

Enseñanza popular de la Biotecnología

✉ Sonia Negrín¹, Ángela E Sosa¹, Marta Ayala¹, Esther Diosdado³, Manuel R Pérez¹, Merardo Pujol¹, Julio R Fernández¹, Verena Muzio¹, Lila Castellanos¹, Luis J González¹, José Cremata¹, Marisel Quintana¹, Gudelia Pérez¹, Jorge Valdés¹, María P Rodríguez¹, Carlos Borroto¹, Clara González³, Juan Morales¹, Carlos Duarte¹, Rolando Pérez², Raimundo Ubieta¹, Lourdes Costa¹, Ileana Rosales¹, Luis Herrera¹, Agustín Lage²

¹Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología
Ave 31 e/ 158 y 190, Cubanacan, AP 6162,
Ciudad de La Habana, Cuba

E-mail:sonia.negrin@cigb.edu.cu

²Centro de Inmunología Molecular
Calle 216 y Ave 15, Siboney, Playa,
Ciudad de La Habana, Cuba

³Facultad de Biología de la Universidad de La Habana,
Calle 25, No. 455, Vedado,
Ciudad de La Habana, Cuba

RESUMEN

La enseñanza de la Biotecnología se ha convertido en pocos años en una necesidad, no solo del mundo académico, sino también de la sociedad en su conjunto. Los científicos y también los políticos, los comerciales, los productores, los abogados, los periodistas, los economistas y la población en general están relacionados de una forma u otra con los avances en esta rama, y a la vez la Biotecnología continúa en desarrollo con los avances de otras ciencias como la Biología, la Bioquímica, la Genética, la Microbiología, las ingenierías vinculadas a procesos (química, bioquímica o industrial), y con otras ciencias como la Física, las Matemáticas y las Ciencias de la Computación. La Biotecnología requiere de todas estas ciencias y tecnologías particulares, pero el problema fundamental consiste en diseñar un método para su estudio que posibilite su enfoque de manera integral de manera que no resulte tan compleja. El diseño de un programa de estudio sobre Biotecnología debe entonces tener en cuenta esta complejidad metodológica y su concepción. El curso debe estar dirigido a objetivos específicos, sectores determinados, o concebido de forma general para que posibilite apropiarse del conocimiento global en diferentes grados en dependencia del nivel educacional y cultural del receptor. En el presente artículo se muestra la experiencia de diseño de un programa sobre Biotecnología, siguiendo una concepción metodológica que permite adaptar los contenidos y los objetivos específicos que se persiguen según el público al que va dirigido, manteniendo siempre un hilo conductor y una relación con la vida cotidiana.

Palabras claves: Enseñanza de la Biotecnología, tecnología de fermentación, ADN recombinante, proteómica, genómica

Biotecnología Aplicada 2007;24:53-57

ABSTRACT

Popular teaching of Biotechnology: Within a short period of time, the teaching and popularization of Biotechnology has become a need not only for the academic world, but for society as well. The advances in this field have repercussions within the scientific community, as well as politicians, businessmen, manufacturers, lawyers, journalists and the general population alike. At the same time, Biotechnology as a discipline is not stagnant, but evolves with the findings of related disciplines such as Biology, Biochemistry, Genetics, Microbiology, process-related engineering specialties (chemical, biochemical or industrial) and other sciences such as Physics, Mathematics and Information Technology. Given its importance for society and its multidisciplinary nature, designing a method for the popularized teaching of Biotechnology that gives a general approach to this field and not resulting overly complex is a considerable challenge. Such a design, therefore, must take into account the methodological complexity, resulting in courses with very specific objectives and targeted to a certain audience, or conceived with a general structure offering an overall knowledge of this discipline in varying degrees, depending on the cultural and educational level of the learner. The present paper shows our experience in the design of a Biotechnology course, following a methodological conception for the adaptation of the contents to the specific goals of the course for the targeted audience while following a train of thought and a relationship with the facts of everyday life.

