

A photograph of a student sitting on the floor, wearing a green sweater and blue jeans, reading an open book. The student is positioned in the upper left quadrant of the page.

**Materiales Curriculares**

Biología Molecular  
y Biotecnología

A decorative graphic consisting of several flowing, curved lines in shades of green and grey, resembling stylized leaves or a ribbon, located in the middle section of the page.

**Ciclo Orientado de la Educación Secundaria**  
Versión Preliminar **2014**





---

**NÓMINA DE AUTORIDADES**

**Gobernador de la Provincia de La Pampa**

Cdor. Oscar Mario JORGE

**Vicegobernadora**

Prof. Norma Haydeé DURANGO

**Ministro de Cultura y Educación**

Lic. Jacqueline Mohair EVANGELISTA

**Subsecretaria de Educación**

Prof. Mónica DELL'ACQUA

**Subsecretario de Coordinación**

Dr. Juan Carlos NOGUEIRA

**Subsecretaria de Cultura**

Prof. Analía CAVALLERO

**Subsecretario de Educación Técnico Profesional**

a/c Ing. Silvia Cristina DAMELIO

**Directora General de Educación Inicial y Primaria**

Prof. Elizabet ALBA

**Directora General de Educación Secundaria y Superior**

Prof. Marcela Claudia FEUERSCHVENGER

**Directora General de Planeamiento, Evaluación y Control de Gestión**

Lic. Patricia Inés BRUNO

**Director General de Administración Escolar**

Sr. Rogelio Ceferino SCHANTON

**Directora General de Personal Docente**

Sra. Silvia Beatriz MORENO

**Directora de Educación Inicial**

Lic. María del Rosario ASCASO

**Directora de Educación Especial**

Prof. Mirta Susana VALLE

**Director de Educación de Gestión Privada**

Prof. Lucas ABRAHAM RODEJA

**Director de Educación Superior**

Prof. Lisandro David HORMAECHE

**Director de Educación Permanente de Jóvenes y Adultos**

Prof. Natalia LARA





## EQUIPO DE TRABAJO

### Coordinación:

Barón, Griselda

Haberkorn, Marcela

## Espacios Curriculares:

### *Lengua y Literatura*

Barón, Griselda

Bertón, Sonia

Ceja, Luciana

### *Matemática*

Carola, María Eugenia

Citzenmaier, Fany

Flores Ferreira, Adriana

Zanín, Pablo

### *Física*

Ferri, Gustavo

### *Química*

Andreoli, Nora

Sauré, Agostina

### *Biología*

Galotti, Lucía

Iuliano, Carmen

### *Biología II*

Álvarez, Ivana

Galotti, Lucía

Iuliano, Carmen

### *Biología Molecular y*

### *Biotecnología*

Álvarez, Ivana

Galotti, Lucía

Iuliano, Carmen

### *Educación Física*

Boidi, Gabriela

Rousseu Salet, Néstor

### *Actividad Física y Salud*

Boidi, Gabriela

Rousseu Salet, Néstor

### *Cuerpo y Subjetividad*

Boidi, Gabriela

Rousseu Salet, Néstor

### *Prácticas deportivas y motrices en el ambiente natural*

Boidi, Gabriela

Rousseu Salet, Néstor

### *Tecnología de la Información y las Comunicaciones*

Vaquero, Jorge

### *Investigación y Desarrollo*

### *Tecnológico*

Vaquero, Jorge

### *Proyecto tecnológico en*

### *Informática*

Vaquero, Jorge

### *Seguridad y legislación en*

### *Informática*

Vaquero, Jorge



***Educación Artística: Artes***

***Visuales***

Dal Santo, Araceli

Gaiara, María Cristina

***Lenguaje de la Danza***

Morán, Gabriela

Villalba, Gladys

***La Danza y su contexto: análisis***

***coreográfico***

Villalba, Gladys

***Proyecto de realización artística***

Villalba, Gladys

***Lenguaje Teatral***

Rodríguez, Gustavo

***Agro - Ecosistemas***

Lluch, Marta

***Patrimonio Cultural Turístico***

Dal Santo, Araceli

***Introducción a la Comunicación***

Pagnutti, Lautaro

***Comunicación Digital***

Dal Santo, Araceli

Pagnutti, Lautaro

***Discursos periodísticos orales y  
gráficos***

Pagnutti, Lautaro

***Producción y Gestión de la***

***Comunicación***

Pagnutti, Lautaro

***Tecnología de los Sistemas***

***Informáticos***

Vaquero, Jorge

***Recreación y Tiempo Libre***

Rousseu Salet, Néstor

***Antropología***

Porcel, Alejandra

***Sociología***

Aláinez, Carlos

***Física II***

Ferri, Gustavo

***Educación Artística: Música***

Baraybar, María Alejandra

Ré, Laura

***Educación Artística: Danza***

Morán, Gabriela

Villalba, Gladys

***Educación Artística: Teatro***

Rodríguez, Gustavo

***Lengua Extranjera: Inglés***

Braun, Estela

Cabral, Vanesa

Cheme Arriaga, Romina

***Geografía***

Leduc, Stella Maris

Pérez, Gustavo Gastón

***Historia***

Feuerschvenger, Marcela

Hormaeche, Lisandro

Raiburn, Valeria Lorena

Vermeulén, Silvia

***Economía***

Much, Marta

***Economía II***

Much, Marta



***Proyecto de emprendimiento***

***socio productivo***

Much, Marta

***Organización y procesos***

***administrativos***

Much, Marta

***Psicología***

Etchart, Laura

***Cultura y Ciudadanía***

Feuerschvenger, Marcela

Raiburn, Valeria Lorena

***Ciencias de la Tierra***

Galotti, Lucía

Iuliano, Carmen

***Teoría y Gestión de las***

***Organizaciones***

Much, Marta

***Química II***

Andreoli, Nora

Sauré, Agostina

***Química del mundo actual***

Andreoli, Nora

Sauré, Agostina

***Historia del Conocimiento en***

***Ciencias Naturales***

Álvarez, Ivana

Andreoli, Nora

Ferri, Gustavo

Galotti, Lucía

Iuliano, Carmen

Sauré, Agostina

***Derecho Económico***

Much, Marta

***Sistema de información contable***

Much, Marta

***Estudios Interculturales en Inglés***

Braun, Estela

***Estudios Interculturales en***

***Portugués***

Bezerra, Heloísa

Braun, Estela

***Lengua y Cultura Extranjera:***

***Francés***

Braun, Estela

Carracedo, Lilia

***Arte y Contexto***

Dal Santo, Araceli

Jaume, Karina

Quiroga, Gladys

***Arreglos Musicales***

Baraybar, Alejandra

Ré, Laura

***Improvisación y Producción***

***Coreográfico***

Villalba, Gladys

***Comunicación y Medios***

Pagnutti, Lautaro

***Aplicaciones Informáticas***

Vaquero, Jorge

***Tecnología de la Conectividad***

Vaquero, Jorge

***Derecho***

Much, Marta



***Lengua y Cultura Extranjera:***

***Portugués***

Bezerra, Heloísa  
Braun, Estela  
Cabral, Vanesa  
Cheme Arriaga, Romina  
Fernández, Flavia

