

## **ANÁLISE DE CONTEÚDO DE LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA: UMA PERSPECTIVA SOBRE OS TEMAS BIOTECNOLOGIA E ENGENHARIA GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO**

### **CONTENT ANALYSIS OF TEXTBOOK'S BIOLOGY: A PERSPECTIVE ON THE TOPICS BIOTECHNOLOGY AND GENETIC ENGINEERING IN HIGH SCHOOL**

**E. J. F. Chaves, M. de F. Camarotti**

Universidade Federal da Paraíba

E-mail: chavesjf@gmail.com, fcamarotti@yahoo.com.br

#### **Resumo**

No que se refere ao conteúdo de Biotecnologia e Engenharia genética nos livros didáticos de Biologia, muitas vezes este é o único e melhor material didático disponível para o aluno. Esse trabalho tem como importância definir a qualidade do conteúdo referente ao tema Biotecnologia e Engenharia genética nos livros didáticos de Biologia dentre aqueles presentes no guia do PNLD/2012. Foram analisados sete livros didáticos quanto aos tipos de enfoques veiculados ao tema supracitado. Foi utilizada a análise de conteúdo a partir da análise temática para estabelecer os tipos de enfoques. Dentre os livros analisados, quatro apresentaram os três indicadores de enfoques, e apenas um, mostrou maior destaque, apresentando discussões melhor elaboradas a respeito de questionamentos éticos.

**Palavras-chave:** ensino de biologia. biotecnologia. engenharia genética. livro didático.

#### **Abstract**

With regard to the content of Biotechnology and Genetic Engineering in textbooks of biology, often this is the single best teaching materials available to the student. This work is important to define the quality of the content related to the theme Biotechnology and Genetic Engineering in textbooks of biology among those present in the guide PNLD/2012. Seven textbooks were analyzed for the types of approaches conveyed to the above theme. It used the content analysis from the thematic analysis to establish the types of approaches. Among the books analyzed, four presented the three indicators of approaches, and only one showed more prominent, with better elaborate discussions about ethical questions.

**Keywords:** biology education. biotechnology. genetic engineering. textbook.

## 1. INTRODUÇÃO

Antes de o homem entender os processos que levaram ao desenvolvimento da biotecnologia ele já a utilizava para produzir diversos produtos de seu interesse, tal como vinhos e pães (BOREM, 2005). Atualmente, a biotecnologia abrange diversas áreas de conhecimento que decorre da ciência básica, ciência aplicada, e de outras tecnologias, e tem sido vista como uma forma de aplicar ciência em benefício do homem e da sociedade, e é entendida como uma atividade multidisciplinar, podendo ser dividida de duas formas – Biotecnologia tradicional e Biotecnologia moderna – de acordo com as técnicas utilizadas (MALAJOVICH, 2011; FIGUEIREDO; PENTEADO; MEDEIROS, 2006). A biotecnologia tradicional é constituída de um determinado conjunto de técnicas que utilizam seres vivos encontrados na natureza ou até mesmo melhorados pelo homem a fim de exercer determinada função produtiva (FIGUEIREDO; PENTEADO; MEDEIROS, 2006). Tais técnicas correspondem ao isolamento, à seleção a olho nu e os cruzamentos genéticos naturais entre espécies compatíveis; a fermentação por microrganismos como, por exemplo, a produção de antibióticos, álcool combustível, vinho, cerveja e outrem (CARVALHO, 1996; SILVEIRA; FUTINO; OLALDE, 2002). Já a biotecnologia moderna utiliza de técnicas não naturais de seleção, transformação genética e otimização metabólica em organismos vivos naturais para obter outros organismos vivos não encontrados na natureza – engenharia genética (FIGUEIREDO; PENTEADO; MEDEIROS, 2006). Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) conferem a Biotecnologia ao ensino de Biologia, que por sua vez está inserida na área de “Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias” (BRASIL, 2000). A tecnologia neste âmbito permite contextualizar os conhecimentos, permitindo ao jovem contemporâneo compreender a tecnologia como um processo de conexão por diversos conhecimentos e suas aplicações tecnológicas. No que se refere ao conteúdo de Biotecnologia e Engenharia genética nos livros didáticos (LD) de Biologia, muitas vezes este é o único e também o melhor material didático disponível para o aluno, principalmente os da rede pública de ensino (IBGE, 1982). Portanto, os conhecimentos sobre este tema, quando presentes no livro didático, auxiliam o trabalho docente e, principalmente, permitem ao aluno ser introduzido no debate das implicações intelectuais, técnico, éticas, políticas e

econômicas da Biotecnologia e Engenharia genética na sociedade. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi verificar os livros didáticos de Biologia utilizados no ensino médio no que se refere aos tipos de enfoques referentes aos temas Biotecnologia e Engenharia genética.