Key words: Teaching Biotechnology, fermentation, recombinant DNA, proteomics, genomics

Introducción

La biotecnología es una rama multidisciplinaria. En la Biotecnología inciden ciencias particulares como la Biología, la Bioquímica, la Genética, la Microbiología, la Física, las Matemáticas, las Ciencias de la

Computación y las ingenierías vinculadas a procesos, es necesario entender los campos de acción de estas ciencias, los elementos conceptuales de cada una de ellas, y verla desde una concepción integradora de los

✉ Autor de correspondencia

fenómenos. Por esta razón la enseñanza popular de la Biotecnología constituye un proceso complejo que requiere la generación de su propia metodología.

El problema fundamental consiste en diseñar un método para su estudio, que posibilite la enseñanza de la Biotecnología a partir de esta perspectiva compleja. El Programa o plataforma de estudio debe tener en cuenta los objetivos específicos, los sectores a los que va dirigido, y las múltiples disciplinas que la forman.

En este artículo se muestra un Programa de enseñanza popular de la Biotecnología, siguiendo una concepción metodológica orientada a la recepción del conocimiento mediante elementos cercanos al receptor e implícitos en la Biotecnología. Este Programa mantiene un hilo conductor y una relación con la vida cotidiana del receptor y va dirigido a un público heterogéneo en intereses, motivaciones y niveles educacionales.

Desarrollo

Para el diseño de este Programa de enseñanza popular de la Biotecnología, primero se definió la base conceptual del curso y las características metodológicas sobre las que se debía diseñar.

Base conceptual

- Partir de los productos de la Biotecnología que son cercanos y cotidianos al hombre y que pueden ser fácilmente identificados, por estar vinculados a la vida diaria de las personas.
- Profundizar en la historia de cada producto y vincularla con el desarrollo científico y tecnológico alcanzado por la humanidad en etapas concretas.
- Identificar los sectores de influencia de la Biotecnología y relacionarlos con el hombre y sus necesidades.

Esta base conceptual tiene como objetivo acercar al estudiante a la Biotecnología partiendo de un elemento conocido, lo que le permitiría asimilar, de forma más sencilla, lo que se le presenta, independientemente del grado de complejidad que el fenómeno posea.

Características metodológicas del diseño

Para la definición de Biotecnología se elaboró un recurso nemotécnico que posibilita la identificación de los principales elementos presentes en el concepto: agentes biológicos, material o sustrato, producto (Figura 1).

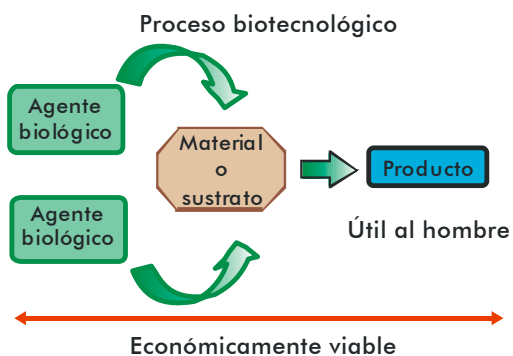


Figura 1. Esquema de un proceso biotecnológico.

Los elementos de la definición se conceptualizan sobre la base de la descripción particular de cada uno de ellos y de su identificación visual en el esquema del proceso biotecnológico.

Se analizaron diferentes definiciones de Biotecnología y se tomaron como referencia sus elementos comunes para estructurar un esquema nemotécnico en el cual se pueden sustituir por ejemplos de la cotidianidad.

El análisis se basó en las siguientes definiciones:

- La Biotecnología es el uso integrado de la Bioquímica, la Microbiología, la Genética y la Ingeniería Química para aprovechar en el plano tecnológico las propiedades y posibilidades de los microorganismos y de los cultivos celulares [1].
- La Biotecnología constituye la aplicación de principios científicos e ingenieriles a procesos donde agentes biológicos transforman un material en un producto que tiene una utilidad [2].
- La Biotecnología es el conjunto de tecnologías llevadas a cabo por el hombre con la utilización directa e indirecta de organismos vivos y que llevan a la formación de un producto con el máximo de eficiencia, economía y seguridad factibles [3].
- La Biotecnología es el uso de organismos vivos o de sustancias obtenidas de los organismos vivos para hacer productos de valor para el hombre [4].
- La Biotecnología es la aplicación de los principios de la ciencia y de la ingeniería al tratamiento de materiales por agentes biológicos o al tratamiento directo de materiales biológicos para la producción de bienes y servicios [5].