***Lenguaje Visual***

Gaiara, María Cristina  
Dal Santo, Araceli

***Artes y nuevas tecnologías***

Dal Santo, Araceli  
Jaume, Karina  
Quiroga, Gladys  
Sape, Andrea

***Proyecto de realización en Artes***

Dal Santo, Araceli  
Jaume, Karina  
Quiroga, Gladys  
Sape, Andrea

***Producción Musical***

Baraybar, Alejandra  
Ré, Laura

***Música y contexto***

Baraybar, Alejandra  
Ré, Laura  
Rohwain, Laura

***Proyecto de realización musical***

Baraybar, Alejandra  
Ré, Laura  
Rohwain, Laura

***Prácticas Deportivas y Atléticoas***

Boidi, Gabriela  
Rousseu Salet, Néstor

***Prácticas Gimnásticas y***

***Expresivas***

Boidi, Gabriela  
Rousseu Salet, Néstor

***Producción y Dramaturgia***

Rodríguez, Gustavo

***Agro-biotecnología***

Lluch, Marta

***Agro Bioseguridad***

Lluch, Marta

***Taller de Investigación sobre  
problemáticas ambientales y  
rurales***

Lluch, Marta

***Servicio Turístico***

Vasquez Martin, Aixa

***Proyecto turístico socio  
comunitario***

Vasquez Martin, Aixa

***Historia Del Arte y Del***

***Patrimonio Cultural***

Sape, Andrea

***Comunicación, Arte y Cultura***

Pagnutti, Lautaro

***Construcción de Ciudadanía***

Molini, Judith



**Gobierno de La Pampa**

“2014 – Año de Homenaje al Almirante Guillermo Brown,  
en el Bicentenario del Combate Naval de Montevideo”

**Subsecretaría de Coordinación  
Ministerio de Cultura y Educación**

---

## **Filosofía**

Echeverría, Luis

## **Metodología de la Investigación en Ciencias Sociales**

Molini, Judith

---

## **Diseño de portada:**

Mazzaferro, Marina

## **Documentos Portables, Publicación Web:**

Bagatto, Dante Ezequiel

Chaves, Nadia Geraldine

Fernández, Roberto Ángel

Haspert, Fernando Ariel

Herrera, Emmanuel

Mielgo, Valeria Liz

Ortiz, Luciano Marcos Germán

Sanchez, Christian Javier

Wiedenhöfer, Patricia





**MATERIALES CURRICULARES  
PARA EL SEXTO AÑO DEL  
CICLO ORIENTADO DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA**

**BIOLOGÍA MOLECULAR Y BIOTECNOLOGÍA**





---

ÍNDICE	Página
Nómina de Autoridades	i
Equipo de Trabajo	ii
Materiales Curriculares	
Fundamentación	3
Objetivos	4
Ejes que estructuran el espacio curricular	5
Fundamentación de los ejes	6
Saberes seleccionados	
Sexto año	11
Orientaciones didácticas	16
Bibliografía	24
Mesas de Validación	viii





## FUNDAMENTACIÓN

La Biología está atravesando grandes cambios. Se conoce cada vez con mayor profundidad el funcionamiento celular y la complejidad de los seres vivos. Durante el siglo XX y lo que va del siglo XXI se han llevado adelante producciones científicas que pueden considerarse relevantes por su impacto conceptual, tecnológico y social. Los avances de los últimos cincuenta años en Biología Molecular han colaborado en la integración de las perspectivas genética y evolutiva, abriendo una gama de nuevos problemas y debates socialmente relevantes.

El desciframiento del genoma humano en el año 2001, disparó una gran cantidad de preguntas que forman parte de la Biología molecular. Esto ha modificado tanto la forma de hacer preguntas como a la Biología misma. Actualmente, comprender los procesos vivos, involucra el conocer también la estructura y el funcionamiento dentro de las células, lo cual tiene una enorme repercusión en la sociedad moderna y en la cultura del siglo XXI.

Se han descifrado los genomas de numerosas especies, incluyendo a la nuestra y a muchos organismos patógenos que causan enfermedades. Esto ha llevado a intentar explicar cómo funcionan los organismos vivos a partir de la información almacenada en los genomas, cosa virtualmente imposible años atrás, porque no se disponía de estos datos. Hoy, se posee la capacidad tecnológica para generar esta gran cantidad de información. Nuestros alumnos, habitantes del siglo XXI, tienen derecho a aproximarse al mundo que estamos transitando y al que está por venir, en el que la biología molecular tiene una gran importancia, tanto desde el punto de vista de la ciencia como en sus aspectos económicos y políticos.

Se destaca que este espacio curricular se articula con Biología del Ciclo Básico y con la Biología II del Ciclo Orientado, así como también con los demás espacios relacionados con las ciencias naturales.



## **OBJETIVOS**

- ✓ Comprender los conceptos básicos relativos a la estructura y función del ADN y de los genes, para reconocer algunas técnicas de biología molecular y sus aplicaciones.
- ✓ Reconocer las relaciones entre investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación productiva en el campo de la Biología actual, identificando las fortalezas y limitaciones de cada una, y reflexionar sobre su impacto a nivel personal, social y ambiental.
- ✓ Identificar intereses y relaciones de poder, que son parte del proceso de producción, distribución y consumo de conocimientos científicos.
- ✓ Utilizar los conocimientos científicos escolares para analizar cuestiones controversiales, argumentar, tomar decisiones autónomas y participar activamente en la búsqueda de soluciones, desde una perspectiva escolar, a problemas socialmente relevantes.



## EJES QUE ESTRUCTURAN EL ESPACIO CURRICULAR

Con el propósito de presentar los saberes a enseñar y aprender en este ciclo, se han establecido ejes que permiten agrupar, organizar y secuenciar anualmente esos saberes<sup>1</sup>, atendiendo a un proceso de diferenciación e integración progresivas, y a la necesaria flexibilidad dentro del ciclo.

Además, se tomaron en cuenta, en la instancia de enunciación de los saberes, los criterios de progresividad, coherencia y articulación al interior del ciclo, y con los de ciclos anteriores.

“Proponer una secuencia anual no implica perder de vista la importancia de observar con atención, y ayudar a construir los niveles de profundización crecientes que articularán los aprendizajes de año a año en el ciclo” (CFCE-MECyTN, 2006: 13).

En este marco, reconociendo la heterogeneidad de nuestras realidades como un elemento enriquecedor, el Estado provincial se propone la concreción de una política educativa orientada a desarrollar acciones específicas con el objeto de asegurar la calidad, equidad e igualdad de aprendizajes, y en consecuencia, garantiza que todos los alumnos alcancen saberes equivalentes, con independencia de su ubicación social y territorial. De este modo, la jurisdicción aporta a la concreción de la unidad del Sistema Educativo Nacional.

Desde esta perspectiva, los Marcos de Referencia para el Ciclo Orientado de la Educación Secundaria (2012) actúan como referentes y estructurantes de la elaboración de las versiones preliminares de los Materiales Curriculares del Ciclo Orientado de la Educación Secundaria de la provincia de La Pampa.

En el espacio curricular Biología Molecular y Biotecnología de 6º año del Ciclo Orientado de la Educación Secundaria, se definieron los siguientes ejes:

- ✓ Eje: Biología molecular y genética
- ✓ Eje: Biotecnología y bioética

---

<sup>1</sup> Saberes: conjunto de procedimientos y conceptos que mediados por intervenciones didácticas en el ámbito escolar, permiten al sujeto, individual o colectivo, relacionarse, comprender y transformar el mundo natural y sociocultural.



## FUNDAMENTACIÓN DE LOS EJES

### Eje: Biología molecular y genética

La biología ha experimentado grandes cambios en los últimos cincuenta años. Para comprender los procesos biológicos a la luz de los conocimientos actuales, es necesario conocer la estructura y función de las moléculas dentro de las células. En la Biología I se realiza una primera aproximación al flujo de la información genética y a la relación entre el ADN, el ARN y las proteínas. Estos aspectos son retomados en la Biología II, poniendo el foco en el papel central de las proteínas en la dinámica celular.

En este eje se retoman y complejizan saberes propios de la Biología I, fundamentalmente aquellos relativos al flujo de la información genética. Se considera necesaria la comprensión de algunos conceptos básicos relativos a la estructura y función del ADN, tanto en procariontas como en eucariotas, para introducir algunas técnicas de biología molecular como por ejemplo, la secuenciación de ADN o la producción de organismos modificados genéticamente.