## 2. PERCURSO METODOLÓGICO

### 2.1. *Tipo de pesquisa*

Foi utilizada a metodologia segundo Silva e Carvalho (2012), que por sua vez foi inspirada na pesquisa qualitativa da Análise de Conteúdo de Bardin (2011), a fim de estabelecer os tipos de enfoques veiculados sobre os temas Biotecnologia e Engenharia Genética, nos livros didáticos selecionados. As metodologias qualitativas apresentam um foco na interpretação que os próprios integrantes têm da situação sob estudo, em vez da quantificação; ênfase no entendimento e não num objetivo predeterminado e certa preocupação com o contexto (MARCONI; LAKATOS, 2010). A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de artigos científicos e livros, tratando-se do levantamento e seleção da bibliografia sobre o assunto que está sendo pesquisado (GIL, 2002). O método de pesquisa descritivo por sua vez, pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade (TRIVIÑOS, 1987).

A Análise Temática foi selecionada como metodologia para análise de conteúdo. A Análise Temática é uma das formas que melhor se adequa a investigações qualitativas, que por sua vez apresenta três etapas que constituem a aplicação desta metodologia de análise: 1) Pré-análise; 2) Exploração; 3) Tratamento dos resultados e interpretação (BARDIN, 2011). A Análise Temática consiste principalmente em descobrir os núcleos de sentido que compõem a comunicação e cuja presença de aparição pode significar alguma coisa para o objetivo analítico escolhido (BARDIN, 2011).

## 2.2. Objeto de estudo

Para realização do estudo foram selecionadas as obras didáticas de Biologia aprovadas e presentes no guia do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD/2012) como também as obras didáticas de Biologia mais utilizadas no estado da Paraíba. Dentre as coleções selecionadas, o critério de presença de objeto de estudo – que no caso dessa pesquisa foram os temas Biotecnologia e Engenharia genética – no LD foi tido como critério de seleção. Os livros didáticos selecionados estão apresentados a seguir:

1. LOPES, S; ROSSO, S. **Bio**. v.2. São Paulo: Saraiva, 2010.
2. AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia das populações**. v.3. São Paulo: Moderna, 2009.
3. BIZZO, N. **Novas bases da Biologia: O ser humano e o futuro**. v.3. São Paulo: Ática, 2012.
4. LINHARES, S; GEWANDSZNADJER, F. **Biologia Hoje**. v.3. São Paulo: Ática, 2011.
5. SANTOS, F. S; AGUILAR, J. B. V; OLIVEIRA, M. M .A. de. **Biologia: Ser Protagonista Biologia**. v.3 São Paulo: Edições SM, 2010.
6. PEZZI, A. C; GOWDAK, D, O; MATTOS, N. S. **Biologia: Citologia, Embriologia e Histologia**. v.1. São Paulo: FTD, 2010.
7. MENDONÇA, V; LAURENCE, J. **Biologia**. v.3. São Paulo: Nova Geração, 2010.

Após o contato com a Secretaria de Estado da Educação da Paraíba, tomou-se ciência que as escolas da rede estadual da Paraíba utilizavam duas obras específicas que continham os temas Biotecnologia e Engenharia Genética – dentre aquelas aprovadas e distribuídas pelo PNLD/2012 – são elas:

1. LOPES, S; ROSSO, S. **Bio**. v.2. São Paulo: Saraiva, 2010.
2. AMABIS, J.; MARTHO, G. **Biologia das populações**. v.3. São Paulo: Moderna, 2009.

### 2.3. Procedimentos metodológicos

A fim de estabelecer os enfoques relacionados aos temas Biotecnologia e Engenharia genética nos LD selecionados, foi realizada uma leitura flutuante [8] das obras selecionadas e em seguida elaborada uma lista de termos-chave referente aos temas Biotecnologia e Engenharia genética. No Quadro 1 estão listados os termos-chave encontrados nos livros didáticos analisados após realização da leitura flutuante.

**Quadro 1.** Termos-chave encontrados após realizar a leitura flutuante nos livros didáticos selecionados.

Manipulação do DNA	Código genético	Biossegurança	Engenharia genética
Biblioteca de DNA	Vacina gênica	Nanotecnologia	Aconselhamento genético
Clonagem de DNA	Generapia	Produção agrícola	Híbrido
DNA fingerprint	Genética molecular	Vacina	Células-tronco
Análise de DNA	Genoma	Embrapa	Laboratório
DNA	Genes	CTNBio	-
DNA recombinante	Transgênicos	Biologia molecular	-
Vacina de DNA	Clonagem de plantas	Enzimas de restrição	-
Religião	Clonagem de animais	Biotecnologia	-
Ética	Clonagem terapêutica	OGM	-
Moral	Clonagem molecular	Anticorpo	-
Ecoética	Clonagem de seres humanos	Antibiótico	-
Bioética	Clonagem	Cromossomos	-
Terapia gênica	Proteoma	Diagnóstico	-
Análise genética	Amniocentese	Melhoramento	-
Clonagem gênica	Aborto terapêutico	PGH	-
Genética Clássica	Célula vegetal	PCR	-
Genômica	In vitro	Eletroforese	-
Manipulação genética	Microrganismo	Insulina	-

Fonte: dados da investigação, 2014.