Los elementos comunes identificados en todas estas definiciones son:

- Presencia del organismo vivo (agente biológico).
- Transformación de un material o sustrato en un producto.
- Vínculo de las ciencias biológicas y de las ingenierías.
- Los productos y servicios obtenidos poseen valor para el hombre.
- Los procesos de obtención son factibles económicamente.

En el esquema se sustituye cada elemento por imágenes de la realidad, como forma de acercar aún más al estudiante al concepto de proceso biotecnológico (figuras 2 y 3).

Esquema de un proceso biotecnológico

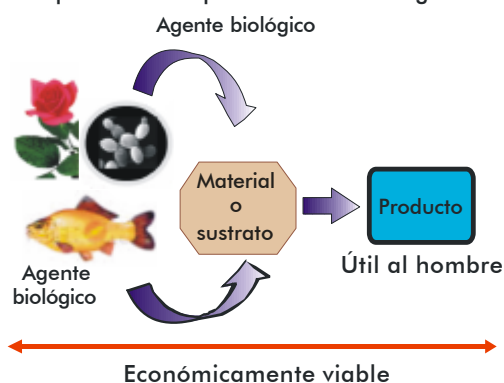


Figura 2. Esquema de un proceso biotecnológico. (Elemento sustituido: agente biológico).

1. European Federation of Biotechnology 1978. www.efb-central.org.

2. Bull AT. Compressive Biotechnology: The principles of Biotechnology: Scientific Fundamentals. Publisher, Elsevier Science 1982.

3. Negrín S, Pereira C, Zumalacarrégui L. Avances en Biotecnología Moderna. Evento Biotecnología Habana '92; junio 8-12; Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología. La Habana, Cuba; 1992.

4. Marx JL. A Revolution in Biotechnology. Cambridge University Press; 1989.

5. Second Organization for Economic Co-operation and Development Ad Hoc Meeting on Biotechnology Statistics, OECD, May 2001.

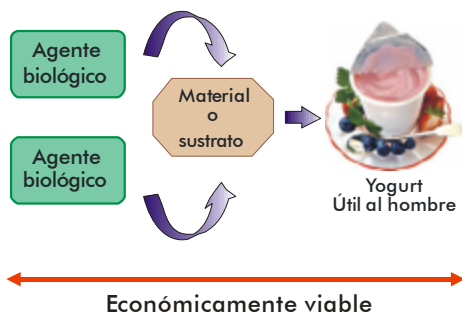


Figura 3. Esquema de un proceso biotecnológico. (Elemento sustituido: producto).

La correlación gráfica del desarrollo histórico de los productos con el desarrollo científico-tecnológico en el tiempo, representado como Evolución de la Biotecnología, se diseña como otro recurso nemotécnico que posibilita profundizar en la historia de los productos y en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, elementos de motivación y de ampliación del conocimiento cultural alrededor de la temática (Figura 4).

La gráfica de la evolución de la Biotecnología, construida sobre la base del desarrollo científico-técnico y de los productos obtenidos, permite la explicación de los adelantos tecnológicos y ubica a las biotecnologías en cada etapa. Además, se resaltan las figuras científicas más relevantes, lo que constituye un elemento de motivación, así como los productos característicos de cada etapa.

