven componentes que son observables (por ejemplo, que unos organismos se alimentan de otros) con otros no observables de carácter abstracto o teórico (la existencia de un ciclo de materia y un flujo de energía a través de los distintos niveles tróficos). Estas *ideas teóricas* no se desprenden exclusivamente de la observación o la experimentación sino de una elaboración producto de la imaginación. Sin embargo, no se trata de invenciones arbitrarias; en estos casos debemos hablar de ideas que se construyen para dar cuenta de los fenómenos que se desean explicar.

Para un ciudadano alfabetizado científicamente, el conocimiento de las teorías científicas es incompleto si no se conoce y entiende la manera en que han sido construidas, en un diálogo permanente entre las observaciones y las ideas teóricas. No obstante, las relaciones entre los componentes observables y teóricos dentro de una teoría son complejas y pocas veces eviden-

tes. En este sentido, la tarea del docente será ofrecer múltiples oportunidades para que estas relaciones se pongan en evidencia.

Para poder apreciar el proceso de construcción de teorías, un docente puede dar ejemplos históricos de la manera en que distintas teorías fueron formuladas por diferentes científicos (o grupos de científicos), y cómo estas ideas daban cuenta de diferentes datos de los que se disponía en esa época. También será importante discutir cómo estas teorías evolucionaron con el tiempo a la luz de nuevos descubrimientos o nuevas ideas. El docente podrá además invitar a los alumnos a utilizar teorías aprendidas para explicar o predecir nuevas observaciones. En cualquier caso, será importante que haga explícita la *naturaleza abstracta* de las ideas teóricas diferenciando entre ellas y los observables, permitiendo a los alumnos ir de la idea teórica al fenómeno y viceversa.

Por último, los alumnos tienen sus propias ideas teóricas acerca de los fenómenos y no siempre coinciden con las ideas teóricas que se enseñan. Es tarea del docente tender un puente entre las teorías de los alumnos y las que se tiene la intención de enseñar para generar situaciones que permitan contrastar unas con otras, y de analizar su correspondencia con los fenómenos al seleccionar ejemplos de observables que cuestionen las teorías de los alumnos de modo de generar la necesidad de reformularlas.

En las situaciones de trabajo con teorías los alumnos tendrán oportunidades de:

- reflexionar acerca de los alcances y limitaciones de las ideas teóricas;
- apreciar cómo las ideas teóricas dan cuenta de fenómenos observables pero además se trata de productos de la imaginación;
- advertir cómo las ideas teóricas logran dar sentido a un amplio conjunto de observaciones que con frecuencia no se encuentran relacionadas y ofrecen mecanismos que explican el funcionamiento de ciertos procesos;
- comprender que las ideas teóricas pueden cambiar con el tiempo al reordenar nuevas observaciones o ideas;
- advertir cómo las ideas teóricas conducen a predicciones que pueden ser puestas a prueba empíricamente;
- utilizar ideas o modelos teóricos aprendidos para interpretar o predecir fenómenos no estudiados en clase.

Para que estas actividades puedan llevarse adelante es necesario que el docente:

- presente las teorías fundamentales de la biología como construcciones que buscan dar sentido a conjuntos de observaciones estudiando, cuando sea posible, primero las observaciones para luego adentrarse en las ideas teóricas;
- advierta cuando corresponda acerca de la existencia de esquemas explicativos alternativos;
- centre la atención sobre la naturaleza no-observacional e imaginativa de las ideas teóricas y al mismo tiempo enfatice su relación con los datos observables de los que pretende dar cuenta;
- observe un lenguaje consistente con la naturaleza tentativa y abstracta de las ideas teóricas; por ejemplo, que los datos *no prueban* una idea, sino que *son consistentes con o dan apoyo a*, o *cobran sentido a la luz de una cierta teoría*;
- plantee problemas u ofrezca información que pueda ser interpretada desde las teorías aprendidas;

- comunique a los alumnos siempre que sea posible el contexto en que se elaboraron las *ideas teóricas modelo* que se enseñan, cuáles son los problemas o preguntas que se busca responder con las mismas, y con qué otras teorías alternativas, históricas o actuales están en discusión.