Tendo os termos chave listados, foram estabelecidas categorias de análise para cada livro didático (capítulos ao qual o tema analisado estava inserido), e que por sua vez – tais categorias – abrangem codificações e descrições para os termos-chave. Para isso, foi utilizado um conjunto de elementos que auxiliaram na análise dos textos no que se refere à

compreensão dos núcleos de sentidos da mensagem de cada unidade de registro. Os elementos utilizados estão descritos a seguir, baseados em Bardin (2011):

- Unidade de contexto (categoria): unidade de compreensão para codificar a unidade de registro e corresponde ao segmento da mensagem, cujas dimensões são superiores às da unidade de registro.
- Unidade de registro (UR): unidade de significação a codificar, que corresponde ao segmento de conteúdo considerado como unidade base para a categorização.
- Termo-chave: termos que se encontram presentes nas unidades de registro e servem para selecionar tais unidades.

As categorias formadas estão descritas a seguir:

- Engenharia genética;
- Biotecnologia moderna;
- Biotecnologia moderna aplicada na saúde;
- Metodologia técnico-científica utilizada em Biotecnologia moderna e Engenharia genética;
- Biossegurança;
- Questões éticas;

Por seguinte, foi feito um agrupamento dessas categorias e assim foi possível originar três indicadores de enfoques:

1. **Enfoque relacionado às tecnologias de manipulação do DNA:** nesse indicador estão inclusas as categorias Engenharia genética, Biotecnologia moderna, Metodologia técnico-científica utilizada em Biotecnologia moderna e Engenharia genética.
2. **Enfoque relacionado às questões éticas:** nesse indicador estão inclusas as categorias Biossegurança e Questões éticas.
3. **Enfoque relacionado à genética humana e saúde:** nesse indicador está inclusa apenas a categoria Biotecnologia moderna aplicada na saúde.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi encontrado um total de 1.249 unidades de registros. Tais resultados estão apresentados no Quadro 2.

**Quadro 2.** Unidades de registro estabelecidos após análise de conteúdo dos livros didáticos selecionados.

<b>Livro didático</b>	<b>Categoria</b>	<b>Quantidade de unidade de registro</b>	<b>Total</b>
Bio v.2 Lopes e Rosso, 2010	Engenharia Genética	98	299
	Biotecnologia moderna	135	
	Biotecnologia moderna aplicada à saúde	22	
	Metodologia técnico-científica utilizada em Biotecnologia moderna e Engenharia genética	14	
	Questões éticas	29	
Biologia das populações v.3 Amabis e Martho, 2009	Engenharia Genética	93	306
	Biotecnologia moderna	467	
	Biotecnologia moderna aplicada à saúde	27	
	Metodologia técnico-científica utilizada em Biotecnologia moderna e Engenharia genética	10	

	Questões éticas	9	
Novas bases da Biologia v.3 Bizzo, 2012	Engenharia Genética	38	87
	Biotecnologia moderna	43	
	Biossegurança	1	
	Metodologia técnico-científica utilizada em Biotecnologia moderna e Engenharia genética	5	
Biologia Hoje v.3 Linhares e Gewandsznadjer, 2011	Engenharia Genética	113	201
	Biotecnologia moderna	76	
	Biotecnologia moderna aplicada à saúde	7	
	Metodologia técnico-científica utilizada em Biotecnologia moderna e Engenharia genética	5	
Biologia: Ser protagonista Biologia v.3 Santos et al.,2010	Engenharia Genética	54	123
	Biotecnologia moderna	58	
	Biotecnologia moderna aplicada à saúde	6	
	Metodologia técnico-científica utilizada em Biotecnologia moderna e Engenharia genética	2	
	Biossegurança	3	
Biologia v.1 Pezzi, Gowdak e Mattos, 2010	Engenharia Genética	42	109
	Biotecnologia moderna	63	
	Biossegurança	1	
	Biotecnologia moderna aplicada à saúde	2	
	Metodologia técnico-científica utilizada em Biotecnologia moderna e Engenharia genética	1	
Biologia v.3 Mendonça e Laurence, 2010	Engenharia Genética	41	124
	Biotecnologia moderna	73	
	Biotecnologia moderna aplicada à saúde	9	
	Metodologia técnico-científica utilizada em Biotecnologia moderna e Engenharia genética	1	
<b>Total</b>	-	-	<b>1.249</b>

Fonte: dados da investigação, 2014.

As categorias Biotecnologia moderna e Engenharia genética foram as que mais se destacaram em termos de quantidade de número de registros. O livro de Amabis e Martho (2009) apresentou a maior quantidade de registros, seguido – em ordem decrescente – da obra de Lopes e Rosso (2010) e Linhares e Gewandsznadjer (2010). As obras de Mendonça e Laurence (2010), Santos et al. (2010), Pezzi, Gowdak e Mattos (2010) e Bizzo (2012) apresentaram quantidade de número de registro inferior a 150, o que leva a um caráter resumido do tema Biotecnologia e Engenharia genética nessas obras.

Quanto aos indicadores de enfoques, os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Indicadores de enfoque estabelecidos após análise de conteúdo dos livros didáticos selecionados.

