

## Consideraciones didácticas para enseñar biotecnología a niños y jóvenes entre 12 y 17 años

Buenos Aires, Marzo 2014

Autor: Equipo docente del Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio

En Argentina, el tema biotecnología fue introducido en la escuela alrededor del año 2003, con la incorporación de esta temática en el currículum escolar. Dicha incorporación respondió a un avance de la ciencia en este campo y en particular a la relevante posición de Argentina en la producción de cultivos genéticamente modificados y el desarrollo de animales transgénicos.

A diferencia de otras disciplinas, al ser la biotecnología un "contenido noticiable" con recurrentes menciones en la prensa, redes sociales e Internet, la enseñanza de la misma y su tratamiento en el aula fueron cambiando con el paso del tiempo. Hace 10 años, los contenidos giraban en torno a comprender la definición de biotecnología, sus alcances y aplicaciones. Sin excluir estos contenidos, hoy, se suma el desafío de explicar cómo la biotecnología interviene en resolver los problemas que enfrenta el mundo, tales como la producción de alimentos, el cambio climático, el uso responsable de recursos como el suelo, el agua, la energía y el cuidado del medioambiente.

Por otra parte, debido a que la biotecnología atraviesa las fronteras de la ciencia, siendo un contenido que incluye temas relacionados con la economía, la ecología, la comunicación, entre otros, cabe plantearse el desafío de enseñar temas de ciencia básica estableciendo relaciones entre ella y la biotecnología y trabajar de manera interdisciplinaria con otras asignaturas. La biotecnología integra aspectos tan diversos como el conocimiento de los seres vivos, el ADN y la herencia, el desarrollo científico y tecnológico, la economía de los países y la percepción pública. Precisamente, esta diversidad de aspectos que abarca la biotecnología entendida como un contenido escolar ofrece a los docentes la posibilidad de incorporar estos temas a las diferentes áreas del conocimiento, en las ciencias sociales y naturales, con variados niveles de complejidad. Por otra parte, la posibilidad de establecer relaciones entre ciencia básica y aplicaciones tecnológicas, puede proporcionar al alumno un aprendizaje significativo y conocimientos útiles para conocer mejor ciertos productos de consumo diario y los procesos involucrados en su fabricación.

El desafío del docente consiste en incorporar al aula todos estos aspectos que abarca la biotecnología, de una manera precisa, correcta y creativa de modo de llegar a los alumnos con información de base científica brindándoles la posibilidad de desarrollar su capacidad de análisis y comprensión, y aportando las herramientas necesarias para comprender los alcances de la biotecnología y sus implicancias.

El objetivo de esta guía es brindar a los docentes herramientas para enseñar biotecnología a niños y jóvenes entre 12 y 17 años, teniendo en cuenta que:

- La biotecnología es un tema interdisciplinario, el cual abarca aspectos de las ciencias naturales, la biología y las ciencias sociales.
- La biotecnología es noticia y tema de debate, fundamentalmente la biotecnología aplicada al mejoramiento de cultivos.
- Argentina tiene un rol protagónico como productor de cultivos genéticamente modificados en el mundo.

### **Consideraciones didácticas: 6 pasos para planificar la enseñanza de la biotecnología (Ver nota al pie)**

En una primera instancia, resulta necesario incorporar contenidos de ciencia básica y biología molecular para luego comprender qué es la ingeniería genética y qué son los organismos genéticamente modificados. Para ello se sugiere atravesar las siguientes instancias en el proceso de enseñanza - aprendizaje:

1. Introducir conceptos de biología general tales como: célula, organelas, tejidos, metabolismo celular, enzimas, fermentación, microorganismos, entre otros.  
Estos conceptos son fundamentales para definir la llamada "biotecnología clásica o tradicional".
2. Abordar la definición de "biotecnología tradicional", entendida como "el uso de organismos vivos para la producción de un producto útil para el hombre".  
Esto permitirá desmitificar o reducir la definición de biotecnología a exclusivamente aquella que utiliza las técnicas de ingeniería genética. Una vez alcanzado este punto, se podrán introducir conceptos de biología y genética molecular (ADN, flujo de información genética, código genético, gen, etc.). Estos contenidos sirven de base para definir y comprender qué se entiende por "biotecnología moderna", para diferenciarla de la tradicional, y para entender el concepto de transgénesis.
3. Profundizar a continuación en la ingeniería genética: clonado del ADN, enzimas de restricción, ligasas, proteínas recombinantes, organismos transgénicos o genéticamente modificados.  
(Este punto se puede desarrollar en mayor o menor profundidad según diversos factores como la orientación de la escuela, el nivel previo de los alumnos, entre otros).