Situaciones de debate, intercambio de conocimientos y puntos de vista

La comunicación y el intercambio oral de conocimientos, resultados y puntos de vista, es una actividad central para la construcción del conocimiento científico tanto en el ámbito académico como en el aprendizaje escolar. Sin embargo, la posibilidad de explicitar ideas y en particular de dar argumentos para sostenerlas es un trabajo que los alumnos deben aprender y ejercitar con la guía de sus docentes. De allí la importancia de que los docentes generen múltiples situaciones en las que este tipo de intercambio tenga lugar en clase y en el marco de los temas que se están enseñando.

Cuando los alumnos deben organizarse para comunicar conocimientos los unos a los otros, cobra mayor sentido el debate de ideas en torno a qué es importante comunicar, cómo se lo va a hacer según el interlocutor, cómo se va a organizar la exposición, etc. Esto a su vez favorece que los alumnos clarifiquen y repiensen sus propias ideas. El diálogo permite descubrir huecos lógicos en el discurso propio y en el ajeno.

Las instancias en las que es posible plantear este tipo de intercambios orales son variadas. El planteo de un problema o de una pregunta formulada por el docente al inicio de un tema por ejemplo, es una oportunidad rica en la cual se ponen en juego las representaciones de los alumnos al aportar sus propios puntos de vista. De este modo el problema planteado inicialmente por el docente se amplía y enriquece con los aportes de los alumnos comenzando a ser propiedad del conjunto de la clase.

Otras instancias de este tipo aparecen en el momento de analizar colectivamente preguntas e hipótesis formuladas por distintos grupos. Los alumnos también deberán sostener sus posiciones con argumentos o aceptar los argumentos de sus compañeros, y revisar sus posturas al examinar o proponer diseños de indagación (bibliográfica o experimental) para poner a prueba las hipótesis. El análisis de los resultados de observaciones o experimentos también es una oportunidad para que los alumnos confronten sus interpretaciones y las enriquezcan con las interpretaciones de otros grupos.

Muchas temáticas en biología son susceptibles de ser abordadas mediante la búsqueda de información en diferentes fuentes. Si los alumnos han trabajado en grupos será esta una valiosa oportunidad para que organicen la información y la expongan luego oralmente, teniendo en cuenta que sus receptores no conocen acerca del tema y deben comprender lo que se expone.

Finalmente, las informaciones que circulan en los medios de comunicación vinculadas con hallazgos científicos y que se relacionan con la biología, suelen plantear controversias que involucran no sólo al conocimiento científico sino además posturas éticas y concepciones personales. El trabajo con estas informaciones es una instancia fecunda para promover el intercambio de pareceres entre los alumnos procurando dar, y recibir argumentos válidos.

En las situaciones de debate e intercambio de conocimientos y puntos de vista los alumnos tendrán oportunidades de:

- confrontar ideas con sus pares y con el docente;
- aceptar objeciones y revisar sus puntos de vista a partir de dicha ideas;
- dar argumentos válidos que justifiquen sus afirmaciones para poder demandar lo mismo a sus compañeros;
- organizar sus ideas y conocimientos para comunicarlos a otros verbalmente;
- valorar la diversidad de puntos de vista acerca de un mismo tema.

Para que estas actividades puedan llevarse adelante es necesario que el docente:

- construya una cultura de aula en la que el debate y el disenso fundamentado resulte habitual y valorado;
- resguarde que los intercambios se produzcan en un clima de respeto por las ideas de los otros basado en la formulación de argumentos válidos;
- organice situaciones diversas en las que se produzcan intercambios orales que tengan sentido para los alumnos.

ORIENTACIONES PARA LA EVALUACIÓN

Los objetivos de aprendizaje por unidad están expresados en términos de habilidades (justificar, ejemplificar, explicar, relacionar, interpretar o realizar esquemas o gráficos), dado que es lo que se espera que los alumnos puedan realizar a medida que avanzan en el aprendizaje de los contenidos dentro de la unidad. En este sentido, sirven de orientadores tanto para la enseñanza como para la evaluación de los aprendizajes.

En relación con la enseñanza, para que los alumnos avancen en el sentido deseado es necesario que durante las clases hayan tenido la oportunidad de pasar por diferentes instancias a partir de las cuales hayan aprendido a analizar ejemplos, describir, justificar, explicar, graficar e interpretar gráficos, etc., en relación con los temas de la unidad.