Indicador de enfoque	Frequência relativa (%)
<b>Bio v.2. Lopes e Rosso, 2010</b>	
Enfoque relacionado a tecnologias de manipulação do DNA;	82,94
Enfoque relacionado a questões éticas;	9,70
Enfoque relacionado à genética humana e saúde;	5,02
<b>Biologia das populações v.3. Amabis e Martho, 2009</b>	
Enfoque relacionado a tecnologias de manipulação do DNA;	88,24
Enfoque relacionado a questões éticas;	2,94
Enfoque relacionado à genética humana e saúde;	8,82
<b>Novas bases da Biologia v.3. Bizzo, 2012</b>	
Enfoque relacionado a tecnologias de manipulação do DNA;	98,85
Enfoque relacionado a questões éticas;	1,15
<b>Biologia hoje v.3. Linhares e Gewandsznadjer, 2011</b>	
Enfoque relacionado a tecnologias de manipulação do DNA;	96,52
Enfoque relacionado à genética humana e saúde;	3,48
<b>Ser protagonista v.3. Santos et al. 2010</b>	
Enfoque relacionado a tecnologias de manipulação do DNA;	92,68
Enfoque relacionado a questões éticas;	2,44
Enfoque relacionado à genética humana e saúde;	4,88
<b>Biologia v.1. Pezzi, Gowdak e Mattos, 2010</b>	

---

Enfoque relacionado a tecnologias de manipulação do DNA;	97,30
Enfoque relacionado a questões éticas;	0,9
Enfoque relacionado à genética humana e saúde;	1,8
Biologia v.3. Mendonça e Laurence, 2010	
Enfoque relacionado a tecnologias de manipulação do DNA;	92,74
Enfoque relacionado à genética humana e saúde;	7,26

---

Fonte: dados da investigação, 2014.

As obras de Lopes e Rosso (2010), Amabis e Martho (2010), Santos, Aguilar e Oliveira (2010) e Pezzi, Gowdak e Mattos (2010) apresentaram os três tipos de indicadores durante o desenvolvimento do tema ao longo do texto principal [Anexos A-D]. O enfoque predominante em todas as obras está relacionado às Técnicas e manipulação do DNA, onde todas estabeleceram uma frequência relativa acima dos 80%, conforme apresentado na Tabela 1. As obras de Lopes e Rosso (2010), Amabis e Martho (2009), Bizzo (2012), Santos, Aguilar e Oliveira (2010) e Pezzi, Gowdak e Mattos (2010) foram as únicas a apresentarem o indicador Questões éticas, correspondendo a 9,63%, 2,94%, 1,15%, 2,44% e 0,9% de frequência relativa, respectivamente.

A predominância do indicador “técnicas e manipulação do DNA” pode estar relacionada com a maior quantidade de unidades de registro que compõe as categorias estruturantes deste indicador. No entanto, chama-se a atenção para o indicador “Questões éticas”, pois, atualmente, já é ciente da necessidade de um suporte ético para as pesquisas biotecnológicas atuais, principalmente pelo impacto que estas podem vir a causar na sociedade. Deve-se ser ciente também, da importância do livro didático como um dos materiais necessários para o processo de ensino-aprendizagem (VERCEZE; SILVINO, 2014). É perceptível à falta de importância que a maioria dos livros didáticos selecionados tem para com esse tema – ética – quando associado à Biotecnologia e Engenharia Genética. Segundo os PCN, no que diz respeito à contextualização sociocultural do aluno, “reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania” é uma competência necessária no ensino de Biologia e fundamental para

formação do aluno. Sendo assim, faz-se importante a presença desses questionamentos nos livros didáticos de Biologia. Como já citado, apenas as obras de Lopes e Rosso (2010), Amabis e Martho (2009), Pezzi, Gowdak e Mattos (2010) e Santos, Aguilar e Oliveira (2010) apresentaram uma abordagem ética sobre o tema analisado.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A Biotecnologia se faz presente em muitos setores da sociedade. Desde a sua descoberta, a humanidade soube valorizar a importância e utilização dos seres vivos na Biotecnologia em função de benefício próprio. Partindo desse sentido, o livro didático de Biologia é importante para os professores e alunos como uma ferramenta didática de fácil acesso para o ensino desse tema, o qual deve ser abordado de forma clara e objetiva, expondo argumentos, técnicas e conteúdos necessários para a sua compreensão. Tendo isso, o aluno estará de posse de uma ferramenta didática confiável, que lhe permite refletir e participar ativamente de assuntos relacionados à Biotecnologia e Engenharia genética, como também estar consciente dos progressos científicos desta área do conhecimento. Todos os livros apresentaram temas atuais que envolvem o conhecimento da Biologia, como técnicas e manipulação do DNA e aplicações das tecnologias do DNA na saúde, sendo a obra de Bizzo (2012) exceção para este último item. No entanto, foram às obras de Lopes e Rosso (2010) e Amabis e Martho (2009) que apresentaram uma abordagem significativa para aprendizagem do tema analisado.

Parte desses resultados parece ser um reflexo positivo da extensa bibliografia elaborada pelo governo federal – com auxílio de professores de todo o Brasil – a fim de nortear o ensino através de parâmetros e orientações curriculares. As escolas são as beneficiárias de todo este processo, pois cabe a elas escolher entre os títulos disponíveis, aqueles que melhor atendem ao seu projeto político pedagógico. Com isso, os resultados apresentados mostraram que os livros didáticos de Lopes e Rosso (2010) e Amabis e Martho (2009) que são os mais utilizados nas escolas de ensino médio do estado da Paraíba apresentam uma abordagem significativa para aprendizagem do tema analisado. Além disso, o livro didático é uma ferramenta que

não deve ser trabalhada sozinha. Para que o educando seja capaz de construir o conhecimento associando ao seu cotidiano, faz-se necessária a presença do professor-mediador, pois este irá orienta-lo durante todo o processo de aprendizagem como também na utilização dos conteúdos disponíveis nos livros didáticos. A escolha de um bom livro didático de Biologia faz a diferença na alfabetização científica do educando, pois esta irá servir como uma ferramenta de acesso aos conhecimentos acumulados.