4. Una vez comprendidos estos contenidos básicos, se sugiere pasar a la etapa de desarrollo de contenidos específicos de biotecnología moderna, con foco en sus aplicaciones, los cuales abarcan 3 grandes áreas:
- **Biotecnología industrial**
  - **Biotecnología animal**
  - **Biotecnología vegetal**

**Aplicaciones de la biotecnología en las diferentes industrias.** Este punto suele ser de gran interés para los alumnos ya que abarca el desarrollo de productos que actualmente están en el mercado y que en su elaboración incluyen procesos biotecnológicos. Por ejemplo, el jabón en polvo en la industria de productos de higiene y limpieza, las vacunas en la industria farmacéutica, los aditivos en la industria alimenticia y la biorremediación, como una de las nuevas técnicas para la protección y cuidado del medio ambiente.

Algunos de los Cuadernos que desarrollan estos temas son:

- Cuaderno N° 16: Biotecnología aplicada a la industria textil
- Cuaderno N° 21: Utilización de la biotecnología para la salud
- Cuaderno N° 30: Las enzimas "aliadas" de la Biotecnología
- Cuaderno N° 36: Biorremediación: organismos que limpian el ambiente
- Cuaderno N° 52: Biotecnología industrial alimentaria
- Cuaderno N° 73: Enzimas que limpian la ropa

**Biotecnología animal.** Producción de animales transgénicos: procedimiento y objetivos. Es importante desarrollar en este punto los siguientes temas: clonación, técnicas de fertilización y de mejoramiento animal y el uso de los animales para la producción de fármacos.

Los Cuadernos que abordan estos temas corresponden a:

- Cuaderno N° 9: Biotecnología moderna en animales
- Cuaderno N° 47: Animales como fábricas de moléculas

**Biotecnología vegetal.** Este tema despierta cierta controversia, ya que suele ser el más difundido en los medios de comunicación, por ello puede ser de especial interés para docentes, alumnos y padres. Abordar este tema en el aula, concierne la descripción de los cultivos transgénicos y sus características, el estudio de los métodos utilizados para la transformación genética de plantas (Agrobacterium y biobalística) y la aplicación de los productos derivados de estos cultivos en las diferentes industrias, sobre todo la alimenticia.

Algunos cuadernos y textos que desarrollan estos temas son:

- Cuaderno N° 5: Introducción al mejoramiento tradicional y la Biotecnología moderna
- Cuaderno N° 6: Introducción a la Biotecnología Agrícola
- Cuaderno N° 8: Cultivos transgénicos, lo que hay y lo que vendrá
- Cuaderno N° 43: Datos de adopción y beneficios de cultivos GM

5. Una vez que los alumnos cuentan con toda esta información, se sugiere continuar con el desarrollo del tema de la bioseguridad, el cual refiere al marco regulatorio argentino que reglamenta la evaluación y control de los riesgos ambientales, para la salud humana y animal de los cultivos transgénicos.  
Este tema es abordado en el Cuaderno N° 19: Organismos Reguladores en Biotecnología.
6. Para finalizar, el docente puede optar por proponer el debate y la discusión:  
¿Por qué se cuestiona la biotecnología?  
Es aquí donde entran en juego los temas de percepción pública.  
Una vez conocidos los alcances de la biotecnología, sus aplicaciones y procesos regulatorios, los alumnos contarán con variadas herramientas y conocimiento para poder evaluar los argumentos a favor y en contra de la biotecnología moderna.  
Los Cuadernos que hablan sobre la percepción pública corresponden a:
  - Cuaderno N° 31: Biotecnología en la mira: el problema de la percepción
  - Cuaderno N° 37: La Biotecnológica como noticia

## Fuentes de consulta

### Sitios educativos sobre la enseñanza de la Biotecnología

- Por Qué Biotecnología      [www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar)
- ArgenBio      [www.argenbio.org](http://www.argenbio.org)
- AgroBio      [www.agrobio.org/fend/index.php](http://www.agrobio.org/fend/index.php)
- Inta Chicos      [intachicos.inta.gov.ar/](http://intachicos.inta.gov.ar/)
- Experimentar      [www.experimentar.gov.ar/home/home.php](http://www.experimentar.gov.ar/home/home.php)
- Explora Programa      [www.explora.cl/](http://www.explora.cl/)
- ASA Biotecnología      [asabiotecnologia.com.ar/educacion](http://asabiotecnologia.com.ar/educacion)
- Blog con videos sobre temas de biología molecular:  
[genmolecular.wordpress.com/replicacion-y-transcripcion-del-adn/](http://genmolecular.wordpress.com/replicacion-y-transcripcion-del-adn/)
- [learn.genetics.utah.edu/](http://learn.genetics.utah.edu/) (Idioma: inglés)