En este espacio curricular se introducen nuevos aspectos como las características específicas del genoma de los eucariotas, la comprensión de los mecanismos involucrados en la regulación génica, el conocimiento de cómo se logró develar las secuencias del genoma de diversas especies, la importancia de conocerlas para la biología, el proyecto genoma humano y el impacto de todos estos conocimientos en la concepción de gen. El modelo de gen es dinámico y se modifica en la medida que se enriquece y complejiza el modelo de ser vivo. En relación con ello, se incluye también la reflexión sobre las biotecnologías como, por ejemplo, clonar ADN, secuenciarlo, recombinarlo.

La biología molecular es una disciplina compleja, cuyos modelos teóricos se entranan con las tecnologías de manera tal que éstas generan nuevas preguntas que promueven avances en el conocimiento de la biología a nivel molecular. Por este motivo, es importante que en el desarrollo de este espacio curricular se ofrezcan a los alumnos oportunidades para reflexionar sobre cómo los grandes cambios acontecidos en relación con el conocimiento biológico han impactado en la biología actual, en la forma de mirar y pensar a los seres vivos y en la forma de producción de los conocimientos. La irrupción de la biología molecular en el siglo XX tuvo como resultado un nuevo campo de conocimiento con nuevos problemas y métodos



experimentales. Un aspecto interesante para reflexionar con los alumnos es cómo la secuenciación del genoma de diversas especies ha modificado la forma en que nos formulamos preguntas biológicas y pensar al mundo vivo, es decir, qué nos dicen los genomas respecto de cómo funciona un organismo completo o en relación con su evolución.

Es por este motivo que uno de los aspectos que articulan diferentes saberes propios de este espacio curricular es el impacto biológico y social del proyecto genoma humano, que instauró una nueva manera de entender la Biología. Si retrocedemos la mirada hacia el inicio del nuevo milenio es indiscutible como hito científico y social el desciframiento del genoma humano, además del conocimiento del genoma de muchas otras especies. Sin embargo, aunque se conocen las secuencias de las bases, aún quedan pendientes aspectos concernientes a su papel biológico. Por ejemplo, el número de genes esperado en un principio en nuestra especie era de 100.000. Hoy se sabe que ese número es mucho menor, entre 25.000 y 20.000, aunque no se conoce el número exacto. Esto generó nuevas preguntas, ya que el análisis comparativo con otros genomas muestra que el número de genes no tiene relación directa con la complejidad de un organismo. Por ejemplo, el nematodo *Caenorhabditis elegans*, que tiene cerca de 20000 genes es un organismo muy simple, de poco más de un centímetro de longitud. Pero lo sorprendente es que su número de genes no difiere demasiado del de nuestra especie. Esta paradoja disparó nuevas preguntas y desafíos. El hallazgo de genes fragmentados en las células eucariotas y de los modos alternativos de procesamiento de una misma molécula de ADN, permite explicar la diferencia entre número de genes y de proteínas en la célula. Como se desprende de lo antedicho, los diferentes saberes de este eje se entraman y posibilitan una nueva mirada del flujo de la información genética, de la evolución biológica y de la misma idea de gen. Por lo tanto, tanto la comprensión de la regulación génica, como de la síntesis de proteínas en eucariotas o el conocimiento comparado de los genomas de diferentes especies, posibilitó nuevas formas de pensar y hacerse preguntas en biología. Es relevante, por lo tanto, presentar oportunidades para deliberar con los alumnos sobre estos cambios en la biología. En función de lo antedicho, es inevitable reflexionar, por otra parte, sobre las limitaciones de conocer el genoma humano para entender la complejidad de la dinámica celular. Es ineludible además destacar el papel de las proteínas y el nacimiento de lo que se denomina la era post-genómica o la proteómica. En este sentido, es importante articular con el espacio curricular



Biología II, a fin de integrar ambos espacios sin superponer los saberes que se consideran en cada uno de ellos.

Otro problema central de la biología que se abordará en este espacio curricular es por qué, cuándo y cómo se expresan los genes de una célula, ya que no lo hacen todos a la vez ni en las mismas células en el caso de un organismo pluricelular. Además, no se trata de un proceso de “todo o nada” sino que también se regula la velocidad de la transcripción de los genes “encendidos”.

El reconocimiento básico, por parte de los alumnos, de los procesos de secuenciación de ADN o diagnóstico molecular, posibilitará acercarlos a una nueva forma de pensar y resolver problemas biológicos, por lo que tiene un alcance mucho mayor que limitarse a un conjunto de recetas técnicas. También posibilita visualizar cómo las investigaciones en biología molecular se entraman con el campo de la salud, de manera que se esfuman las fronteras entre investigación básica y aplicada. En muchos proyectos de investigación se propone el desarrollo de servicios y productos, como por ejemplo aquellos destinados al diagnóstico médico. Asimismo es interesante conocer cómo la biología molecular revolucionó la posibilidad de establecer lazos de filiación y parentesco, la determinación de la identidad y la medicina forense. Hoy forma parte de la cultura cotidiana y es un tema muy presente en los medios de comunicación, pero se desconocen sus fundamentos biológicos. Desde este marco, es ineludible abordar el uso en nuestro país de estos métodos por parte de organismos de Derechos Humanos, en particular para las Abuelas de Plaza de Mayo.

### **Eje: Biotecnología y bioética**

Este eje tiene una íntima relación con el eje Biología molecular y genética, pero en este caso se profundizará en mayor grado en las implicancias sociales de las relaciones entre ciencia, tecnología e innovación. El acercamiento de los alumnos a los desarrollos biotecnológicos en el campo de la agricultura, la industria y la alimentación constituirá una valiosa oportunidad para vislumbrar el impacto en la actividad productiva. Desde el punto de vista pedagógico, es ineludible considerar los aspectos controversiales que potencien la capacidad para la toma de decisiones informadas, razonadas y racionales, como así también reflexionar sobre las consecuencias económicas, éticas y sociales de estas tecnologías y su incidencia a nivel personal, social y ambiental.



Sin embargo, para construir una visión más científica de estas problemáticas, es importante introducir a los alumnos algunos principios básicos de la tecnología del ADN recombinante, conocida también como ingeniería genética. En este caso, es oportuno retomar la universalidad del código genético, abordado en Biología I, para comprender su importancia en relación con la inserción de un gen de una especie en otra. Por ejemplo, la posibilidad de tomar el gen que codifica una determinada proteína humana como la insulina e insertarlo en una bacteria para que la produzca. Desde este marco cobran especial relevancia las técnicas de clonado molecular y el papel de los plásmidos y de las enzimas de restricción. Asimismo, el hecho de que estas técnicas posibilitan saltar la barrera de la especie. Además de propiciar la introducción de saberes en torno al desarrollo tecnológico que dio lugar a los organismos transgénicos, es relevante también promover la reflexión sobre cómo estas tecnologías han revolucionado el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades o el impacto en la industria, como por ejemplo en la industria textil o en la producción de alimentos.

En relación con la importancia y el impacto social, económico o biológico, es menester destacar que el carácter de transgénico sólo se refiere a la técnica de obtención de un determinado organismo, pero no dice nada respecto de sus propiedades. Para evaluarlas es necesario poner sobre la mesa, para cada transgénico, los posibles beneficios o perjuicios. Para ello, es interesante plantear en clase preguntas que disparen el debate; por ejemplo, reflexionar acerca de cómo la inclusión de nuevos genes puede afectar el equilibrio del genoma, sobre su posible impacto en el ecosistema o sobre la salud, de manera que los estudiantes puedan construir una opinión fundamentada en el conocimiento, y aportar creativamente a los debates en torno a la ingeniería genética.

Las nuevas biotecnologías plantean discusiones éticas y controversias en la sociedad. Estos debates deben estar presentes en el aula en pos de la formación de un ciudadano crítico y comprometido, ya que el desarrollo de la biotecnología plantea polémicas en relación con la salud pública: decisiones individuales -como por ejemplo la clonación terapéutica- que involucran dilemas morales; y controversias, como en el caso de los organismos transgénicos, que incluyen aspectos ecológicos o consecuencias económicas, éticas y sociales.