Por fim, os resultados obtidos neste trabalho podem ser utilizados para analisar outros temas referentes às outras disciplinas. Neste caso, como perspectiva de continuação do trabalho, outros temas presentes nos livros de Biologia como, por exemplo: Citologia, Ecologia, Genética, Zoologia, entre outros, podem ser analisados.

### **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradecemos a Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Por segundo, ao Professor Dr. Francisco José Pegado Abílio (CE/UFPB) por compartilhar de seu conhecimento em educação e por permitir o acesso ao seu acervo pessoal de livros didáticos. E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da elaboração deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia das populações**. v.3. São Paulo: Moderna, 2009.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.
- BIZZO, N. **Novas bases da Biologia: O ser humano e o futuro**. v.3. São Paulo: Ática, 2012.
- BORÉM, A. A história da Biotecnologia. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília/DF, n. 34, p. 10-12, 2005.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): Ensino Médio**. Brasília (DF), 2000.
- CARVALHO, A. P. **Ciência e Tecnologia no Brasil: a Capacitação Brasileira para a Pesquisa Científica e Tecnológica**. 1. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1996. p.19-21.
- FIGUEIREDO, L. H. M; PENTEADO, M. I. O; MEDEIROS, P. T. **Patentes em Biotecnologia**. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília/DF, n. 36, p. 32-39, 2006.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD)**. Rio de Janeiro, 1982.
- GIL, A. C. **Como elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- LINHARES, S; GEWANDSZNADJER, F. **Biologia Hoje**. v.3. São Paulo: Ática, 2011.
- LOPES, S; ROSSO, S. **Bio**. v.2. São Paulo: Saraiva, 2010.
- MALAJOVICH, M. A. **Biotecnologia 2011**. Rio de Janeiro: Biblioteca Max Feffer, 2012.
- MARCONI, M. de A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- MENDONÇA, V; LAURENCE, J. **Biologia**. v.3. São Paulo: Nova Geração, 2010.
- PEZZI, A. C; GOWDAK, D, O; MATTOS, N. S. **Biologia: Citologia, Embriologia e Histologia**. v.1. São Paulo: FTD, 2010.
- SANTOS, F. S; AGUILAR, J. B. V; OLIVEIRA, M. M .A. de. **Biologia: Ser Protagonista Biologia**. v.3. São Paulo: Edições SM, 2010.
- SILVA, S. N; CARVALHO, G. S. O ambiente em um livro didático de Biologia: Análise de Conteúdo. Em: **Atas do VIII ENPEC/I CIEC**. UNICAMP, Brasil. p. 1-13, 2012.
- SILVEIRA, J. M. J; FUTINO, A. M; OLALDE, A. R. Biotecnologia: corporações, financiamento da inovação e novas formas organizacionais. **Economia e Sociedade**. Campinas, n. 18, 2002.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** São Paulo: Atlas, 1987.

VERCEZE, R. M. A. N; SILVINO, E. F. M. **O livro didático e suas implicações na prática do professor nas escolas públicas de Guajará-Mirim.** Disponível em: <[www.dtp.uem.br/rtp/volumes/v11n3/010\\_rosa-338-347.pdf](http://www.dtp.uem.br/rtp/volumes/v11n3/010_rosa-338-347.pdf)>. Acesso em: 5 nov. 2014.

**ANEXO A - FICHA DE AVALIAÇÃO  
OBRA "BIO" DE LOPES E ROSSO (2010)**

Categoria	Componente de registro	Exemplo	F.A	F.R (%)	F.R (%)
Engenharia genética	Célula vegetal	"Assim, qualquer gene pode ser introduzido em uma <b>célula vegetal</b> utilizando-se essa ferramenta oferecida pela própria natureza."	1	0,33	32,78
	In vitro	"Dessa forma originam-se vírus <b>in vitro</b> , ou seja, em laboratório."	3	1,00	
	Transgênico	"Organismos <b>transgênicos</b> são aqueles que recebem genes de outras espécies de seres vivos."	10	3,34	
	Engenharia genética	"A <b>engenharia genética</b> possibilita a manipulação de moléculas de DNA."	6	2,01	
	Gene	"[...] é possível produzir insulina clonando <b>gene</b> humano em bactérias e estimulando para entrar atividade."	53	17,73	
	Enzimas de restrição	"Cientistas conseguem isolar o DNA e utilizando <b>enzimas de restrição</b> [...]."	7	2,34	
	Manipulação do DNA	"A descoberta dessas enzimas [de restrição] permitiu grandes avanços na <b>manipulação do DNA</b> ."	2	0,67	
	DNA recombinante	"A molécula de DNA associada a novo trecho é o <b>DNA recombinante</b> ."	5	1,67	
	OGM	"Nas plantas, os métodos empregados obtenção de organismos transgênicos (geneticamente modificados - <b>OGM</b> ) [...]."	1	0,33	
	Anticorpos	"O produto da atividade desses genes é purificado e pode atuar como vacina, [...] estimula a produção de <b>anticorpos</b> específicos."	1	0,33	
	Insulina	"A produção de certos hormônios [...] já é realizada por meio de técnicas de clonagem, como a <b>insulina</b> [...]."	8	2,68	
Antibiótico	"Nos plasmídeos estão, em geral, genes que conferem às bactérias resistência a <b>antibióticos</b> ."	1	0,33		

