



Revista Electrónica de Investigación en

Educación en Ciencias

E-ISSN: 1850-6666

reiec@exa.unicen.edu.ar

Universidad Nacional del Centro de la  
Provincia de Buenos Aires  
Argentina

Occelli, Maricel; Valeiras, Nora; Bernardello, Gabriel

La biotecnología en libros de texto de escuela secundaria: un análisis de los libros  
utilizados en Córdoba (Argentina)

Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, vol. 10, núm. 1, julio,  
2015, pp. 33-44

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires  
Buenos Aires, Argentina

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273341286003>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## **La biotecnología en libros de texto de escuela secundaria: un análisis de los libros utilizados en Córdoba (Argentina)**

**Maricel Occelli<sup>1</sup>, Nora Valeiras<sup>2</sup> y Gabriel Bernardello<sup>3</sup>**

[moccelli@efn.uncor.edu](mailto:moccelli@efn.uncor.edu) , [nvaleira@efn.uncor.edu](mailto:nvaleira@efn.uncor.edu) , [bernarde@imbiv.unc.edu.ar](mailto:bernarde@imbiv.unc.edu.ar)

<sup>1,2</sup>Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología. FCEFyN, Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Argentina.

<sup>1</sup>Becaria del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

<sup>3</sup>Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal – UNC - CONICET

### **Resumen**

Este trabajo tiene por objetivo caracterizar cómo se aborda la biotecnología en los libros de texto utilizados en escuelas secundarias de la ciudad de Córdoba (Argentina). Para ello se emplea una metodología centrada en el análisis de contenido que combina técnicas e instrumentos cuantitativos y cualitativos. La muestra comprende 12 libros de texto de biología los cuales fueron seleccionados a partir de la información recolectada a través de entrevistas a ocho docentes. Los aspectos analizados son: temas de biología en los que se presenta a la biotecnología en los libros de texto, contenidos desarrollados, formatos (texto, ilustraciones y actividades) utilizados, jerarquía textual y profundidad con la cual se presenta a los contenidos y, por último, elementos contextuales incluidos. A partir de los resultados obtenidos se destaca que son escasos los contenidos de biotecnología que se desarrollan de manera profunda en los libros. En su mayoría, éstos se encuentran en lecturas complementarias, fuera del texto principal del capítulo, y se incluyen pocos elementos contextuales. Estas deficiencias ponen en evidencia la necesidad de elaborar libros de texto y materiales curriculares, tanto en soporte papel como digital, que permitan dar una respuesta ante la situación actual de los libros de texto.

**Palabras clave:** Libros de texto; Biotecnología; Escuela secundaria; Análisis de contenido.

### **Biotechnology in Secondary Textbooks: A Study of Textbooks Used in Córdoba, Argentina**

### **Abstract**

This work attempts to characterize the way in which secondary textbooks in Cordoba, Argentina, present biotechnology topics. The methodology used is content analysis, from which quantitative and qualitative techniques and instruments are combined. The sample includes twelve biology textbooks, which were selected considering the information collected by interviews to eight teachers. The aspects analyzed are: in what biology topics is biotechnology presented in textbooks; what contents are developed; what formats (text, images and activities) are used; in what textual hierarchy and how deep are the contents presented; and, finally, what contextual elements are included. The results obtained indicate that few biotechnology contents are developed in textbooks in any depth. Most biotechnology contents are included in complementary readings outside the main text used for a chapter, and few contextual elements are provided. These shortcomings point out the need to make printed and digital textbooks and curricular materials that give a response to the current situation of textbooks.

**Keywords:** Textbooks; Biotechnology; Secondary School; Content Analysis.

### **La Biotechnologie dans les manuels secondaires: un étude des manuels utilisés à Cordoba (Argentine)**

## Résumé

Ce travail caractérise comment la biotechnologie est discuté dans les manuels utilisés dans les écoles secondaires de la ville de Córdoba (Argentine). La méthodologie utilisée est l'analyse de contenu, en combinant des techniques et outils quantitatives et qualitatives. L'échantillon est de 12 manuels de biologie et les aspects analysés sont: les sujets de biologie présentées à la biotechnologie dans les manuels scolaires, quel contenus sont développés, quel formats (texte, illustrations, et activités) sont utilisés, dans quelle hiérarchie textuelle et à quel point le contenu est présenté et, enfin, quels éléments contextuels sont inclus. D'après les résultats mis en évidence, il y a peu de contenus de la biotechnologie dans les manuels, ces contenus ne sont pas développés en profondeur dans les livres, la plupart d'entre eux sont en lectures en dehors du texte principal, et peu d'éléments contextuels sont inclus. Ces lacunes mettent en évidence la nécessité pour les manuels scolaires et du matériel pédagogique, en papier et digital, permettant de répondre à la situation actuelle des manuels scolaires.

**Mots clés:** Manuels ; Biotechnologie, École secondaire ; Analyse de contenu.

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, numerosos países han incorporado en sus currículos a la biotecnología para dar respuesta a la demanda de generar ciudadanos capaces de emitir opiniones fundamentadas en este campo del conocimiento (Lock, 1996; France, 2007). De manera global, se puede considerar a la biotecnología como una actividad basada en conocimientos multidisciplinarios que utiliza agentes biológicos para hacer productos útiles o resolver problemas (Muñoz de Malajovich, 2006). En Argentina, las prescripciones curriculares oficiales incluyen a la biotecnología de manera específica a partir de la ley federal de educación N° 24.195 en el año 1993 (Occelli y Valeiras, 2010). Sin embargo, la inclusión de determinados contenidos en el currículo prescripto no es suficiente para que éstos se desarrollen de manera efectiva en las aulas. Entre las prescripciones curriculares oficiales y el currículo escolar ocurren un sinnúmero de modificaciones y en este proceso, los libros de texto cumplen un rol central, ya que traducen y recrean los contenidos prescriptos y los presentan a través de una propuesta didáctica determinada (Martínez Bonafé, 2002). De esta manera, los libros de texto imponen una selección y secuenciación de contenidos e imprimen significados específicos al currículo, constituyéndose así en elementos de poder al participar en el establecimiento de un lenguaje disciplinar y cultural (Choppin, 1980). Por otro lado, en algunos casos los libros de texto son utilizados por los docentes en la planificación y en el desarrollo de sus clases (Concari y Giorgi, 2000). A su vez, el lugar de los libros de texto en los procesos de enseñanza aprendizaje resulta aún más crítico para temáticas en las cuales los docentes sienten que necesitarían capacitación, ya que en ocasiones acuden a estos materiales como fuente bibliográfica para completar sus propios conocimientos (Neto y Francalanza, 2003). Por lo tanto, los significados de la enseñanza de la biotecnología podrían depender en gran medida de la información que brindan los libros de texto, y es por ello que resulta importante indagar su contenido.