Otro aspecto que se entrama con lo expuesto es el planteamiento en el aula de los “asuntos socio-científicos”, que son controversiales y generan debates en la sociedad por sus implicancias médicas, filosóficas, religiosas, económicas o ecológicas, por mencionar las más relevantes, como la clonación o los transgénicos. La toma de decisiones sobre estos aspectos involucra el debate, las negociaciones y consensos en un complejo entramado que incluye el conocimiento tecno-científico pero también lo axiológico, es decir, los valores. Por lo tanto, las opiniones y las decisiones tomadas no son neutras, y los valores tiñen tanto los problemas científicos que se priorizan como las finalidades que se persiguen o las metodologías empleadas. Por otra parte, también las cuestiones políticas y económicas subyacen a las opiniones y las decisiones que se tomen.

La necesidad de debate público acompañó a la biotecnología desde que se disparó su desarrollo en la década de 1970. Temas como la fertilización asistida, aspectos éticos vinculados con la posibilidad de modificar los genomas o los efectos sobre el medio ambiente, se prestan a diferentes posiciones que deben ponerse en juego en el aula. La estrategia del diálogo que ponga en discusión diferentes posiciones, de manera informada y razonada, favorecerá el desarrollo de una mirada crítica al momento de considerar las diferentes perspectivas. De esta forma se fortalecerá la capacidad para la toma de decisiones.

Estamos inmersos en un proceso creciente, en una revolución biológica en cuanto a la capacidad para modificar la información genética, producir proteínas o mejorar la producción de medicamentos; todo ello posee enorme importancia relacionada con el conocimiento científico, pero también desde el punto de vista económico. Incide, por lo tanto, cada vez más con nuestra vida cotidiana. Nuevos medicamentos, diagnósticos, nuevas semillas, son algunos de los numerosos desarrollos vinculados con la biotecnología que se inscriben en la industria farmacéutica, en la medicina o en la producción de alimentos. Sus aplicaciones son prometedoras pero también presentan limitaciones y riesgos. Nuestros alumnos, que son parte de la sociedad, no pueden quedar al margen no sólo de conocer esta temática sino también de construir una postura fundamentada. Por lo expuesto, hay sobrados motivos para desarrollar estos contenidos en la escuela secundaria, tanto por ser parte de la cultura de nuestra época como en lo que hace al uso de estos conocimientos en la vida cotidiana, y para tomar posturas fundamentadas en relación con estas temáticas.



## SABERES SELECCIONADOS PARA EL SEXTO AÑO DEL CICLO ORIENTADO DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

### Eje: Biología molecular y genética

El reconocimiento del procesamiento del ARN mensajero a través del Splicing alternativo (Corte y empalme en el ARN mensajero).

Esto supone:

- ✓ profundizar la comprensión del flujo de la información genética, en particular la transcripción en eucariotas.
- ✓ Explicar por qué el número de proteínas en el citoplasma es muy superior al número de genes, lo cual invalida la correspondencia "un gen, una proteína" como se sostenía a mediados del siglo XX.
- ✓ Relacionar el proceso de Splicing alternativo con la mayor proporción de proteínas en relación con el número de genes.
- ✓ Reconocer que no toda la molécula de ADN contiene información, es decir que hay regiones en el ADN que no contienen información para la síntesis de proteínas.
- ✓ Introducir los procesos de corte y eliminación de intrones y empalme de exones.

La descripción de los mecanismos básicos implicados en la regulación de la expresión génica.

Esto supone:

- ✓ debatir sobre la evolución histórica del concepto de gen.
- ✓ Reconocer que las células de un organismo pluricelular, si bien tienen los mismos genes, no son todas iguales.
- ✓ Explicar las diferencias entre las células genéticamente iguales de un organismo pluricelular, a partir de la expresión diferencial de sus genes en las distintas células, bajo diferentes condiciones ambientales o durante el desarrollo.
- ✓ Describir los procesos básicos de regulación génica en bacterias.



- ✓ Comprender que, aunque el conjunto de los genes están presentes en un determinado genoma, no siempre se expresan todos; esto implica que para esos genes no se transcribe ARN mensajero.
- ✓ Identificar los distintos niveles en que puede ocurrir la regulación génica: transcripción diferencial de genes, procesamiento alternativo de intrones, transporte de ARN mensajero al citoplasma, traducción selectiva de ARN mensajero o modificación diferencial de las proteínas regulando cuáles serán funcionales.
- ✓ Identificar el papel que tienen en la regulación del proceso de transcripción, las histonas, las proteínas reguladoras, las enzimas, los promotores y otros sitios de reconocimiento de proteínas en el ADN.

La comprensión del impacto del Proyecto Genoma Humano y del conocimiento de los genomas de muchos otros organismos en los modos de pensar y hacerse preguntas en biología, reconociendo los aportes de la genómica comparada desde una perspectiva evolutiva.

Esto supone:

- ✓ reconocer el impacto social del proyecto genoma humano.
- ✓ Reflexionar sobre la forma en que la identificación del genoma humano y de muchos otros genomas de diversas especies, posibilitó nuevas formas de pensar y hacerse preguntas en Biología.
- ✓ Analizar el número de genes en los genomas de diferentes especies y evaluar la relación o no, con el grado de complejidad de las mismas.
- ✓ Reconocer la relación entre el procesamiento del ARN mensajero y la complejidad de las distintas especies.
- ✓ Relacionar el proceso de Splicing alternativo con los procesos evolutivos, por ejemplo, los que han separado nuestra especie de otros mamíferos.
- ✓ Relacionar las similitudes entre el genoma humano, el genoma del chimpancé y del ratón, con los procesos de Splicing alternativo (que traen aparejadas diferencias en la expresión de los genes y, en consecuencia, la síntesis de distintos tipos de proteínas).



El reconocimiento de los métodos para determinación de la secuencia de nucleótidos en el ADN, diagnóstico molecular y determinación de filiación.

Esto supone:

- ✓ explicar qué significa secuenciar ADN.
- ✓ Interpretar de una manera básica los procesos que posibilitan realizar la caracterización del ADN.
- ✓ Reconocer el significado del diagnóstico molecular, en el nivel del ADN, y de algunas de las diferentes estrategias en la técnica de PCR para el diagnóstico genético, como el análisis de las mutaciones o el análisis cromosómico, entre otros.
- ✓ Identificar la relevancia del diagnóstico molecular del cáncer.
- ✓ Reconocer de manera básica los procedimientos para identificar personas y establecer relaciones de parentesco.
- ✓ Reflexionar sobre la relevancia social de estas técnicas.

**Eje: Biotecnología y bioética**

La comprensión del significado de la ingeniería genética y de sus consecuencias económicas, éticas y sociales.

Esto supone:

- ✓ explicar las consecuencias de la inserción de los genes de un individuo en otro en relación con la síntesis de nuevas proteínas, que a su vez se relacionan con nuevas funciones biológicas, propiedades, rasgos y actividades que no existían previamente en ese organismo.
- ✓ Reconocer la importancia del hallazgo de los plásmidos y de las enzimas de restricción para la transferencia de material genético.
- ✓ Debatir sobre las implicancias de la producción y uso de organismos modificados genéticamente.
- ✓ Reflexionar sobre los cambios en la sociedad, y en particular en la producción industrial y agropecuaria, a partir de la existencia de la ingeniería genética.



El reconocimiento de la tecnología del ADN recombinante en eucariotas y de sus aplicaciones en diferentes campos.

Esto supone:

- ✓ diferenciar la tecnología de ADN recombinante en procariotas y eucariotas.
- ✓ Reconocer procesos de transferencia de genes en plantas y animales.
- ✓ Identificar aplicaciones de la ingeniería genética en eucariotas, por ejemplo, en relación con el mejoramiento de cultivos.
- ✓ Conocer el estado de avance de los proyectos que involucran las técnicas de ADN recombinante en la Argentina.
- ✓ Valorar los procedimientos de bioseguridad que se adoptan con el fin de garantizar la seguridad humana, animal y ambiental en las aplicaciones de la biotecnología.
- ✓ Reconocer consecuencias económicas, éticas, sociales, en relación con la salud, con riesgos ecológicos o con el uso de agroquímicos, de organismos modificados genéticamente, como por ejemplo, de la soja transgénica.