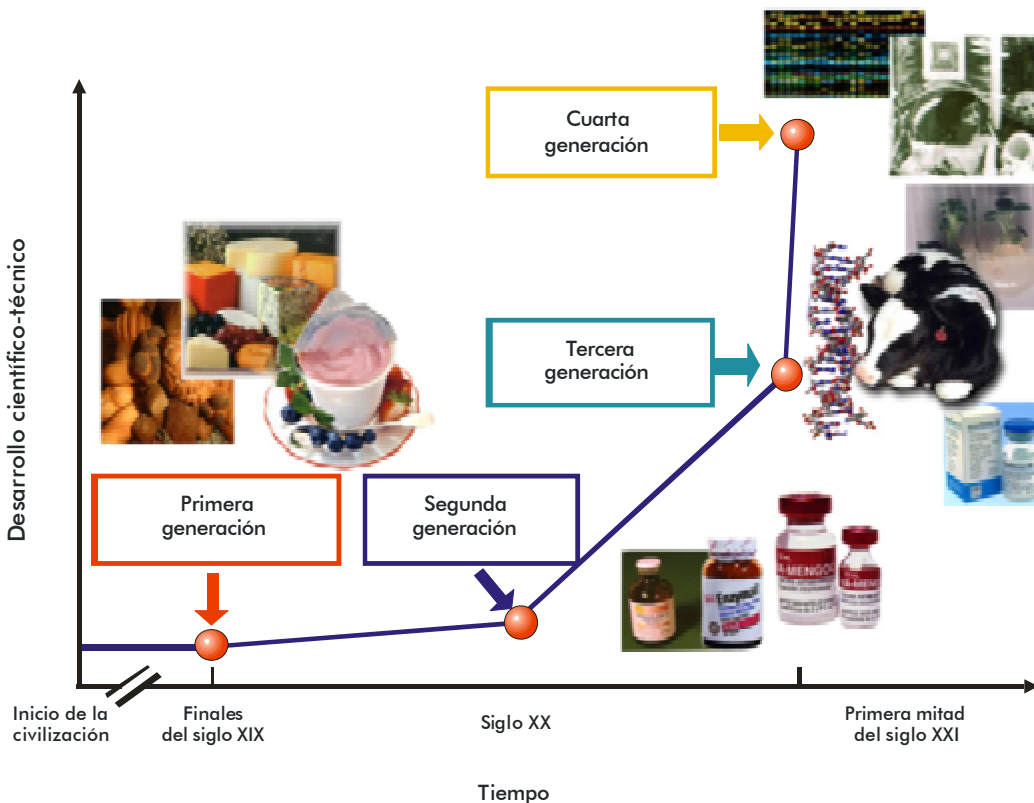


Figura 4. Esquema de la evolución de la biotecnología.

En función de las bases conceptuales y del diseño metodológico establecido se estructuró el contenido de la Plataforma de Programa para un Curso de Introducción a la Biotecnología que se dirigía a la población en general.

Los productos seleccionados fueron: el pan, la cerveza, el vino, el vinagre, las vacunas naturales, los antibióticos, las vacunas recombinantes, los interferones, las enzimas, las plantas y los animales mejorados, los anticuerpos monoclonales, los animales y las plantas transgénicos, la medicina personalizada y la terapia génica.

Para explicar lo que caracterizaba a cada uno de estos productos como elemento del desarrollo científico-tecnológico, se vincularon cada uno de ellos con la historia de la humanidad, lo que permitió elevar no solo el conocimiento particular sobre la Biotecnología, sino también el conocimiento cultural de los receptores (Figura 5).

Existe una diferencia entre producto biológico que es el obtenido a partir de la transformación de un sustrato o material por un organismo vivo, y producto biotecnológico que es aquel producto biológico que se obtiene a partir de la transformación de un sustrato o material por un organismo vivo, pero sobre el cual se desarrollan los ensayos necesarios para llevarlo hasta su forma de producto terminado, lo cual permite su comercialización.

Un ejemplo de este concepto es el yogur. Se puede elaborar este producto biológico utilizando un volumen determinado de leche fresca (sustrato) a la

Productos de la Biotecnología



Figura 5. Productos de la biotecnología.

cual se añade un pequeño volumen de yogur que contiene los lactobacilos (agente biológico) que van a transformar esta leche nuevamente en yogur (producto biológico); sin embargo, cuando se habla del yogur como producto biotecnológico se hace referencia a un producto elaborado mediante un proceso productivo estandarizado, que permite obtener volúmenes que satisfacen una demanda y a los cuales se les hacen análisis y ensayos que garantizan su calidad.