Se registran numerosas investigaciones que han estudiado cómo se desarrollan diversos contenidos de biología en los libros de texto (Clifford, 2002; Martínez-Gracia et al., 2006; de Melo Ferreira y Alves Soares, 2008; Cardoso-Silva y Oliveira, 2013); sin embargo para la temática de biotecnología muy pocos artículos han indagado su abordaje en los libros de texto. En particular, el trabajo de Martínez-

Gracia et al. (2003) analizaron el desarrollo de la ingeniería genética y sus aplicaciones en libros de texto españoles. Los autores destacan que estos materiales presentan un abordaje superficial de los contenidos y establecen pocas relaciones con conceptos biológicos básicos. Además, sin dejar en claro las generalidades de los procesos de ingeniería genética, presentan muchos ejemplos de aplicaciones biotecnológicas con el detalle de los nombres de proteínas específicas o de los procedimientos de las técnicas utilizadas, por lo que difícilmente esta información resulte significativa para los estudiantes de secundaria. Por otra parte, Fernández Xavier et al. (2006) estudiaron el abordaje de la genética en libros de texto utilizados en Brasil e incluyeron en su análisis algunos conceptos de ingeniería genética. En este trabajo, de modo coincidente con Martínez-Gracia et al. (2003) se indica que los contenidos de ingeniería genética son tratados de modo muy superficial e incluso para el caso de los libros brasileros, se detectaron varios errores conceptuales. A su vez, el desarrollo de los contenidos en su mayoría solo tiene lugar en lecturas complementarias al estilo "curiosidades". Es por ello que a partir de estos antecedentes y ante la ausencia de trabajos que hayan estudiado esta problemática para los libros de texto de Córdoba (Argentina) surge como objetivo para este trabajo: caracterizar el abordaje de la biotecnología en los libros de texto de Biología que se utilizan en las escuelas secundarias de la ciudad de Córdoba (Argentina). Para ello se requiere conocer: a) *¿en el contexto de qué temas del currículo de biología se presenta a la biotecnología en los libros de texto?*, b) *¿qué contenidos de biotecnología se desarrollan?* y, en particular para el texto escrito surgen como interrogantes: c) *¿en qué jerarquía textual se aborda esta temática?* y d) *¿cuál es la profundidad con la cual se desarrollan los contenidos de biotecnología?* Por último, considerando la naturaleza del conocimiento de la biotecnología, que al igual que otros conocimientos científico-tecnológicos, tiene la particularidad de vincular diferentes aspectos referidos a la Ciencia, la Tecnología, la Sociedad y el Ambiente (CTSA), también nos interesó conocer: e) *¿qué elementos contextuales presentan los libros de texto en el abordaje de la biotecnología?*

## 2. MARCO TEÓRICO

El enfoque que orienta a este trabajo coloca al libro de texto desde su función como mediador en el proceso de concreción y objetivación curricular. Desde esta perspectiva, se entiende al currículo como una construcción social

flexible en la cual se cruza un entramado complejo de prácticas e intereses que guían, condicionan y recrean la realidad educativa (Gimeno Sacristán, 2005). En este proceso, el libro de texto traduce y concreta aquellos significados incluidos en el currículo prescripto por los organismos gubernamentales y lo hace a través de una presentación didáctica más elaborada en la cual se incluyen posibles estrategias de enseñanza (Martínez Bonafé, 2002). Considerando estas características, Alvarez Méndez (2001) define a los libros de texto como herramientas pedagógicas destinadas al aprendizaje, que imponen una determinada distribución y jerarquización de ideas, a partir de una transformación y recreación del conocimiento epistémico. Por lo tanto, también son soportes de las verdades que la sociedad cree necesario transmitir, depósitos de conocimientos que requieren difundirse para el mantenimiento de los sistemas axiológicos, las creencias y las actitudes que debe poseer el ciudadano de una determinada nación (Choppin, 1993). El libro de texto se constituye así en un elemento de poder que contribuye a la uniformización lingüística de una disciplina, a la nivelación cultural y a la propagación de las ideas dominantes a través de un discurso pedagógico regulador (Choppin, 1980; Luna y Carreri, 2011).

Por otra parte, los libros de texto, al ser concebidos para su utilización en la escuela, responden a principios didáctico-pedagógicos. Sin embargo, como la mayoría son producidos por empresas editoriales, también se encuentran sujetos a los mecanismos comerciales. De manera que para ser económicamente viables, se intentan producir libros que sean fáciles de usar en diferentes instituciones educativas, y por lo tanto, que sean fáciles de vender (del Carmen y Jiménez, 1997). A su vez, a diferencia del resto de otras publicaciones, los libros de texto no se definen como elementos comerciales en función de sus verdaderos lectores, sino del maestro o profesor quien será el medio a través del cual el libro se venderá o no (Apple, 1989).

En cuanto al contenido que presentan los libros de texto, resulta interesante considerar que si bien en algunos países los textos pasan por revisores estatales que los controlan antes de ingresar al “mercado”, en otros países como es el caso de Argentina, no existen estos sistemas de control epistemológico (Apple, 1989). De manera que, libros con errores conceptuales, derivados de malas interpretaciones en procesos de traducción, o construidos a partir de transposiciones didácticas deformantes del conocimiento científico (Gil Pérez, 1994) pueden llegar a las instituciones escolares, a las aulas y a las clases.

Ahora bien, al interior del aula, los libros de texto pueden utilizarse sólo como fuente de información complementaria hasta convertirse en el esquema conceptual de la clase (Chiappetta et al., 1993). De manera que participan de una u otra forma en el proceso de enseñanza-aprendizaje y es por ello que han sido objetos de múltiples investigaciones educativas (Johnsen, 1993). En particular, en el ámbito de la enseñanza de las ciencias se registran numerosos artículos que analizan a los libros de texto, los cuales se pueden agrupar en cuatro tipos de trabajos a partir de las categorías propuestas por Occelli y Valeiras (2013). Un primer grupo son los artículos centrados en el contenido científico, es decir aquellos que estudian los aspectos propios del

desarrollo de los contenidos como así también los estudios de contenido comparativo en los cuales se contrastan los libros de texto con otro tipo de publicación. El segundo grupo son los artículos centrados en el contenido didáctico, los cuales pueden focalizarse en el análisis de las imágenes y/o actividades, o en el uso didáctico que hacen los profesores de los libros de texto con estudios comparativos entre el contenido de los libros de texto y el conocimiento de estudiantes o docentes. Los últimos dos grupos son los artículos de validaciones metodológicas y las revisiones teóricas. En función de esta clasificación, este trabajo se encuadra como un artículo centrado en el análisis de contenido científico ya que el objetivo principal es caracterizar el abordaje de la biotecnología en los libros de texto de biología de escuela secundaria.

### 3. METODOLOGÍA

Como principal aporte metodológico se utilizó al análisis de contenido a través de una combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas (Bardín, 1986; Tesch, 1990). El análisis de contenido exige una serie de procedimientos que se inician con la definición de las unidades de análisis las cuales pueden ser de tres tipos: unidades de muestreo, unidades de registro y unidades de contexto (Krippendorff, 1990). Las primeras comprenden aquellas porciones del universo observado que serán analizadas y para su selección se pueden utilizar, muestreos probabilísticos, “opináticos” y teóricos o combinaciones de varios de ellos. En este trabajo la unidad de muestreo, es decir los libros de texto, fue determinada en función de la información recolectada a partir de un muestreo “opinático” realizado con docentes de Biología de escuela secundaria (Andreú Abela, 2002). En la determinación del número de informantes se buscó abarcar de manera profunda según la diversidad de posibilidades locales a partir de dos criterios. El primero de ellos fue el tipo de gestión de la Institución (pública o privada) a la cual pertenecían los docentes, en función de esto se seleccionaron seis escuelas con especialidad en Ciencias Naturales de la ciudad de Córdoba, tres de gestión privada y tres de gestión pública. El segundo criterio que se tuvo en cuenta fue la inclusión de la biotecnología en los lineamientos curriculares para la asignatura de Biología, en dichos documentos la biotecnología se incluye para el último año de la escuela secundaria, de manera que se seleccionaron docentes de Biología de 6º año. El resultado de esta selección fue un total de ocho docentes quienes fueron entrevistados en sus respectivas instituciones escolares. En las entrevistas, los docentes expresaron que utilizaban siete libros de texto en total para el abordaje de biotecnología: cinco libros de texto de Biología de diferentes editoriales y dos libros de texto de Educación para la Salud. Sin embargo, ninguno de ellos afirmó seguir a un libro en particular y en general citaron libros de diferentes editoriales. En función de ello, se seleccionaron para el análisis los siete libros de texto mencionados por los docentes y se agregaron cinco libros de texto de Biología de otras editoriales que se encontraban disponibles en las bibliotecas de las escuelas, por considerarlas fuentes de posible acceso de consulta por parte de los alumnos. Por lo tanto, la unidad de muestreo quedó conformada con 12 libros de texto como muestra la Tabla 1.