La comprensión del proceso de clonación y de sus implicancias éticas, sociales, políticas y económicas.

Esto supone:

- ✓ explicar qué es un clon y de qué manera es posible obtener clones de animales complejos, como por ejemplo, los mamíferos.
- ✓ Reconocer las ventajas y las limitaciones de la clonación animal.
- ✓ Explicar qué es un animal transgénico y su importancia, cuando junto con la clonación, posibilitan la producción de proteínas para la industria farmacéutica.
- ✓ Considerar el estado de avance en la Argentina, en relación con la clonación, de animales transgénicos para la producción de proteínas de interés económico o para la salud.



- ✓ Considerar dilemas bioéticos en relación con la clonación, para discutirlos y analizarlos críticamente, a fin de tomar una postura fundamentada y basada en el conocimiento.
- ✓ Promover debates en torno a las controversias que plantea la clonación reproductiva y terapéutica.



## ORIENTACIONES DIDÁCTICAS

### Introducción

Estamos en la era post-genómica. Luego de más de diez años de la secuenciación de los nucleótidos del genoma humano, el viejo axioma “un gen, una proteína” ha dejado de tener validez y parece haber concluido “el siglo del gen”. Al comparar el genoma de diversas especies, se observó que no hay una relación directa entre el número de genes y la complejidad de los organismos. Es decir, tener más genes no significa necesariamente más complejidad. Esto ocurre porque un mismo gen puede ser “editado” de maneras diversas, dando origen a diferentes proteínas. Por lo tanto, la idea tradicional de gen fue cambiando pues, como todo modelo explicativo es dinámico, y se modifica a la luz de la inmensa cantidad de resultados arrojados por la genómica actual.

Esto obliga a realizar una reflexión sobre qué y cómo enseñar Biología para el siglo XXI. Aprender ciencia es un proceso complejo que involucra tanto los procesos como los productos de la ciencia. Aprender a comprender, en este caso biología, implica incorporar un modo de mirar el mundo propio de este campo disciplinar. La biología ha cambiado. Esta transformación de la biología y sus modos de pensar y hacer, deberían atravesar también su enseñanza y aprendizaje.

Si bien es deseable contar con un laboratorio bien equipado para el desarrollo de este espacio curricular, el tener uno precario o incluso no disponer de laboratorio, no constituye un obstáculo insalvable. El aprendizaje requiere necesariamente de recursos que posibiliten mediar entre el modelo que se pretende que los alumnos construyan y la realidad. Asimismo, es significativo poner en juego el desarrollo de diversas habilidades y competencias científicas, para superar la mera transmisión de conocimientos de carácter teórico. Ello requiere el uso de variadas estrategias y situaciones de enseñanza para tender puentes entre los conocimientos del alumno y lo que nos proponemos enseñar, habida cuenta de que nuestros estudiantes poseen saberes adquiridos a lo largo de su trayecto formativo y de diversas formas en su vida cotidiana.



### Planificar secuencias de enseñanza

La enseñanza de determinados contenidos, que involucra no sólo los conceptos sino también los procesos de construcción, cobra sentido cuando la organización y secuenciación de actividades tienen “unidad de sentido” porque se realizan en el marco de unos determinados propósitos. Es decir, que estén vinculadas entre sí, de manera que a medida que se suceden, se contribuya al avance en el conocimiento de los alumnos.

Diseñar una secuencia didáctica para enseñar un determinado contenido admite muchos caminos posibles. Las decisiones que se tomen pondrán en juego tanto los propósitos del docente como sus concepciones sobre la ciencia y su enseñanza. El docente evalúa y selecciona estrategias, actividades y recursos, componiendo sus clases con la utilización de todos los recursos disponibles, no sólo libros de texto sino también otros textos como novelas, divulgación, artículos en revistas; también imágenes, documentales, películas, salidas, actividades experimentales, TIC, por mencionar lo más habitual. Podemos encontrar en la web una enorme cantidad de recursos posibles de usar en nuestras clases: simulaciones, software, web Quest, proyectos de clase, museo de ciencias, zoológicos, parques naturales, videos, laboratorio virtual de biología, indagación científica, viajes virtuales, ejercicios interactivos, entre otros. La búsqueda y selección de aquellos que resulten adecuados implica tanto la exploración exhaustiva como una evaluación crítica, en función de las necesidades que plantea la intencionalidad del docente.

### Obstáculos epistemológicos

La presencia de la Genética y Biología Molecular es significativa en el currículum pero también hay que reconocer cuáles son los obstáculos epistemológicos para el aprendizaje, al momento de planificar y tomar decisiones sobre su enseñanza. El estudiante accede a los estudios de Genética con unas ideas que son fruto de su experiencia personal y social, en la que intervienen los medios de comunicación, pues en ellos es cada vez más frecuente la mención de temas relacionados con la genética o con la biología molecular. Programas como “Pokemon” o “Las tortugas Ninja”, novelas como “El clon”, o diversidad de películas como “X-Men” o “Parque Jurásico”, por mencionar algunos ejemplos, generan una visión distorsionada de la biología molecular y la genética. Clonación, ADN, gen, evolución, mutaciones, soja



transgénica, determinación de la identidad, por ejemplo en casos policiales o de los lazos de filiación, son algunas de las temáticas que aparecen frecuentemente en estos medios, en las citadas telenovelas, películas, noticieros, revistas, documentales, entre otros. Por ejemplo, con respecto al término mutación, se lo suele asociar con cambios abruptos que se producen de manera instantánea, con malformaciones o la aparición de características novedosas y, por efecto del ambiente, a modo “lamarckiano”. La clonación se muestra como un proceso de duplicación de organismos, instantánea, que da posibilidad, por caso, a la clonación de los adultos e incluso de los recuerdos.

La frecuencia con que nuestros alumnos están en contacto con estas temáticas a través de diversos medios de comunicación, puede proporcionar la impresión de que las dominan, pero también se generan serios errores conceptuales que pueden obstaculizar su aprendizaje formal. Por este motivo, hay que tenerlos en cuenta para su enseñanza y aprendizaje. Es importante poner en juego las ideas de los alumnos y sus experiencias previas como punto de partida, para pensarlas a la luz de las situaciones planificadas por el docente.

A continuación se proponen situaciones de enseñanza, estrategias y posibles recursos para la elaboración de secuencias de enseñanza que posibiliten el abordaje de los saberes de este espacio curricular.

### **El uso de recursos como películas y videos**

En función de lo expuesto, se considera que podría ser potente para poner en juego las concepciones de los estudiantes, tomar como punto de partida la reflexión en torno a películas, documentales y demás recursos de los medios en los que aparecen contenidos de biología molecular, con el objeto de promover su análisis crítico. Se considera pertinente para ello promover el aprendizaje cooperativo y la discusión, poniendo en diálogo lo aportado por el recurso analizado, con otras fuentes de información a partir de situaciones de indagación en biblioteca o en la web.

Pero los materiales impresos tienen la desventaja de que si tienen imágenes, éstas son fijas. El formato video agrega la posibilidad de imágenes animadas y sonido, que pueden facilitar el acercamiento a situaciones inaccesibles de otra forma, como por ejemplo, una situación de historia de la ciencia o de ciencia ficción, imágenes o



experiencias de laboratorio que no se pueden llevar a cabo de manera directa. Mirar un video, ya sea un documental o un tramo de alguna película en la escuela, no es lo mismo que hacerlo en casa o en el cine. Son recursos que requieren de una planificación, son parte de un itinerario didáctico con una determinada intencionalidad educativa. Por este motivo, tampoco es necesario, muchas veces, ver todo el documental o la película completa; incluso se puede utilizar el tráiler.