## CONTINUAÇÃO DO ANEXO A

Biotecnologia moderna	Microrganismo	"Ao se reproduzir, esses <b>microrganismos</b> multiplicam as moléculas recombinantes [...]."	1	0,33	45,15
	Genoma	"Importante frisar que não se clonam indivíduos, mas sim <b>genomas</b> , [...]."	8	2,68	
	Cromossomo	"Os <b>cromossomos</b> humanos contêm cerca de 35 mil genes [...]."	9	3,01	
	Análise do DNA	"[...] identificação de pessoas com base na <b>análise do DNA</b> [...]."	4	1,34	
	DNA	"Os cientistas conseguem isolar <b>DNA</b> viral e, utilizando enzimas [...]."	66	22,07	
	Biologia Molecular	"Usando técnicas <b>Biologia Molecular</b> , os cientistas estão avançando em mais uma área importante [...]."	4	1,34	
	Clonagem	"A produção de certos hormônios [...] já tem sido realizada por meio de técnicas de <b>clonagem</b> [...]."	25	8,36	
	Células-tronco	"[...] não é permitida por lei, mas a clonagem terapêutica, que é feita com a finalidade de produção de <b>células-tronco</b> , sim."	1	0,33	
	Laboratório	"[...] insulina extraída do pâncreas de ratos criados em <b>laboratório</b> [...]."	4	1,34	
	Biblioteca de DNA	"Clonando-se vários trechos das moléculas de DNA de uma espécie, é possível formar <b>biblioteca de DNA</b> ."	1	0,33	
	Proteoma	" <b>Proteoma</b> é um termo relativa mente novo, significa o conjunto de proteínas expressas por um genoma."	8	2,68	
	Biotecnologia	"[...] a <b>Biotecnologia</b> corresponde a técnicas que têm permitido ao ser humano utilizar organismos para obter produtos de seu interesse."	4	1,34	
	Terapia gênica	" <b>Terapia gênica</b> é área em expansão que envolve essas técnicas."	8	2,68	

## CONTINUAÇÃO DO ANEXO A

Biotecnologia moderna aplicada à saúde	Diagnóstico	"Por meio dessa técnica também é possível [...] para fazer <b>diagnósticos</b> antes do nascimento."	8	2,68	7,36
	Doenças genéticas	"[...] as informações que podem ser obtidas em diagnóstico pré-natal sobre <b>doenças genéticas</b> em fetos."	1	0,33	
	Clonagem terapêutica	"[...] não é permitida por lei, mas a <b>clonagem terapêutica</b> , que é feita com a finalidade de produção de células-tronco, sim."	1	0,33	
	Aconselhamento genético	"Os avanços na engenharia genética nos últimos anos têm permitido [...] melhorias no serviço de <b>aconselhamento genético</b> ."	4	1,34	
Metodologia técnico-científica utilizada em Biotecnologia moderna e Engenharia genética	Eletroforese	"[...] quebrando o DNA, isolam-se fragmentos de diferentes tamanhos, que são separados por uma técnica chamada <b>eletroforese</b> ."	2	0,67	5,02
	Clonagem de DNA	" <b>Clonagem de DNA</b> significa produzir inúmeras cópias idênticas de um mesmo fragmento da molécula de DNA."	2	0,67	
	PCR	"A técnica da <b>PCR</b> foi desenvolvida em 1985 pelo bioquímico Kary Mulis."	4	1,34	
	Amnioncentese	"Com a <b>amnioncentese</b> , obtêm-se as mesmas informações que no exame das vilosidades coriônicas [...]."	1	0,33	
	DNA fingerprint	"O <b>DNA fingerprint</b> tem sido útil para identificação de pessoas, [...] sobre a possível participação de suspeitos em crimes e para testes de paternidade."	6	2,01	

**CONTINUAÇÃO DO ANEXO A**

Questões éticas	Religião	"[...] a questão do aborto envolve aspectos <b>religiosos</b> , éticos e morais que merecem ampla discussão [...]."	1	0,33	9,70
	Ética	"A possibilidade de clonagem, inclusive a humana, tem levantado intensas discussões <b>éticas</b> ."	19	6,35	
	Bioética	"[...] <b>Bioética</b> são formas novas da ética aplicada que caracterizam a sociedade, a cultura e os valores morais da civilização contemporânea."	6	2,01	
	Ecoética	"A <b>Ecoética</b> e a Bioética são formas novas da ética aplicada que caracterizam a sociedade, a cultura e os valores morais da civilização contemporânea."	1	0,33	
	Moral	"[...] a questão do aborto envolve aspectos religiosos, éticos e <b>morais</b> que merecem ampla discussão [...]."	2	0,67	
<b>Total</b>					<b>100</b>

Fonte: Dados da investigação, 2014.