Tabla 1: Detalle de los 12 libros seleccionados para este estudio.

Año	Autores	Nombre y Editorial
1992	Amestoy, E.M.	Educación para la Salud. Editorial Stella.
1998	Barperi, M.G.; Cuniglio, E.; Fernández, E.M.; Haut, G.E.; López, A.B.; Lotersztain, I. y Schipani, F.V.	Biología “Citología, Anatomía y Fisiología. Genética. Salud y enfermedad”. Editorial Santillana.
1999	Giordano de Lanetosa, G.E. y Fernández de Pereyra Esquivel, V.M.	Biología “Biología humana y salud”. Editorial Kapeluz.
1999	Meinardi, E. y Revel Chion, A.	Biología. Editorial Aique.
2000	Cuniglio, F.; Barperi, M.G.; Capurro, M.H.; Fernández, E.M.; Franco, R.; Frascara, G.J. y Lotersztain, I.	Educación para la Salud. Editorial Santillana.
2001	Amestoy, A.	Biología “Biología y evolución de las poblaciones”. Editorial Stella.
2001	Bassarsky, M.; Busca, M. y Valenari, A.	Biología. Editorial AZ.
2001	Bocalandro, N.; Frid, D. y Scolovsky, L.	Biología. Editorial Estrada.
2001	Bombara, N.; Carreras, N.; Cittadino, E.A.; Conti, O.; Cuniglio, F.; García, M.C.; García de Ricart, M.J.; Haut, G.E.; Mateu, M.; Milano, C.; Rinaldo, M.C. y Vargas, D.	Biología. Editorial Puerto de Palos.
2002	Frid, D.; Muzzanti, S. y Espinoza, A.M.	Biología “La vida continuidad y cambio”. Editorial Longseller.
2006	Adúriz-Bravo, A.; Barperi, M.G.; Bustos, D.O.; Frid, D.J.; Hardmeier, P.M. y Suárez, H.C.	Biología “Anatomía y Fisiología humanas. Genética y Evolución”. Editorial Santillana
2006	Botto, J.; Bazán, M.; Caro, G.; LaSalle, A.; Maldonado, A.; Rodríguez, M.; Sabbatino, V. y Valli, R.	Biología. Editorial Tinta Fresca.

La segunda unidad a definir desde la metodología del análisis de contenido es la unidad de registro, la cual puede considerarse como la parte de la unidad de muestreo que es posible analizar de forma aislada (Krippendorff, 1990). Las unidades de registro en un texto pueden ser palabras, temas, frases, caracteres, párrafos, conceptos (ideas o conjunto de ideas), símbolos semánticos (metáforas, figuras literarias), etc. Desde esta perspectiva, en cada uno de estos 12 libros, se definió como *unidad de registro* a la porción de texto (párrafo o conjunto de párrafos) en el cual aparece una idea o concepto referido a biotecnología. Por último, la unidad de contexto es la porción de la unidad de muestreo que tiene que ser examinada para poder caracterizar una unidad de registro. Es aquella información que co-determina la interpretación y el significado de la unidad de registro (Krippendorff, 1990). A partir de ello, se determinó como *unidad de contexto* a la página completa del libro que contiene a la unidad de registro. Una vez definidas las unidades de registro en el análisis de contenido, se estableció el sistema de codificación utilizando dos reglas: a) presencia o ausencia de elementos en un texto y b) intensidad. Esta última corresponde a variaciones semánticas o formales dentro de una misma clase siguiendo un orden, es decir que expresan una idea en diferentes niveles de jerarquía (Bardin, 1986).

A partir de la delimitación de las unidades de registro y contexto, así como también de las reglas de codificación a utilizar, se inició el análisis de los componentes del texto y de sus relaciones de significado según las preguntas planteadas para este estudio. A continuación se detalla para cada pregunta la regla de codificación utilizada.

En primer lugar, para estructurar el análisis, se seleccionaron 25 conceptos como resultado de un intercambio entre los referentes teóricos disciplinares (Smith, 2004; Muñoz de Malajovich, 2006) y aquellos encontrados en los libros de texto (Tabla 2).

Tabla Nº 2: Listado de los conceptos seleccionados para el análisis de la profundidad que se aborda a la biotecnología en los libros de texto de la escuela secundaria.

Aprovechamiento de procesos enzimáticos
Biocombustibles
Bioética
Biorremediación
Biotecnología (concepto)
Biotecnología y células madre
Clonación
Conservación de alimentos
Control de plagas con hormonas
Creación de sueros
Fertilización asistida
Genoma humano
Ingeniería genética
Pasteurización
Producción de alimentos con biotecnología
Producción de antibióticos
Producción de anticuerpos monoclonales
Producción de fármacos
Producción de hormonas por ingeniería genética
Producción de nuevos alimentos con biotecnología
Producción de vacunas
Revolución verde
Terapias génicas
Transgénicos
Transplantes

En el proceso de selección, algunos conceptos implicados en el desarrollo de procesos biotecnológicos como “tratamientos médicos derivados de la nanotecnología” o áreas de desarrollo como la “biotecnología y sus vinculaciones con la biodiversidad” no pudieron ser incluidos en estos conceptos por no encontrarse desarrollados en ninguno de los libros de texto. Asimismo, los conceptos que no se encontraron incluidos en los

referentes teóricos, pero incorporados en los libros como por ejemplo “biotecnología y guerras biológicas” (presente sólo en un libro), tampoco formaron parte de esta selección conceptual.

En particular para determinar **en el contexto de qué temas se desarrollan los contenidos de biotecnología**, primero se realizó un análisis general de las temáticas abordadas por los libros y luego se determinó la presencia/ausencia de al menos uno de los 25 conceptos de biotecnología en el desarrollo de los siguientes temas: Célula, Genética, Reproducción, Regulación hormonal, Inmunología, Microbiología, Alimentación, Salud, Ecología y Biotecnología. Estos temas fueron seleccionados en función del lugar asignado a la biotecnología en las prescripciones curriculares provinciales y nacionales al momento de realizarse este estudio (Occelli y Valeiras, 2010). A su vez, en cada uno de estos temas, se estudió la inclusión/exclusión de los contenidos en diferentes formatos: texto expositivo, ilustraciones y actividades. En función de la información recolectada se pudo establecer una aproximación global exploratoria del abordaje de los conceptos de biotecnología en los libros de texto estudiados para la escuela secundaria.

A fin de progresar en el análisis de los **contenidos que se desarrollan** en los libros de texto, en un primer momento se determinó presencia/ausencia de los 25 conceptos de biotecnología en cada uno de los 12 libros. A continuación se buscó establecer la **jerarquía textual designada a cada concepto** según cuatro niveles de intensidad:

- a) Apartado dentro del texto principal del capítulo.
- b) Lectura complementaria fuera del texto principal.
- c) Paratextos: texto fuera del texto principal en apartados al margen de la hoja.
- d) Mención dentro del texto principal del capítulo

A partir de estos niveles se estableció para cada libro la máxima jerarquía textual con la cual se desarrolla cada uno de los 25 conceptos.