Las actividades previas deberían dar lugar a problematizar lo que se va a ver, de manera de darle sentido y promover que se conecten con la idea, a fin de que presten atención. También puede utilizarse este recurso como disparador de la propuesta de enseñanza, generando preguntas y poniendo en juego las ideas de los chicos, o como cierre. Asimismo, los alumnos pueden armar ellos mismos un video como medio para comunicar los resultados de sus trabajos.

Sin embargo, al seleccionar los recursos hay que evaluar en qué medida aportan a los propósitos de enseñanza y aprendizaje, lo que implica analizar, seleccionar y diseñar cómo organizar el material (por ejemplo, textos, ilustraciones, imágenes fijas o en movimiento, entre otros), en función de lo que se pretende enseñar y las necesidades y características del grupo. Esto implica necesariamente valorar cuál es la ventaja diferencial de realizar una u otra actividad, dentro de una situación de enseñanza determinada, y valorar en qué sentido suma al desarrollo de la secuencia didáctica.

### **La inclusión de situaciones de búsqueda e indagación en diferentes fuentes**

La lectura e indagación que viabilice el ponerse en contacto con explicaciones sistemáticas y válidas de diversas fuentes, como la que ofrecen los libros de texto, artículos de interés científico, Internet, museos, entrevistas a científicos u otras instituciones especializadas del área de la biología molecular y la biotecnología, dará lugar a su puesta en diálogo con las propias ideas de los alumnos. Estas situaciones se deberían enmarcar en una secuencia de enseñanza que a su vez tenga en cuenta estos variados modos de acceso a distintos aspectos del mismo tema. De todas formas, no hay que perder de vista que estas situaciones deben estar articuladas y orientadas por la intencionalidad educativa del docente. Es decir, está orientada por determinados propósitos de enseñanza.



La problematización a partir del análisis de los recursos seleccionados por el docente, posibilitará instalar un propósito que orientará tanto la búsqueda de información como su lectura. En síntesis, que los alumnos tengan claro qué buscan, qué preguntas intentan responder y para qué leen, hace que los estudiantes se apropien de ellas a partir de los textos o imágenes. Entonces, el abordaje de la información se hará con la “brújula” de sus propias y genuinas preguntas. Esto hace que le confieran sentido a la lectura, lo cual les posibilitará revisar sus propias ideas y resignificarlas. Cuando los alumnos se apropian del sentido de la tarea es más probable que se sientan más motivados y se impliquen en la situación, al comprender la relación con lo que están estudiando. Por lo tanto, este tipo de situaciones propicia una actitud activa de indagación que implica un aprendizaje, y saber algo nuevo que no se sabía antes. Habilita asimismo a la transformación de los saberes cotidianos en conocimiento científico escolar que posibilita la interpretación de los fenómenos naturales, desde la perspectiva que aportan los científicos.

Pero no hay que olvidar la generación de estrategias específicas de enseñanza que ofrezcan a los alumnos la oportunidad para mejorar sus habilidades en la búsqueda y procesamiento de la información. Es menester, entonces, favorecer las condiciones didácticas y las intervenciones docentes que beneficien aquellos aprendizajes vinculados con la búsqueda, registro y el procesamiento de información.

### **La presencia de situaciones de lectura y escritura en ciencias para el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas**

Los libros y las revistas son una fuente de información ineludible. Aunque el libro de texto es el referente más usado, es interesante no limitarse a estos libros. Si bien son útiles porque son el puente a otros textos más complejos, es deseable que en la clase de Biología los chicos se pongan en contacto con otros tipos de textos: enciclopedias, libros de consulta, de ciencia-ficción, libros o revistas de divulgación e incluso, los periódicos.

Si tenemos en cuenta la necesidad de atender a la diversidad de nuestras aulas, se pueden seleccionar textos en función de las características de nuestros alumnos, a fin de abrir distintos caminos de acceso, ayudar a la comprensión, motivar, plantear interrogantes, profundizar.



Los docentes, en general, y particularmente quienes nos dedicamos a la enseñanza de las Ciencias Naturales, solemos coincidir en que los textos del área ofrecen dificultades al lector. No obstante, no se suele considerar a la lectura como un modo de conocer que requiere ser enseñado en el área, pues prevalece la concepción del desarrollo de habilidades lectoras “universales” en los niños, adquiridas exclusivamente en las clases de lengua.

Desde esta concepción, bastante generalizada, se supone que la dificultad radica en las escasas capacidades de los alumnos para abordar textos de cierto nivel de complejidad. Como forma de remediar esta situación, los docentes suelen evitar la lectura de textos complejos y reemplazarla por otras actividades, o bien seleccionar únicamente textos simples y realizar adecuaciones mediante recortes o modificaciones de diversa índole.

Desde la tarea de acompañamiento, para generar la necesidad de revisar el modo en que se enfoca la lectura de estos textos y estimular a los maestros a que acepten el desafío de enseñar a sus alumnos a leer textos en las clases de Ciencias Naturales, es conveniente comenzar por problematizar estas concepciones y supuestos. Con tal objeto, es necesario poner el foco en dos aspectos centrales para la lectura de textos de Ciencias Naturales.

El primero, ya tratado en el apartado anterior, se refiere a la relación texto - lector. Las dificultades que encuentran los alumnos para leer textos de Ciencias Naturales son inherentes al proceso de construcción de significado que ellos deben aprender a realizar, a propósito de comprender los conceptos desarrollados en esos textos. Cuando los alumnos leen para estudiar Ciencias Naturales -así como sucede en otras áreas de estudio- interactúan con un contenido específico, en diálogo con sus propios saberes acerca de ese contenido. La interpretación que ellos hacen de esos textos está condicionada por los propósitos perseguidos al abordarlos, propósitos que a su vez están enmarcados en la secuencia de enseñanza que alumnos y docente están transitando; dicha secuencia constituye el contexto didáctico en el cual se propone leer.

La lectura es también un contenido de enseñanza. Esto significa que es necesario planificar situaciones en el marco de determinados propósitos, para que los alumnos aprendan a interpretar textos, a la vez que adquieren los conceptos involucrados. Para ello, se deberán tomar decisiones relativas a qué textos leer, cómo organizar la



clase, qué tareas realizarán los estudiantes y cuáles serán las intervenciones del docente.

### **El análisis de casos como estrategia didáctica**

Esta estrategia es especialmente adecuada para aquellos aspectos socio-científicos de relevancia social que involucran temáticas controversiales. Se pueden utilizar casos reales o casos simulados, en los que se recurre a una situación ficticia pero verosímil, que muestre la problemática y los diversos actores sociales involucrados. Estos posibilitan desarrollar, a través del debate, habilidades argumentativas, la confrontación de ideas y el aprendizaje cooperativo. Para ello es recomendable implementar un juego de roles, lo cual implica promover la búsqueda de información de manera de elaborar o ampliar las razones y los argumentos para defender una determinada postura y las posibles soluciones al problema planteado. Los alumnos tendrán también la oportunidad de aprender a escuchar y considerar los argumentos de sus compañeros para evaluarlos, y de comunicar sus ideas, lo cual requerirá aprender también a organizar la información y el discurso. Por lo tanto, se favorece un aprendizaje para la participación.

El abordaje de estos casos implica también poner en juego los conocimientos de biología aprendidos a lo largo del trayecto formativo por la escuela secundaria, pero también ofrece la oportunidad de elaborar otros nuevos. Para ello es fundamental el rol del profesor, quien debe formular buenas preguntas y en el momento preciso, a fin de estimular la reflexión y el juicio crítico, y procurando que todos los alumnos tengan la oportunidad de participar. La intervención docente que orienta a los alumnos a elaborar argumentos, favorecer la discusión en clase y elaborar conclusiones tiene un enorme valor para el desarrollo de los estudiantes.

### **Algunas consideraciones generales sobre las TIC**

El aprendizaje científico en la escuela secundaria debería promover la construcción de modelos teóricos. Desde este marco, las TIC son un recurso que favorece este proceso, tanto en lo que hace al acceso de información para la resolución de problemas planteados por el docente, como también imágenes, simulaciones, filmaciones, o bien como fuente de intercambio de datos e ideas entre estudiantes.