**ANEXO B - FICHA DE AVALIAÇÃO  
OBRA "BIOLOGIA DAS POPULAÇÕES" DE AMABIS E MARTHO (2010)**

<b>Categoria</b>	<b>Componente de registro</b>	<b>Exemplo</b>	<b>F.A</b>	<b>F.R (%)</b>	<b>F.R (%)</b>
Engenharia Genética	Gene	"[...] a capacidade de resistir a doenças etc., são condicionadas por <b>genes</b> que interagem fortemente com fatores ambientais."	45	14,71	30,39
	Híbrido	" Essas plantas foram denominadas <b>híbridas</b> , termo utilizado também para designar o produto do cruzamento entre linhagens diferentes [...]."	6	1,96	
	DNA recombinante	" cortar o DNA de plasmídeos, emendá-lo a um outro DNA e introduzir a molécula produzida - <b>DNA recombinante</b> - [...]."	4	1,31	
	Enzimas de restrição	" As <b>enzimas de restrição</b> são enzimas bacterianas que atuam como "tesouras moleculares [...]."	14	4,58	
	Antibiótico	" Cohen trabalhava com plasmídeos bacterianos, tentando isolar genes para resistência a <b>antibióticos</b> ."	1	0,33	
	Engenharia genética	" As técnicas da <b>engenharia genética</b> tornaram possível introduzir um gene humano em um camundongo."	6	1,96	
	In vitro	" [...] é necessário fazer a fecundação <b>in vitro</b> [...]."	1	0,33	
	Insulina	" A <b>insulina</b> foi a primeira proteína humana produzida por engenharia genética."	5	1,63	
	Transgênicos	"Os organismos que recebem e incorporam genes de outra espécie são chamados de <b>transgênicos</b> ."	11	3,59	

## CONTINUAÇÃO DO ANEXO B

Biotecnologia Moderna	DNA	"[...] seqüências de pares de bases específicas em moléculas de <b>DNA</b> ."	81	26,47	54,58
	Microrganismo	"[...] <b>microrganismos</b> que constituem nossos alimentos básicos foram domesticadas e "melhoradas" em diferentes regiões do mundo."	1	0,33	
	Melhoramento	"O <b>melhoramento</b> consiste em selecionar e aprimorar as qualidades das espécies tendo em vista sua utilização pelos seres humanos."	5	1,63	
	Genética molecular	"[...] a descoberta das enzimas de restrição permitiu um grande avanço na <b>Genética Molecular</b> ."	2	0,65	
	Análise do DNA	"É cada vez maior o número de genes deletérios identificados pelas novas técnicas de <b>análise do DNA</b> [...]."	1	0,33	
	Cromossomos	" A região mediana do <b>cromossomo</b> , onde se localiza os genes não essenciais [...]."	22	7,19	
	PGH	" O <b>Projeto Genoma Humano</b> teve início oficialmente em outubro de 1990 [...]."	8	2,61	
	Fungo	"[...] um segmento de DNA plasmidial capaz de se multiplicar em células da levedura, comportando-se como um dos cromossomos desse <b>fungo</b> ."	1	0,33	
	Biologia molecular	"Até agora o genoma completo de mais de 25 organismos microbianos foram sequenciados, incluindo a E. coli, na qual a <b>Biologia Molecular</b> [...]."	1	0,33	
	Genômica	"[...] a era da análise <b>genômica</b> representa um novo começo [...]."	11	3,59	
Genoma	" Agora que o <b>genoma</b> de vários organismos inferiores foi totalmente sequenciado [...]."	34	11,11		

## CONTINUAÇÃO DO ANEXO B

Biotecnologia moderna aplicada à saúde	Doenças genéticas	"preocupar em procurar aconselhamento genético se já teve alguma criança [...] afetados por <b>doenças genéticas</b> ."	8	2,61	8,82
	Exame	"costuma-se realizar <b>exame</b> de DNA de uma célula dos embriões antes da implantação no útero da mãe."	6	1,96	
	Diagnóstico	"Atualmente é possível <b>diagnosticar</b> certas doenças genéticas graves ainda durante a vida intra-uterina."	5	1,63	
	Geneterapia	"[...] <b>geneterapia</b> . Teoricamente, seria possível substituir ou adicionar na pessoa doente uma copia correta do alelo alterado [...]."	3	0,98	
	Aconselhamento genético	"preocupar em procurar <b>aconselhamento genético</b> se já teve alguma criança [...] afetados por doenças genéticas."	5	1,63	
Metodologia técnico-científica utilizada em Biotecnologia moderna e Engenharia genética	Clonagem molecular	[...] multiplicação da célula bacteriana transformada, constitui um clone molecular, daí a metodologia para obtê-lo ser denominada <b>clonagem molecular</b> ."	8	2,61	3,27
	Eletroforese	"[...] os fragmentos obtidos na reação de sequenciamento, o que é feito por meio da técnica de <b>eletroforese</b> ."	2	0,65	
Questões éticas	Moral	"Os conhecimentos biológicos têm afetado cada vez mais a vida das pessoas, seja pelas possibilidades de sua aplicação nos campos da produção de alimentos e da saúde, seja pelos conflitos <b>morais</b> e éticos decorrentes [...]."	3	0,98	2,94
	Ética	"Apesar da metodologia ainda não ser realidade, muitos já se preocupam com os problemas <b>éticos</b> que ela pode trazer."	6	1,96	
<b>Total</b>					<b>100</b>

Fonte: Dados da investigação, 2014.