Asimismo, se estudió la **profundidad del desarrollo de cada uno de estos conceptos** a partir de tres niveles de intensidad que resultaron de la modificación de los utilizados en una investigación previa (Ferreiro y Occelli, 2008):

- a) Ejemplifica.
- b) Menciona el concepto y lo describe superficialmente.
- c) Desarrolla el concepto y presenta la explicación de los procesos involucrados.

El último análisis que se realizó fue la **identificación de los elementos contextuales** con los cuales se vincula a la biotecnología en los libros de texto. Así, en cada una de las unidades de registro se estudió la presencia/ausencia de argumentos y contra argumentos provenientes de distintos sectores e intereses según una perspectiva CTSA (Gomes de Abreu et al., 2005):

- a) Medio ambientales: vinculación entre los desarrollos biotecnológicos y el sistema de relaciones entre los componentes (bióticos y abióticos) del medio físico natural o artificial.
- b) Económicos: relaciones de la biotecnología con los sistemas de producción, intercambio, distribución y

consumo de bienes y servicios, entendidos estos como medios de satisfacción de necesidades humanas.

- c) Éticos: principios y valores morales que se ponen en juego ante aplicaciones biotecnológicas.
- d) Sociales: consideración de las necesidades básicas del hombre (alimentación, salud, vivienda, etc.) y de los aspectos culturales vinculados a los desarrollos biotecnológicos.
- e) Historia de la ciencia.

Por último, otro aspecto que se ha considerado es la validez y fiabilidad del sistema de codificación, para lo cual se establecieron dos etapas. En la primera dos investigadores externos aplicaron el sistema de codificación propuesto para el análisis de un libro, se reunieron la información, y en los casos de divergencia se discutieron los códigos hasta llegar a un consenso. En la segunda etapa se utilizó este sistema de codificación consensuado y se lo aplicó para la totalidad de los libros.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los libros seleccionados para este estudio presentaron gran diversidad de temas en su desarrollo. Un aspecto que se destaca es que ninguno de ellos incluyó el tema de “microbiología”, lo cual es particularmente negativo ya que estos conceptos resultan claves para comprender numerosos procesos biotecnológicos. Al respecto es interesante considerar la investigación realizada por Simonneaux (2000) quién a través de entrevistas realizadas a estudiantes de escuela secundaria encontró que las concepciones de los estudiantes referidas a los microorganismos en general se presentaban con una connotación negativa refiriéndose a ellos como “microbios” o “gérmenes”, con numerosos errores conceptuales y desconociendo los usos comunes de los microorganismos en los procesos industriales. De manera que, la ausencia de microbiología en los libros de texto podría estar favoreciendo que permanezcan estas ideas en relación a los microorganismos, e impidiendo que los estudiantes puedan establecer relaciones entre éstos y los diferentes procesos biotecnológicos.

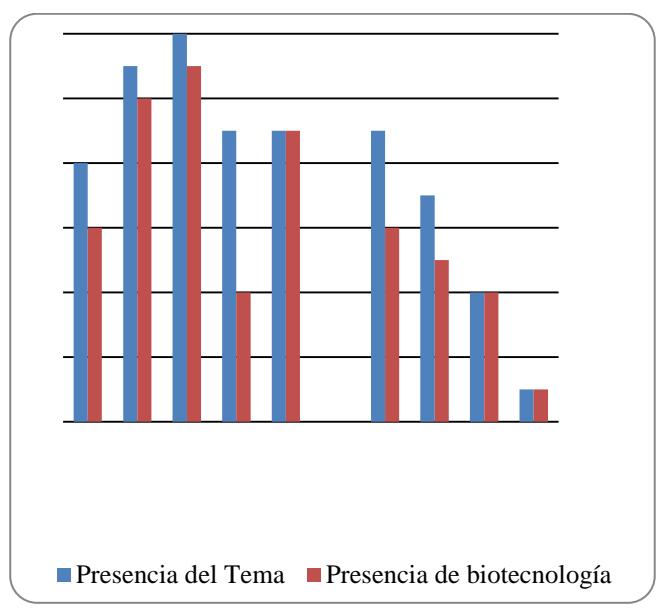


Figura 1: Presencia del desarrollo de cada temática y de conceptos biotecnológicos.

En función de la presencia de cada temática en los libros se observó que aquellas que incorporaron con mayor frecuencia conceptos biotecnológicos fueron en orden decreciente: reproducción, genética, nutrición, regulación endocrina, inmunología y célula (Figura 1). Estas frecuencias posiblemente respondan a que las principales aplicaciones biotecnológicas abordadas en los libros de texto se vinculan a estas temáticas, a saber: fertilización asistida, ingeniería genética, producción de hormonas a través de ingeniería genética, producción de vacunas y sueros, producción de alimentos y alimentos derivados de organismos genéticamente modificados.

Por otra parte, a partir del análisis de los 25 conceptos biotecnológicos seleccionados, se observó que aquellos abordados con mayor frecuencia fueron en orden decreciente: fertilización asistida, concepto de biotecnología, creación de sueros, ingeniería genética, transplantes, organismos transgénicos, proyecto genoma humano, producción de alimentos a través de biotecnología y producción de antibióticos. Por el contrario, los conceptos menos abordados fueron en orden creciente utilización de células madre, biocombustibles, control de plagas con hormonas y aprovechamiento industrial enzimático (Figura 2).

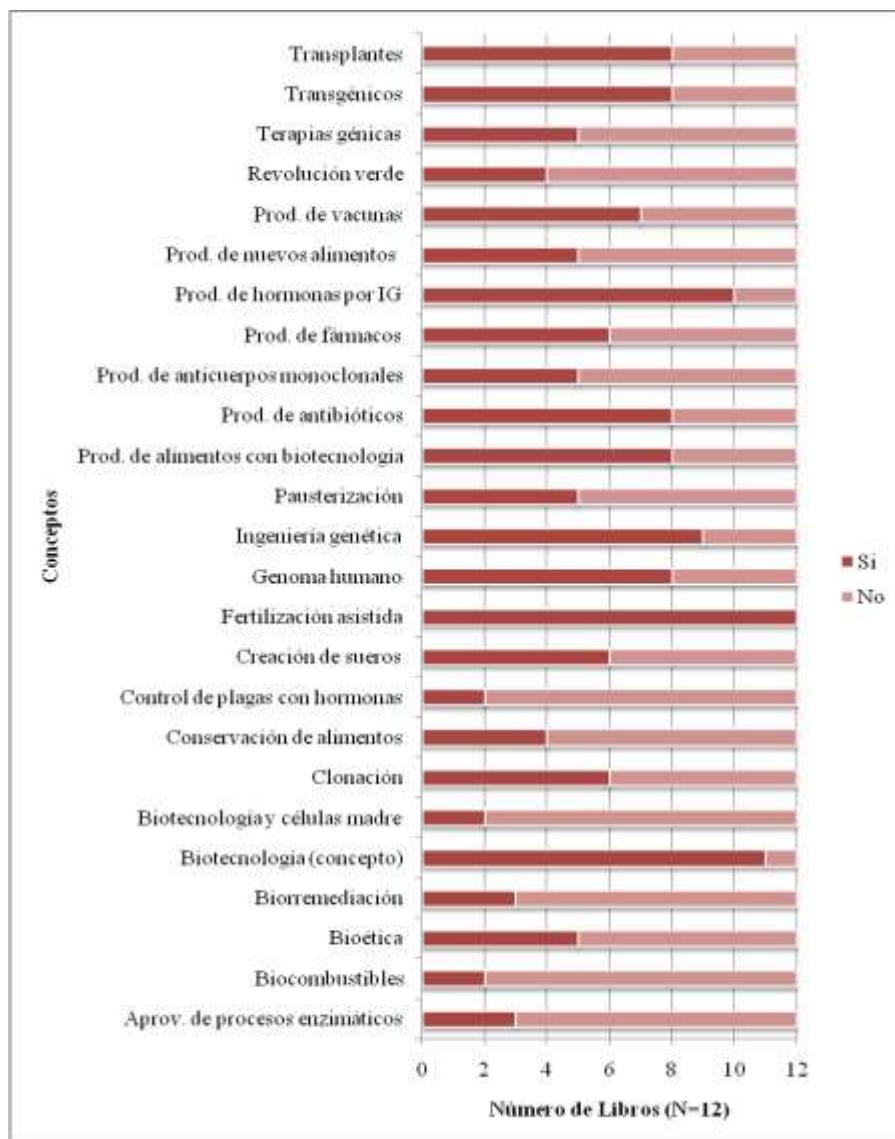


Figura 2: Presencia de los conceptos en los libros de texto.