La enseñanza de la biología requiere además ofrecer a los alumnos variedad de ideas (actuales o históricas), casos, ejemplos, teorías, datos empíricos, debates, etc., para que puedan trabajar con ellos en diferentes contextos, establecer relaciones y elaborar generalizaciones. En este sentido, los conocimientos que circulan en clase tienen diferente jerarquía y por ende *no todos deberán tener igual tratamiento en la evaluación*. La formulación de los objetivos de aprendizaje por unidad apunta a que la evaluación ponga más el acento en las generalizaciones y síntesis que los alumnos puedan alcanzar, que en la memorización de los casos y ejemplos estudiados. Por ejemplo, para que los alumnos entiendan los mecanismos de producción de energía en los seres vivos, el docente deberá explicar las reacciones químicas implicadas en la respiración y en la fermentación. Sin embargo, el interés del estudio de estos procesos en el marco de este diseño curricular, es que los alumnos puedan comprender las diferencias entre ambos mecanismos tanto en cuanto a la eficiencia energética como en relación con los productos finales de uno y otro proceso. Por lo tanto, la evaluación deberá hacer hincapié en este último aspecto que constituye el nivel de conceptualización esperado, y no en detalles de cada uno de los pasos de las reacciones químicas involucradas.

Para establecer las distinciones anteriores el docente podrá recurrir tanto a los alcances especificados en las orientaciones como a los objetivos de aprendizaje formulados en cada unidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Curtis, Helena; Barnes, Sue; Schnek, Adriana y Mazzarini, Alicia, *Biología*. Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana. 7ma edición. 2008.
- Giordan, Andre y otros, *Conceptos de biología (tomo I y II)*. Madrid, MEC. Labor, 1988.
- Mayr, Ernst, *Así es la Biología*. Madrid, Debate, 1998.
- Villee, Claude y Solomon, Eldra Pearl, *Biología*. México, Interamericana, 1996.
- Suárez, Hilda y Espinoza, Ana María, *La célula: unidad de los seres vivos*. Buenos Aires, Longseller, 2002.
- Suárez, Hilda; Espinoza, Ana María, *El organismo humano: funciones de nutrición, relación y control*. Buenos Aires, Longseller, 2002.
- Suárez, Hilda, Frid, Débora y Espinoza, Ana María, *El organismo humano: salud y enfermedad*, Buenos Aires, Longseller, 2002.
- Alberts, Bruce y otros, *Introducción a la Biología celular*. Barcelona, Omega, 2006.
- De Robertis, Eduardo, *Fundamentos de biología molecular y celular*. Buenos Aires, El Ateneo, 1998.
- Ricklefs, Robert E., *Invitación a la ecología: la economía de la naturaleza*. Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, 1997.
- Rosnay, Joel, *¿Qué es La Vida?* Barcelona, Biblioteca Científica Salvat. 1993.
- Rosnay, Jöel de, *El Macroscopio, hacia una visión global*. Madrid, AC, 1993.

RECURSOS EN INTERNET

Dirección General de Cultura y Educación-portal ABC

<http://www.abc.gov.ar>

UNESCO

<http://www.unesco.org/courier>

Actividades respiración celular, www.encuentro.gov.ar/nota-2590-La-respiracion-celular.html

Actividad enzimas, <http://aprenderencasa.educ.ar/aprender-en-casa/natu-poli-7.pdf>

Manual Educación Alimentaria

http://www.educaciencias.gov.ar/img/recursos/EAN_Ed_alimentaria/docente3.pdf

Microscopio digitalizado, <http://es.geocities.com/ucmbd/arch/si/libros/macroscopio>

PROVINCIA DE BUENOS AIRES

GOBERNADOR

Dn. Daniel Scioli

DIRECTOR GENERAL DE CULTURA Y EDUCACIÓN

PRESIDENTE DEL CONSEJO GENERAL DE CULTURA Y EDUCACIÓN

Prof. Mario Oporto

VICEPRESIDENTE 1° DEL CONSEJO GENERAL DE CULTURA Y EDUCACIÓN

Prof. Daniel Lauría

SUBSECRETARIO DE EDUCACIÓN

Lic. Daniel Belinche

DIRECTOR PROVINCIAL DE GESTIÓN EDUCATIVA

Prof. Jorge Ameal

DIRECTOR PROVINCIAL DE EDUCACIÓN DE GESTIÓN PRIVADA

Dr. Néstor Ribet

DIRECTORA PROVINCIAL DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

Mg. Claudia Bracchi

DIRECTOR DE PRODUCCIÓN DE CONTENIDOS

Lic. Alejandro Mc Coubrey



Dirección General de
Cultura y Educación

Buenos Aires
LA PROVINCIA