Por lo tanto contribuye a orientar la enseñanza hacia la comprensión, si se promueve por ejemplo la problematización, la discusión colectiva, la elaboración cooperativa de nuevos puntos de vista o “formas de mirar” un determinado fenómeno, la argumentación y la comunicación de las ideas a través de diversas formas de producción escrita. La incorporación de las Tic posibilita el uso de recursos visuales, el armado de blogs, la realización de video conferencias, o formas de escritura como el powerpoint que facilitan también la comunicación oral de las ideas trabajadas. De esta forma los estudiantes aprenderán tanto a escribir usando las formas de comunicar de la ciencia como también los derivados del uso de las Tic.

Pero no alcanza solo con proponer el uso de las Tic, importa también cómo se las utiliza. Si bien la utilización de recursos diversos ofrece posibilidades para clases más interesantes y motivadoras para nuestro alumnado, esto dependerá de la forma en que el docente los incluye en su itinerario didáctico. Se pueden emplear para la repetición acumulativa y mecánica o utilizarse para problematizar, hacer pensar, debatir, explicar y generar procesos que promuevan la comprensión. Por lo tanto, el docente es la pieza clave. Para cualquier recurso, incluso el pizarrón, cómo se use, depende del modelo de enseñanza. Es decir, su uso productivo se da en el marco de una secuencia didáctica y vinculada con otras situaciones de enseñanza, en la que se promueva el uso de otros recursos. En conclusión, el promover actividades ricas y variadas favorece que los estudiantes, naturalmente diversos, pongan en juego sus diferentes estilos de aprendizaje y aptitudes. Esto requiere de una actitud investigadora e innovadora por parte del profesor, en la búsqueda de la riqueza de situaciones de enseñanza que posibiliten a todos los alumnos el interés y el aprendizaje.



## BIBLIOGRAFÍA

Abuelas de Plaza de Mayo. *Las abuelas y la genética. El aporte de la ciencia en la búsqueda de los chicos desaparecidos*. Buenos Aires: 2008.  
<http://www.abuelas.org.ar/material/libros/LibroGenetica.pdf>

Alló, Mariano y Paola Bertucci. *Biología molecular. La logia desconocida*. Colección las ciencias naturales y las matemáticas, Ministerio de Educación: Inet, 2010.

Alzogaray, Raúl. *Una tumba para los Romanov*. Buenos Aires: Siglo XXI, 2004.

Díaz, Alberto. *Bio... ¿Qué? Biotecnología, el futuro llegó hace rato*. Buenos Aires: Siglo XXI, Colección Ciencia que ladra, 2005.

Kaiser, Germán y otros. "Producción de bovinos transgénicos y clonados para la producción de leche maternizada", en la revista *Ciencia Hoy*, Volumen 22, número 131. Buenos Aires: 2013.

Kornblihtt, Alberto. *La humanidad del genoma, ADN, política y sociedad*. Buenos Aires: Siglo XXI, Colección Ciencia que ladra, 2013.

Lewontin, Richard y otros. *No está en los genes. Crítica del racismo biológico*. Madrid: Crítica, 1991.

Mardarás, Mónica, Lucía D. Galotti y otros. *Del gen a la proteína*. Buenos Aires: Ministerio de Educación, 2012.

Muller, Rebeca. *Genes, clones, sociedad. Dilemas bioéticos*. Buenos Aires: Aique, 2002.

Pierce, Benjamín. *Genética. Un enfoque conceptual*. Madrid: Médica Panamericana, 2005.

Sommer, Susana. *Por qué las vacas se volvieron locas. La biotecnología: organismos transgénicos, riesgos y beneficios*. Buenos Aires: Biblos, 2001.

Vazquez, Martín. *La intimidad de las moléculas de la vida. De los genes a las proteínas*. Buenos Aires: Eudeba, Colección Ciencia joven, 2007.



YvesPortnoff, André y Daniel Thomas. *Repensar las ciencias de la vida. Una mirada sistémica que revoluciona las biotecnologías*. Buenos Aires: Capital Intelectual, 2009.





## MESA DE VALIDACIÓN

Docentes participantes en las mesas de validación curricular para el Ciclo Orientado de la Educación Secundaria, realizadas en la ciudad de Santa Rosa entre los años 2013 y 2014.

Abarca, Atilio	Baumann, Luciana
Acosta, Beatriz	Bazán, Francisco
Acosta, Melina Ivana	Bazan, Paola Edit
Agradi, Bruno	Bejar, Marcela Lis
Agüero, Marilyn	Bellendir, Sergio
Aguerrido, Adriana	Benvenuto, Natalia
Aláinez, Carlos	Berrueta, María Angélica
Alcala, María Belén	Bertella, María Eugenia
Alfageme, Lucas	Bertón, Gustavo
Altava, Melina	Bertón, Pablo
Alvarez, Emilce	Berutto, Norma Verónica
Alvarez, Ernesto	Bessoni, Verónica
Alvarez, Ivana	Blanco, Natalia
Alvarez, Miriam	Bobillo, Cecilia
Alvarez, Natalia	Boeris, María Rosa
Amrein, María Laura	Boidi, Gabriela
Andrada, Aldo	Bongiovani, Gabriela
Andreoli, Nora	Bongiovani, Viviana
Angelini, María Alejandra	Bongiovanni, Angelina
Angenreder, Ana Paula	Bonilla, Verónica
Antonelli, María Fernanda	Bono, Cristian
Arbe, María José	Boriero, Silvia
Arias, Carina	Borthiry, Betina
Arrieta, Analía	Boschi, Nicolás
Arroyo, Anabel	Botta Gioda, Rosana
Assel, Sergio Daniel	Braconi, Nerina
Asunción, Ana	Brandán, Silvana
Baiardi, Eliana	Branvilla, Germán
Baigorria, Marina Luz	Briske, Romina
Balardo, Mariela	Bruni, María de los Ángeles
Ballester, María Angélica	Brusca Pereyra, Gimena
Ballester, María Elena	Buldorini, José María
Baraybar, María Verónica	Burzicchi Rivera, María Agustina
Barón, María Cecilia	Cajigal Cánepa, Ivana
Barrabasqui, Silvana	Calafat, Mario
Barreix, Sonia	Cantera, Carmen
Barrozo, Gabriela	Cantera, Silvia
Bassa, Daniela	Carignani, Marina



Carral, María  
Carreira, Silvana  
Carreño, Rosana  
Carripi, Carmen Elisa  
Caso, Ricardo Luis  
Castell, Marcela  
Castrilli, María Paula  
Casuccio, Héctor Mario  
Catera, Diego  
Cerda, Yanina  
Cervera, Nora  
Ceschan, Rubén  
Chambón, Estefanía  
Chaves, María Daniela  
Chiesa, Graciela Susana  
Chineschnuk, Lorena  
Cid, Silvia  
Cinta, Silvana  
Colaneri, Fabiana  
Colombo, Cintia  
Comerci, María Eugenia  
Contreras, Cristian  
Cornejo, Mariana  
Creevy, María Soledad  
Crivelli, Marta  
Cuello, Hilda  
D´ATRI, Andrea  
D´ambrosio, Darío  
Dal Santo, Claudia  
Dal Santo, María Araceli  
Dal Santo, Viviana  
Dalmas, David  
De La Cruz  
Defendente, Oscar  
Desch, Mercedes  
Di Salvi, Nora  
Díaz, Diego Emanuel  
Díaz, Ivana Daniela  
Díaz, Laura  
Dietrich, Paula  
Dobner, Mirta  
Dolce, María Margarita  
Doprado Alvarenga, Roseli  
Dubié, Néstor  
Echenique, María Belén  
Echeverría, Luis  
Erro, María Belén  
Escande, Soledad  
Escudero, Patricia  
Esterlich, Héctor Daniel  
Estigarría, Carina  
Eyheramonho, Martín  
Falco, Silvina Bibiana  
Fantini, Miguel  
Félix, Anaclara  
Fernández, Flavia Lorena  
Fernández, Graciela  
Fernández, María Noel  
Fernández, Néstor Leonardo  
Fernández, Verónica  
Ferrari, Gabriela Fabiana  
Ferraris, Andrea  
Ferrero, Graciela  
Ferrero, Marcela  
Ferreyra, Nora  
Ferri, Gustavo  
Figueroa Echeveste, María Liz  
Folmer, Oscar Daniel  
Fontana, Griselda  
Fontana, Silvia  
Fornerón, Daniel  
Fornerón, Lorena  
Fornerón, Lucrecia Belén  
Fuentes, Ana Lía  
Fuentes, Silvana  
Gaiara, Susana  
Galletti, Nicolás  
Gallini, Gabriel  
Gamaleri, Silvina  
Gamaleri, Vanina  
Gamba, Héctor Omar  
Gamboa Ballon, Carla  
Gandrup, Beatriz  
García Boreste, Carina  
García Casatti, María Silvana  
García, Leticia  
García, María Silvia  
Gatica Feito, María Cristina  
Gelitti, Laura Raquel  
Giaccardi, Gustavo