Resulta importante resaltar que ninguno de los libros incluyó en un apartado del texto principal a nueve de los 25 conceptos (Figura 2). A su vez, la mayoría de los libros desarrollan a los conceptos en el menor nivel de jerarquía textual, es decir solo mencionándolos en el texto principal o en lecturas complementarias. Estos resultados coinciden con los encontrados por Fernández Xavier et al. (2006) al analizar el desarrollo de ingeniería genética en libros de texto de Brasil. Los autores destacan que el tratamiento mayoritario de estos contenidos al final de los capítulos como curiosidades evidencia que los libros de texto presentan estas temáticas de manera superficial. Asimismo,

como plantean Melo Ferreira y Alves Soares (2008), el desarrollo mayoritario de los conceptos fuera del texto principal en paratextos o en lecturas complementarias, muestra la poca importancia asignada a una temática en el libro de texto.

Otro aspecto interesante de discutir es que el tratamiento de los contenidos de biotecnología desde un enfoque CTSA solo se presenta al finalizar los capítulos a manera de integración, es decir que se incluye sólo como información complementaria sin modificar el desarrollo tradicional de los conceptos. Por lo tanto, en el abordaje de conceptos

biotecnológicos el enfoque CTSA no se presenta como eje estructurador de significados para la formación científica ciudadana. Si bien este enfoque constituye sin lugar a dudas una aproximación didáctica necesaria para la alfabetización científica y la formación de ciudadanos responsables y capaces de tomar decisiones fundamentadas, difícilmente se alcancen estos objetivos educativos con sólo incluir estas temáticas al final de los capítulos debido, al menos, a dos causas. La primera de ellas es que al igual que lo encontrado por nosotros en este estudio para la temática de biotecnología, Gomes de Abreu et al. (2005) en su análisis de la contextualización de la tecnología en libros de texto de Química y Biología encontraron que al final de los capítulos aparecen temas desde un enfoque CTSA, pero durante los capítulos el desarrollo de los contenidos no respeta este enfoque. Los autores indican que si las vinculaciones entre ciencia y tecnología solo se presentan como anexos difícilmente permitan una aproximación a la alfabetización científica ciudadana desde un enfoque CTSA. Por otro lado, el segundo argumento se encuentra vinculado a lo planteado

por Martins y Brigas (2005) a partir de su investigación referida al uso que hacen los docentes de los libros de texto en sus clases, ellos indican que sólo la mitad de los profesores pide a sus estudiantes que trabajen con las lecturas complementarias que presentan los libros. De este modo, es poco probable que con un abordaje que solo se presenta en las lecturas complementarias se aproxime a los estudiantes a la biotecnología desde un enfoque CTSA.

En relación a la profundidad en la cual se desarrollaron los conceptos, se observó que todos, a excepción del concepto de “biorremediación”, se encontraron abordados en un nivel de intensidad “c” (desarrolla el concepto y presenta la explicación de los procesos involucrados) en al menos un libro (Figura 3). A su vez, los conceptos que se desarrollaron en el nivel “c” en más de cuatro libros fueron: fertilización asistida, transgénicos, biotecnología y proyecto genoma humano. Sin embargo, este abordaje profundo no se realizó en el texto principal sino en textos complementarios.

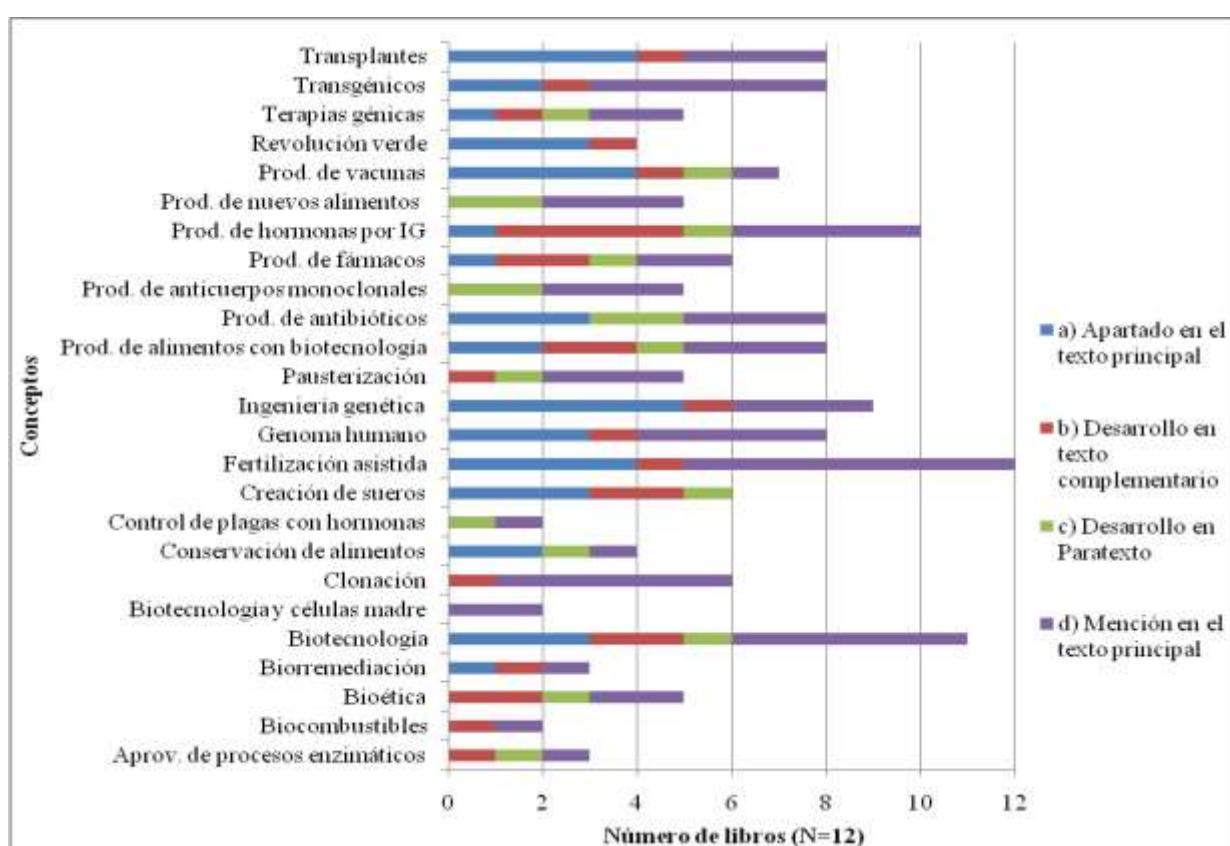


Figura 3: Número de libros y máxima jerarquía textual asignada a cada concepto (N=12).