Este proceso productivo incluye, no solo la elaboración del producto biológico, sino que tiene en cuenta el envase, el etiquetado, el registro de marca, el cumplimiento de regulaciones, el establecimiento de precios y la comercialización.

Sobre el esquema de un proceso biotecnológico se ejemplifica la producción de fármacos, vacunas y plantas o animales mejorados genéticamente y que representan los productos biotecnológicos (Figuras 6 y 7).

A continuación se presenta el Programa del curso Introducción a la Biotecnología, el cual se basa en los dos recursos nemotécnicos anteriores (Figuras 1 y 4), y se estructura teniendo en cuenta su orientación hacia la población cubana: las características educacionales y culturales de ésta y su relación con los logros de salud de nuestra sociedad.

Programa del curso: Introducción a la Biotecnología. (Orientado a la población en general)

Papel de la Ciencia y los científicos en la “Batalla de las Ideas”

Título: Biotecnología para todos

El mundo fascinante de la Biotecnología al alcance del pueblo

Objetivos:

- Contribuir a elevar la cultura general e integral del pueblo cubano aportándole los conocimientos básicos de esta rama del saber, en la que nuestro país ha alcanzado una posición internacional destacada, y posibilitar la interpretación adecuada de los procesos biotecnológicos que están presentes en la vida cotidiana y en el entorno que nos rodea.

- Preparar a las jóvenes y futuras generaciones para interpretar mejor los acontecimientos que, en el orden científico y social, han de producirse como consecuencia de una nueva revolución del conocimiento humano.

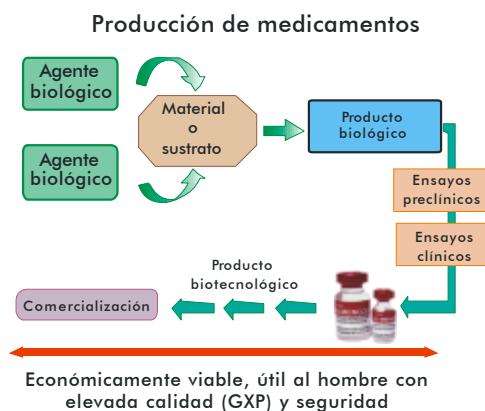


Figura 6. Esquema de un proceso biotecnológico. (Obtención de una vacuna). GXP: Good X Practices.

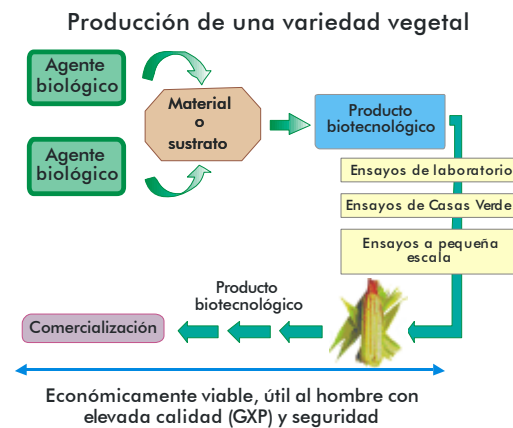


Figura 7. Esquema de un proceso biotecnológico. (Obtención de una planta transgénica). GXP: Good X Practices.

Características del Programa:

- Flexible, pues está concebido para diversos sectores de la población (receptores).
- Es un punto de partida que permite estructurar otros ciclos de divulgación de conocimientos de mayor profundidad.
- Posibilita la participación interactiva de diversas instituciones.
- Puede servir de referencia para la estructuración de programas y de materiales impresos para diferentes niveles de enseñanza.

Desarrollo del curso

El curso está estructurado en 30 clases y seis debates.

En las clases participan estudiantes del nivel medio superior y superior como receptores activos en el estudio televisivo.

El curso:

- Identifica productos de la Biotecnología y desarrolla los momentos que han propiciado su obtención científica.
- Muestra el avance de la ciencia y su influencia en esta rama, además de la evolución de las biotecnologías hasta la época actual.
- Incluye actividades de debate y reflexión sobre la Biotecnología, así como su incidencia en el plano científico, económico-social y político de los países. Compara la realidad cubana con la de otros países y especialmente con el Tercer Mundo.
- Presenta el desarrollo de la ciencia en Cuba y en particular el de la Biotecnología.