Giardina, Carina	Lamare, Viviana
Giménez, Antonio	Larrañaga, María Claudia
Giménez, María Rosa	Lavin, Cecilia María
Gino, Leda	Lavin, Florencia
Gómez García, María	Leinecker, Mirtha
Gómez, María Laura	Lezaeta, Betania
Gomila, Néstor Ariel	Librandi, Mabel
González, Claudia	López Gregorio, Fernando
González, Gabriela	López Gregorio, María Cecilia
González, Ismael	López, María Silvia
González, Javier Andrés	López, Mario
González, Marcela	López, Verónica
Gordillo, Claudio	Loyola, Luis
Gorostidi, María	Lozza, Anabella
Gouveia, Fabiola	Lubormirsky, Pablo
Graglia, Patricia	Lucchetti, Vanesa
Granado, Laura	Lucero, Mariano
Guarido, Martín	Lucero, Mirta
Guido, Leandra	Luchino, Gustavo
Guzmán, Marcela	Lupardo, Patricia
Hauser, Vanina	Maidana, Ana María
Heredia, Dora Silvana	Maier, Leonardo
Herner, María Teresa	Maldonado, Daniel
Herrera, Ana	Maldonado, Rosa
Hierro, María Silvina	Manavella, Andrea
Hilgert, Analía	Mansilla, María Verónica
Holzman, María Luján	Marinangeli, María Daniela
Hormaeche, Lisandro	Martín, Osvaldo
Inchaussandague, Melisa	Martínez, Diego
Inchazú, Claudia	Martocci, Federico
Irázabal, Ana	Mayor, Romina
Iuliano, Carmen	Maza, Luis Pablo
Jacob, Celia	Mazondo, Fabio
Jaume, Karina	Medina, María Teresa
Jorge, María Estela	Metz, Natalia
Kathrein, Stella Maris	Micone, Juan José
Kin, María Aurelia	Miguel, Natalia Analía
Knudtsen, Eric	Mina, Fernando
Kohler, Marine	Miranda, Gabriela
Kollman, Sergio	Mitzig, Cristian
Kolman, Leonardo	Molina, Víctor
Kornisiuk, María Luján	Molinelli, Lilian
Kriuzov, Fabio	Molini, Judith
Lafi, Mariela Daiana	Monasterolo, Claudia
Laguarda, Paula Inés	Monasterolo, Gustavo



Monserrat, Liliana Inés  
Montani, Marcelo  
Monteiro, Nayara  
Morales, Tamara  
Moreno, Marianela  
Morquin, Silvia  
Moyano, Valeria  
Müller, Víctor  
Muñoz, María Andrea  
Muñoz, María Laura  
Naveiras, Pablo  
Nicoletti, Marina  
Nin, María Cristina  
Nofri, María Clarisa  
Nogueira, Omar  
Norverto, Lía  
Nuñez, Danisa  
Nuñez, Gabriela  
Olave, María Marta  
Oliva, Diana  
Olivero, Mariela  
Ordóñez, Laura  
Ortellado, María Luján  
Ortelli, Martín  
Ortiz Echagüe, Carmen  
Ottaviano, Roberto  
Oxalde, Daniel  
Paesani, Fabricio  
Pagliero, Fabiola  
Pascualetto, Graciela  
Pelayo, Verónica  
Perassi, Dante  
Pereyra, María de los Ángeles  
Pérez Castro, María José  
Pérez, Alejandra  
Pérez, Julieta Anahí  
Peruilh, Silvana  
Pezzola, Laura  
Pinardi Legaz, Vanesa  
Pineda, Marcelo Gerardo  
Pizarro, Rubén  
Pochettino, Gilda  
Policastro, Betsabé  
Ponteprimo, Sonia  
Portela, Carina  
Pose, Noelia Soledad  
Pozniak, Ana María  
Prieto, Roberto  
Pugener, María Melina  
Quintero, Lucas  
Quiroga, Gladys  
Quiroz, Cristian  
Raiburn, Valeria Lorena  
Ramburger, Gisela  
Ramos, Pablo  
Rath, Natalia  
Recio, María Lorena  
Regojo, Ana Liza  
Reyes, Juliana  
Reyes, Patricia  
Reynaga, Analía  
Ricchi, Agustina  
Rilh, Gisela  
Rivas, Mabel  
Roca, José Ignacio  
Rodríguez, Carolina  
Romero, Cristian  
Romero, Elvira Rosa  
Romero, Lidia  
Roseró, Mariana  
Rosso, Cecilia Celeste  
Rozengardt, Rodolfo  
Rueda, Roxana  
Ruggieri, Pablo  
Sáez, Silvia  
Sales, Mónica  
Salvadori, Laura Griselda  
Samatán, Vanesa  
San Miguel, Diego  
San Pedro, Miriam  
Sánchez, Norberto  
Sánchez, Pablo  
Sannen, Silvana  
Saoretti, Daniela  
Sape, Andrea  
Sape, Carina  
Sape, Walter  
Sapegno, Natalia  
Saravia, María Virginia  
Sardi, María Gabriela



Sarria, Liliana Iris  
Sastre, María Paz  
Sauré, Agustina  
Scarimbolo, Daniela  
Schiavi- Gon, Guillermo  
Schlaps, Karenina  
Schnan, Gustavo  
Secco, Gabriela  
Semfelt, Soledad  
Silleta, Marta  
Sol, Élide Rut  
Sombra, Mariela  
Sombra, Sandra  
Sosa, María Fernanda  
Sosa, Raúl  
Stadler, María Soledad  
Stefanazzi, Florencia  
Steinbach, Daniela  
Steinbauer, Marcelo  
Suárez, Marina

Talmon, Alina  
Tamagnone, Carina  
Tomé, Andrea  
Torres, Verónica  
Urban, Javier  
Ussei, Pamela  
Vasquez Martin, Aixa Lorena  
Vicente, Ana Lía  
Vigari, Melina  
Viglizzo, Javier  
Villalba, Marta Esperanza  
Vilois, José Luis  
Viñes, Martín  
Vota, María del Carmen  
Zaminovich, Vanesa  
Zandoná, Fabiana  
Zaninovich, Vanesa  
Zebinden, Patricia  
Ziaurriz, Gimena



Ministerio de Cultura y Educación

Subsecretaría de Coordinación

Dirección General de Planeamiento, Evaluación y Control de Gestión

Área Desarrollo Curricular

C.I.C.E. (Documentos portables, Publicación Web)

Diseño Gráfico (Diseño de portada)

Subsecretaría de Educación

Dirección General de Educación Polimodal y Superior

Equipo Técnico

Santa Rosa - La Pampa

Septiembre de 2014

[www.lapampa.edu.ar](http://www.lapampa.edu.ar) - [www.lapampa.gov.ar](http://www.lapampa.gov.ar)