Por otro lado, se destaca que el concepto de ingeniería genética el cual es clave para la comprensión de los procesos biotecnológicos modernos, en general, se encontró abordado de manera superficial (nivel de intensidad b), y sólo cuatro libros lo desarrollaron de manera profunda. Estos resultados coinciden con lo encontrado en los libros de texto de otros países (Martínez-Gracia et al., 2003; Fernández Xavier et al., 2006) y muestra la necesidad de producir materiales curriculares que se enfoquen en estos contenidos.

El último análisis que realizamos se vinculó a la inclusión de cinco elementos contextuales (ambiental, económico, ético, social e historia de la ciencia). Los elementos que se presentaron con mayor frecuencia en el abordaje de los conceptos biotecnológicos fueron: en primer lugar el contexto social tomando en consideración las necesidades básicas del hombre (alimentación, salud, vivienda, etc.), y en segundo lugar los elementos referidos a la historia de la ciencia. El contexto menos abordado fue el ambiental (Figura 4).

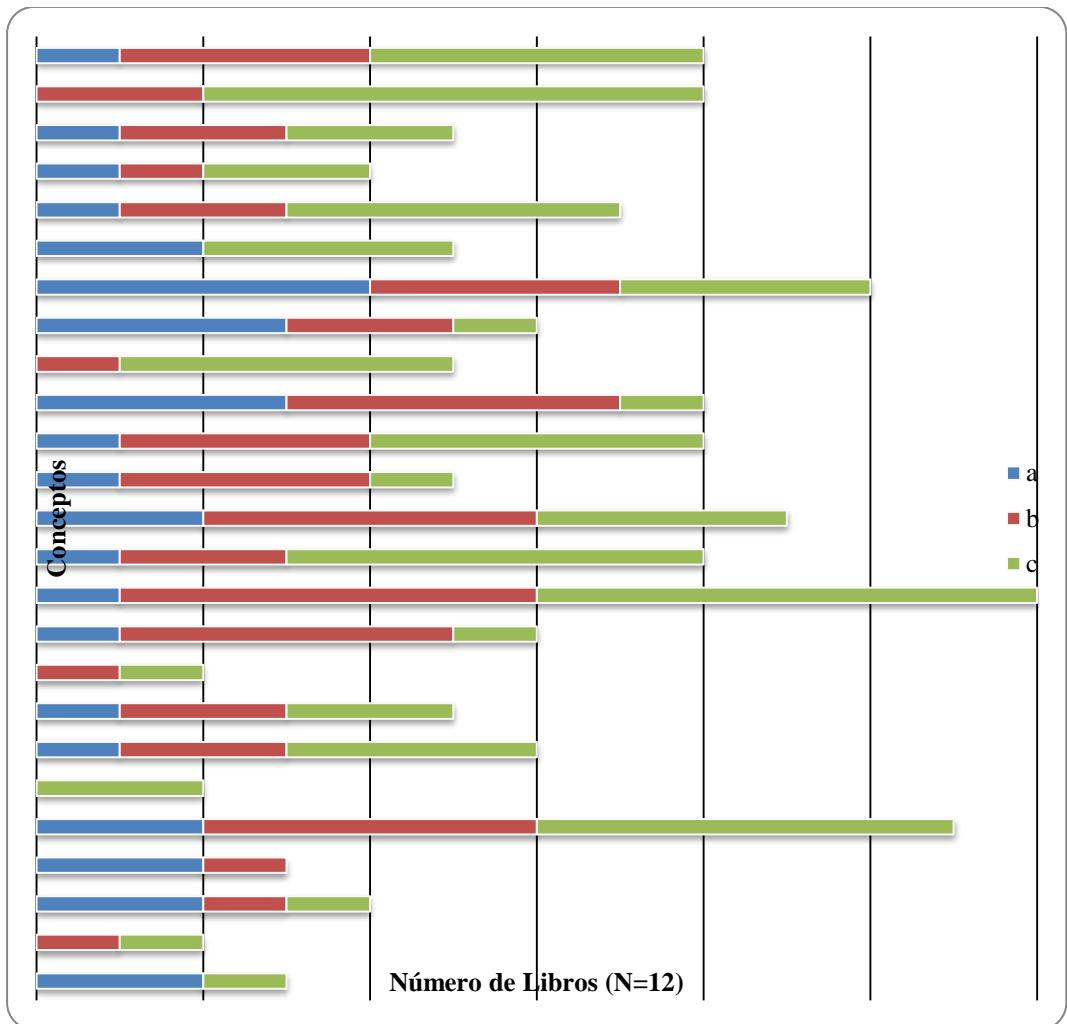


Figura 4: Número de libros que desarrollan cada concepto en cada nivel de intensidad a): ejemplifica; b): menciona el concepto y lo describe superficialmente y c): se desarrolla el concepto y se presenta la explicación de los procesos involucrados

Los conceptos que se desarrollaron con mayor cantidad de elementos contextuales fueron en orden decreciente: los transgénicos, el proyecto genoma humano, la clonación, la fertilización asistida, el concepto de biotecnología y la producción de alimentos con biotecnología. Un aspecto que se destacó fue que el concepto de utilización de células madre no se abordó desde el contexto ético en ninguno de los libros.

Las temáticas biotecnológicas presentan la particularidad de vincular aspectos sociales, económicos, políticos, ambientales y éticos, es por ello que a la hora de tomar decisiones sobre estas temáticas, se ponen en juego un conjunto de valores implícitos vinculados a cada uno de estos aspectos. Al respecto Sadler y Zeidler (2004) y Concannon et al. (2010) plantean la necesidad de presentar a los estudiantes oportunidades para explorar diferentes posturas desde múltiples perspectivas a fin de colaborar en

el desarrollo de espíritu crítico y fundamentado ante las cuestiones socio-científicas como lo son las aplicaciones biotecnológicas. Sin embargo, para que este tipo de abordaje didáctico se convierta en propuestas reales en el aula se requiere de recursos y programas de capacitación, dirigidos específicamente a este objetivo. En particular Sadler et al. (2006) encontraron que la falta de materiales curriculares que presenten aspectos socio científicos, constituye para los docentes un factor limitante al momento de pensar su inclusión en el aula. Sin lugar a dudas, la ausencia de materiales curriculares también puede ser el sentir de los docentes de Argentina, ya que los libros de texto disponibles para el trabajo de temáticas biotecnológicas, en general presentan sólo algunas de las perspectivas y los contextos éticos y ambientales son los menos trabajados. Por lo tanto, este aspecto resulta importante de ser considerado para el desarrollo de nuevos materiales curriculares, como así también en las propuestas de formación docente continua.