Plan temático

Tema I: Introducción al mundo fascinante de las biotecnologías.

Actividad de motivación y presentación del curso.

Tema 2: ¿Qué es la Biotecnología?

Organismos, procesos y productos de la Biotecnología. Ciencias afines y conceptos básicos. Evolución y desarrollo histórico de las biotecnologías. Descubrimientos científicos, procesos y productos.

Tema 3: parte 1 Biotecnología de Primera Generación:

Cerveza, vino, pan, queso, yogur y vinagre.

Fermentación espontánea.

Tema 3: parte 2 Biotecnología de Segunda Generación:

Antibióticos, vacunas, vitaminas, enzimas, proteínas unicelulares, alcohol.

Fermentación continua, inmovilización de células, cultivos de células y organismos. Transformaciones microbianas.

Tema 4: Biotecnología de Tercera Generación:

Insulina humana, anticuerpos monoclonales, interferones, vacunas recombinantes, humanas y veterinarias, plantas y animales resistentes a enfermedades y de mayor capacidad reproductiva.

Ingeniería genética e ingeniería celular.

Tema 5: Biotecnología de Cuarta Generación:

medicamentos dirigidos y terapia génica.

Genómica, proteómica y bioinformática.

Tema 6: Sectores de influencia de las biotecnologías: sector farmacéutico y biomédico. Productos.

Tema 7: Sectores de influencia de las biotecnologías: sector agropecuario. Productos.

Tema 8: Sectores de influencia de las biotecnologías: sectores químico, ambiental y energético. Productos

Tema 9: Biodiversidad, bioseguridad, bioética y biotecnología

Tema de debate y reflexión: definidos según los intereses identificados durante el desarrollo del curso. A modo de ejemplo:

Debate 1: La propiedad intelectual y el genoma humano

Debate 4: La terapia génica

Debate 3: Los organismos transgénicos como parte de la solución

Debate 2: El animal de laboratorio y su papel en la Biotecnología

Debate 2: Del laboratorio al ensayo clínico. ¿Qué son las GXP o las BXP?

Debate 6: Diagnóstico y Biotecnología

Conclusiones

Se diseñó un curso Introducción a la Biotecnología sobre una plataforma para la enseñanza popular de la Biotecnología, dirigido a la población cubana, tomando en consideración su conocimiento, niveles de enseñanza, intereses y motivaciones. La población como un todo es heterogénea. La concepción básica y fundamental para el diseño de este curso de Biotecnología para todos concibe el todo como el elemento que representa la población en general.

Se diseñaron esquemas como recursos nemotécnicos, que representan conceptos y procesos de la Biotecnología, y que sirven a los receptores para apropiarse de forma sencilla de los elementos fundamentales, y a los profesores para hacer más asequible su explicación, sin perder el rigor y la profundidad.

Se sustituyeron los elementos de los gráficos con imágenes conocidas por la población vinculadas a la vida

cotidiana de las personas y que constituyen la expresión de la Biotecnología en el entorno. Estos elementos se tomaron como referencia y se desarrolló el conocimiento mediante la motivación por el saber y la profundización de la Biotecnología, siguiendo una ruta crítica, desde lo menos complejo hacia lo más complejo.

El hilo conductor lo constituyó la evolución histórica de la Biotecnología, sus productos y el conocimiento científico acumulado en cada uno de los productos, así como las figuras históricas más

relevantes dentro de este conocimiento.

Este curso se desarrolló sobre una infraestructura televisiva en forma de teleclases: se combinó la presencia del profesor y la utilización de materiales didácticos propios, así como grabaciones y materiales fílmicos nacionales y extranjeros.

Este curso es, además, flexible y adaptable a otros fines pedagógicos con otros niveles de profundización del conocimiento, tomando en cuenta su orientación a receptores específicos.

Recibido en octubre de 2006. Aprobado en diciembre de 2006.