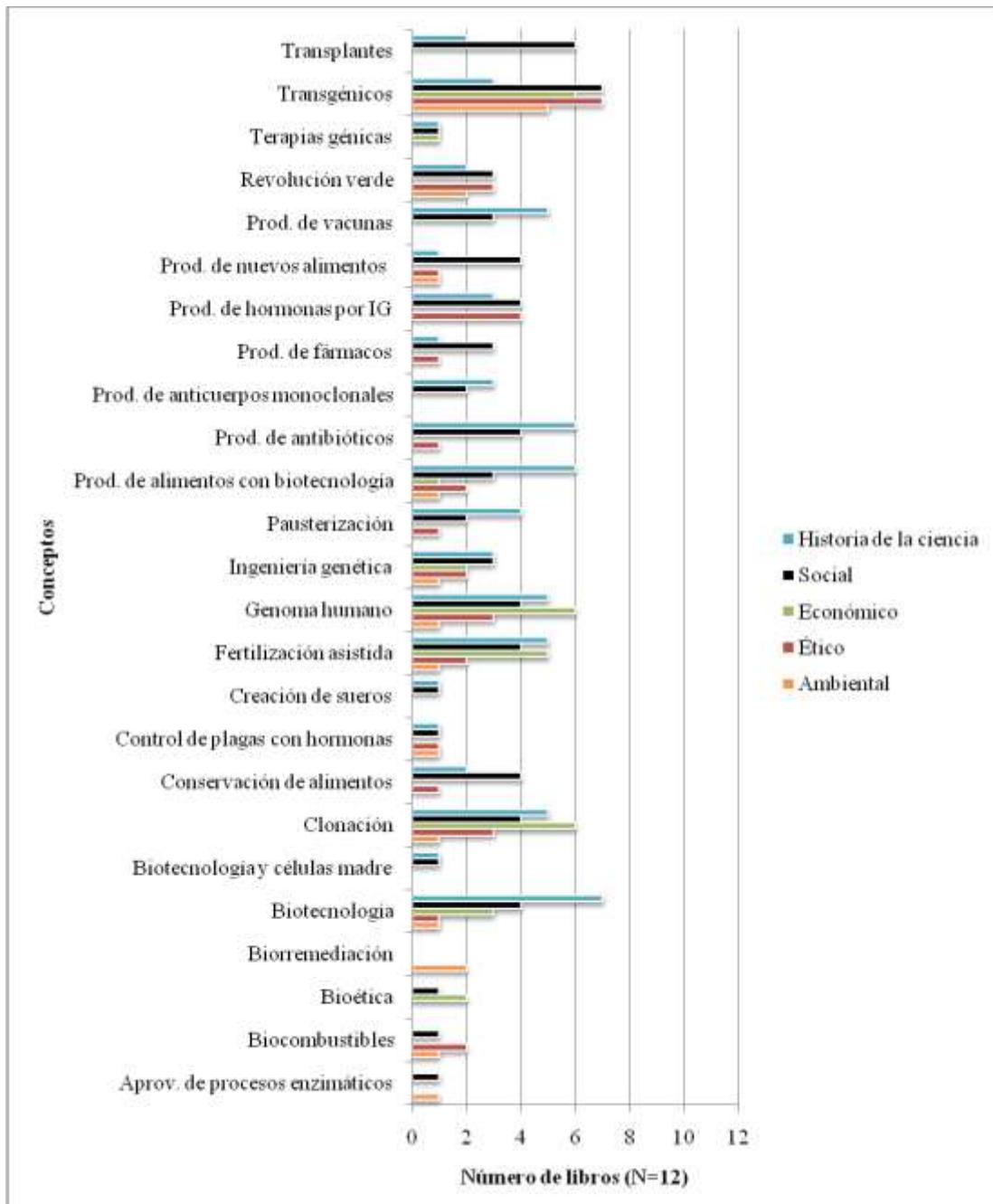


Figura 5: Número de libros que desarrollan para cada concepto elementos del contexto ambiental, ético, económico, social o de la historia de la ciencia.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se buscó caracterizar el abordaje que se hace de la biotecnología en libros de texto de Biología utilizados en Córdoba (Argentina) a través del análisis de los contenidos desarrollados, los formatos y las jerarquías textuales utilizadas, la profundidad de su desarrollo y los elementos contextuales incorporados. En función de los resultados obtenidos, se presentan a continuación las principales conclusiones a las que se arriba:

- Los libros de texto incluyen a la biotecnología principalmente en los temas de reproducción, nutrición, regulación endocrina, inmunología y célula. Del análisis de las temáticas que presentan los libros de texto y de los contenidos biotecnológicos desarrollados, se determinó que la

microbiología no está incluida en estos libros, lo cual se destaca como un aspecto particularmente negativo ya que estos conceptos resultan claves para comprender los contenidos de biotecnología.

- Los contenidos de biotecnología presentes con mayor frecuencia en los libros de texto son definición de biotecnología, fertilización asistida, creación de sueros, ingeniería genética, trasplantes, organismos transgénicos, proyecto genoma humano, producción de alimentos a través de biotecnología y producción de antibióticos. Por el contrario, los conceptos menos abordados son utilización de células madre, biocombustibles, control de plagas con hormonas y aprovechamiento industrial enzimático. En especial el bajo tratamiento otorgado a la

utilización de las células madres resulta un aspecto a destacar ya que esta actividad constituye con frecuencia un aspecto sobre el cual los ciudadanos se ven obligados a tomar decisiones. En este sentido, los libros de texto no estarían brindando la información necesaria para una toma de decisiones fundamentada.

- En cuanto a las jerarquías textuales, los conceptos de biotecnología, en general, son abordados en lecturas complementarias colocadas fuera del texto principal del capítulo, en apartados especiales o en paratextos. De este tratamiento secundario de los contenidos de biotecnología, se deduce que los libros de texto presentan a esta temática de manera superficial. A su vez, esta colocación tangencial en el texto, muestra la demora con la cual se incluyen en los libros a las temáticas científicas emergentes y por lo tanto cuán desactualizado pueden llegar a estar estos materiales por más que su fecha de edición sea reciente.
- Los conceptos desarrollados de manera profunda son la fertilización asistida, transgénicos, concepto de biotecnología y proyecto genoma humano. Por otro lado, el concepto de ingeniería genética que resulta clave para la comprensión de los procesos biotecnológicos modernos en general es abordado de manera superficial en los libros de texto. Por lo tanto, si consideramos que en ocasiones los libros de texto se constituyen en el eje conceptual de las clases (Chiappetta et al., 1993), se podría pensar que la ingeniería genética puede estar quedando relegada o ausente en las aulas de biología.
- Los elementos que se presentan con mayor frecuencia en el abordaje de los conceptos biotecnológicos son el contexto social tomando en consideración las necesidades básicas del hombre (alimentación, salud, vivienda, etc.), y los elementos referidos a la historia de la ciencia. Se destaca que el contexto ambiental es muy poco desarrollado para los contenidos de biotecnología en los libros de texto. Esta deficiencia resulta preocupante considerando que se trata de libros de Biología en los cuales sería esperable que el contexto ambiental fuera un eje central para el desarrollo de los contenidos.
- Acerca de los elementos contextuales considerados para cada contenido, los conceptos que se desarrollan con mayor cantidad de elementos contextuales son transgénicos, proyecto genoma humano, clonación, fertilización asistida, concepto de biotecnología y producción de alimentos con biotecnología. Por otro lado, el concepto de utilización de células madre no se aborda desde el contexto ético en ninguno de los libros. Por lo tanto, a través de estos textos no se estaría promoviendo la construcción de posturas que impliquen aspectos éticos.

En síntesis se puede afirmar que la biotecnología se aborda de manera superficial y accesoria en los libros de texto de biología de escuela secundaria que se utilizan en la ciudad de Córdoba. En función del rol central que pueden llegar a tener los libros de texto y que hemos discutido en el marco teórico de este trabajo, consideramos que la situación descripta debería impulsar el desarrollo de libros de texto o materiales complementarios para el aula tanto en formato papel como digital que superen las dificultades observadas. A su vez, el uso escolar de páginas Web podría colaborar a superar las deficiencias encontradas en la profundidad y actualización de los contenidos (Del Carmen 2001; dos Santos et al. (2007).

Por último, a partir del abordaje de la biotecnología en los libros de texto observado, surgen nuevos interrogantes tales como cuál es el lugar efectivo que ocupan estos libros a la hora de enseñar biotecnología en la escuela secundaria, qué actividades concretas se propone para su utilización en el aula y cuál es el aporte de estos textos en la construcción del conocimiento de biotecnología por parte de los estudiantes.

## REFERENCIAS

- Alvarez Méndez, J.M. (2001). *Entender la Didáctica, entender el Curriculum*. Madrid: Miño y Dávila.
- Andréu Abela, J. (2002). *Las técnicas de Análisis de Contenido: una revisión actualizada*. Extraído el 23 de Abril de 2010 desde: <http://public.centrodeestudiosandaluces.es/pdfs/S200103.pdf>
- Apple, M.W. (1989). *Maestros y Textos. Una economía política de las relaciones de clase y de sexo en educación*. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia.
- Bardin, L. (1986). *Análisis de Contenido*. (3<sup>a</sup>. Ed.). Madrid: Akal.
- Cardoso-Silva, C.B. y Oliveira, A.C. (2013). Como os livros didáticos de biología abordam as diferentes formas de estimar a biodiversidade? *Ciência & Educação* 19 (1), pp. 169-180.
- Chiappetta, E.L., Sethna, G.H., y Fillman, D.A. (1993). Do middle school life science textbooks provide a balance of scientific literacy themes? *Journal of Research in Science Teaching*, 30(7), 787-797.
- Choppin, A. (1980). L'histoire des manuels scolaires. Un bilan bibliométrique de la recherche français. *Histoire de l'Education*, 58, 165-185. En: [http://www.inrp.fr/edition-electronique/archives/histoire-education/web/fascicule.php?num\\_fas=180](http://www.inrp.fr/edition-electronique/archives/histoire-education/web/fascicule.php?num_fas=180)
- Choppin, A. (1993). Manuels scolaires, États et sociétés, XIXe-XXe siècles: introduction. *Histoire de l' Education*, 58, 5-7.
- Clifford, P. (2002). The pressure-flow hypothesis of phloem transport: misconceptions in the A-level textbooks. *Journal of Biological Education*, 36(3), 110-112.
- Concannon, J.P.; Siegel, M.A.; Halverson, K. y Freyermuth, S. (2010). College Students' Conceptions of

- Stem Cells, Stem Cell Research, and Cloning. *Journal of Science Education and Technology*, 19(2), 177-186.
- Concari, S.B. y Giorgi, S.M. (2000). Los Problemas Resueltos en Textos Universitarios de Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 381-390.
- de Melo Ferreira, A. y Alves Soares, C.A.A. (2008). Aracnídeos Peçonhentos: Análise das informações nos livros didáticos de ciências. *Ciência & Educação*, 14(2), 307-314.
- Del Carmen, L. (2001). Los materiales de desarrollo curricular: un cambio imprescindible. *Investigación en la Escuela*, 43, 51-56.
- del Carmen, L. y Jiménez Aleixandre, M.P. (1997). Los libros de texto: un recurso flexible. *Alambique*, 11, 7-14.
- dos Santos, J.C.; Angeli Alves, L.F.; Corrêa, J.J. y Lozano Silva, E. R. (2007). Análise comparativa do conteúdo Filo Mollusca em livro didático e apostilas do ensino médio de Cascavel, Paraná. *Ciência & Educação*, 13(3), 311-322.
- Fernandes Xavier, M.C.; de Sá Freire, A. y Ozório Moraes, M. (2006). A nova (moderna) Biología e a Genética nos livros didáticos de Biología no ensino médio. *Ciência & Educação*, 12(3), 275-289.
- Ferreiro, G. y Occelli, M. (2008). Análisis del abordaje de la respiración celular en textos escolares para el Ciclo Básico Unificado. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), 387-398.
- France, B. (2007). Location, Location, Location: Positioning Biotechnology Education for the 21<sup>st</sup> Century. *Studies in Science Education*, 43(1), 88-122.
- Gil Pérez, D. (1994). Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. *Investigación en la Escuela*, 23, 17-32.
- Gimeno Sacristán, J. (2005). El currículum: ¿Los contenidos de la enseñanza o un análisis de la práctica? En: J. Gimeno Sacristán, y A.I. Pérez Gómez. *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid: Morata.
- Gomes de Abreu, R.; Gomes, M.M. y Lopes, A.C. (2005). Contextualização e tecnologias em livros didáticos de Biología e Química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(3), 405-417.
- Johnsen, E.B. (1993). *Textbooks in the Kaleidoscope. A Critical Survey of Literature and Research on Educational Texts*. Oslo: Scandinavian University Press. Extraído el 12 de Noviembre de 2009 desde: <http://www-bib.hive.no/tekster/pedtekst/kaleidoscope/forside.html>
- Krippendorff, K. (1990). *Metodología de análisis de contenido. Teoría y práctica*. Barcelona: Paidós.
- Lock, R. (1996). Biotechnology and Genetic Engineering: Student Knowledge and Attitudes: Implications for Teaching Controversial Issues and the Public Understanding of Science. En G, Welford; J, Osborne & P, Scott (Ed.), *Research in Science Education in Europe. Current issues and themes*. London: Falmer Press.
- Luna, M.V. y Carreri, R. (2011). Supuestos epistemológicos en libros de texto de Física para nivel medio. Aspectos de su discurso pedagógico regulador *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 6(2), 38-52.
- Martínez- Gracia, M. V.; Gil- Quílez, M. J. y Osada, J. (2006). Analysis of molecular genetics content in Spanish secondary school textbooks. *Journal of Biological Education*, 40(2), 53-61.
- Martínez- Gracia, M.V.; Gil- Quílez, M.J. y Osada, J. (2006). Analysis of molecular genetics content in Spanish secondary school textbooks. *Journal of Biological Education*, 40(2), 53-61.
- Martínez-Gracia, M.V.; Gil-Quílez, M.J. y Osada, J. (2003). Genetic engineering: a matter that requires further refinement in Spanish secondary school textbooks. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1148-1168.
- Martínez Bonafé, J. (2002). *Políticas del libro escolar*. Madrid: Ediciones Morata.
- Martins, I.P. y Brigas, M.A. (2005). Libros de texto de Química y aprendizaje de los alumnos: pensamiento y prácticas del profesorado. *Tarbiya. Revista de Investigación e Innovación Educativa*, 36, 149-165.
- Muñoz de Malajovich, M.A. (2006). *Biotecnología*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.
- Neto, J.M. y Fracalanza, H. (2003). O livro didático de ciências: problemas e soluções. *Ciência & Educação*, 9(2), 147-157.
- Occelli, M. y Valeiras, N. (2010). La biotecnología y el currículum de la escuela secundaria argentina. *Memorias de las IX Jornadas Nacionales y IV Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*. En: <http://congresosadbia.com/ocs/index.php/tucuman2010/tucu2010/schedConf/presentations>
- Occelli, M. y Valeiras, N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 133-152.
- Sadler, T.D. y Zeidler, D.L. (2004). Negotiating gene therapy controversies. *The American Biology Teacher*, 66, (6), 428-433.
- Sadler, T.D.; Amirshokoohi, A.; Kazempour, M. y Allspaw, K.M. (2006). Socio science and Ethics in Science Classrooms: Teacher Perspectives and Strategies. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 353-376.
- Simonneaux, L. (2000). A study of pupils' conceptions and reasoning in connection with 'microbes', as a contribution to research in biotechnology education. *International Journal of Science*, 22(6), 619-644.
- Smith, J. E. (2004). *Biotechnology. Studies in Biology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tesch, R. (1990). *Qualitative research. Análisis types & software tools*. Gran Bretaña: LSL Press Ltd, Bedford.

**OCCELLI, Maricel Ester.** Es Doctora en Ciencias de la Educación por la Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba. Es Magíster en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. Es Bióloga por la FCEFyN, UNC. Profesora en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Actualmente es Profesora Adjunta con dedicación exclusiva de la FCEFyN-UNC.