**ANEXO C - FICHA DE AVALIAÇÃO**  
**OBRA "BIOLOGIA: SER PROTAGONISTA" DE SANTOS, AGUILAR E OLIVEIRA (2010)**

Categoria	Componente de registro	Exemplo	F.A	F.R (%)	F.R (%)
Engenharia genética	Genes	"[...] um <b>gene</b> é uma unidade de informação hereditária que se expressa determinando uma característica."	34	28,33	43,9
	Engenharia genética	"[...] as técnicas de <b>engenharia genética</b> , que permitem manipular diretamente o genoma dos organismos [...]."	3	2,50	
	DNA recombinante	"As enzimas ligantes unem os segmentos formando um <b>DNA recombinante</b> ."	2	1,67	
	Transgênico	"[...] organismos <b>transgênicos</b> são criados quando o fragmento de DNA inserido provém de outra espécie."	5	4,17	
	Enzima de restrição	"As <b>enzimas de restrição</b> são aquelas capazes de "cortar" uma molécula de DNA em pontos específicos."	2	1,67	
	OGM	" <b>OGM</b> são aqueles cujo genoma alterado por técnicas de engenharia genética."	6	5,00	
	Manipulação genética	"A <b>manipulação genética</b> por meio da tecnologia do DNA recombinante é uma forma de melhoramento genético."	1	0,83	
Biotecnologia moderna	Anticorpo	"[...]transgênicos. Podem-se desenvolver organismos que produzem substâncias como <b>anticorpos</b> e hormônios."	1	0,83	
	Genoma	"O <b>genoma</b> da maioria dos organismos procarióticos consiste em apenas um cromossomo, geralmente circular."	7	5,83	
	Insulina	"[...] Hebert Boyer, na Califórnia, conseguiu produzir <b>insulina</b> humana [...]."	1	0,83	

## CONTINUAÇÃO DO ANEXO C

Biotecnologia moderna	Clonagem de plantas	" <b>Clonagem de plantas</b> é utilizada para obter cópias de indivíduos com alguma característica de interesse, como maior resistências às pragas."	1	0,83	47,2
	Clonagem de animais	"A <b>clonagem de animais</b> também visa obter cópias idênticas de indivíduos que apresentem, por exemplo, maior produção de leite ou carne."	1	0,83	
	Clonagem de seres humanos	"A <b>clonagem de seres humanos</b> tem fins terapêuticos, como a produção de órgãos ou tecidos para transplantes, evitando-se assim, a rejeição."	1	0,83	
	Melhoramento genético	"Atualmente, técnicas mais convencionais de <b>melhoramento genético</b> convivem com as técnicas da engenharia genética [...]."	4	3,33	
	Clonagem	"A <b>clonagem</b> ocorre de maneira natural em espécies de reprodução assexuada."	6	5,00	
	Biotecnologia	"[...] definiu <b>Biotecnologia</b> como "qualquer" aplicação tecnológica de sistemas derivados para fazer modificar produtos e processos."	2	1,67	
	DNA	"[...] é preciso primeiro isolar fragmento de <b>DNA</b> contendo um ou mais genes de interesse econômico, científico ou médico."	28	23,33	
	Genética molecular	"A <b>genética molecular</b> propiciou o desenvolvimento da biotecnologia [...]"	2	1,67	
	Genética Clássica	"De acordo com a <b>genética clássica</b> , um gene, é uma unidade de informação hereditária que se expressa determinando uma característica."	1	0,83	

## CONTINUAÇÃO DO APÊNDICE C

Biotecnologia moderna	Laboratório	"[...] técnicas da engenharia genética, que permitem manipular diretamente o genoma dos organismos e também construir sequências de DNA em <b>laboratório.</b> "	1	0,83	
	Cromossomo	"O genoma da maioria dos organismos procarióticos consiste em apenas um <b>cromossomo</b> , geralmente circular."	2	1,67	
	Embrapa	"Esses OGM foram desenvolvidos pela Embrapa, um dos centros de excelência no melhoramento genético animal e vegetal."	1	0,83	
Biotecnologia moderna aplicada à saúde	Doença genética	"Após localizar um gene envolvido na expressão de uma doença genética é possível estudar sua sequência de DNA e seu produto proteico."	1	0,83	4,9
	Terapia gênica	"Com a compreensão dos mecanismos genéticos e moleculares de uma doença, é possível desenvolver a <b>terapia gênica.</b> "	5	4,17	
Metodologia técnico-científica utilizada em Biotecnologia moderna e Engenharia genética	Eletroforese	"Uma molécula de DNA cortada com determinado tipo de enzima de restrição fornece pedaços de DNA que podem ser separados de acordo com o seu tamanho e carga elétrica, por meio da <b>eletroforese.</b> "	2	1,67	1,67
Biossegurança	CTNBio	"Essa lei determina que as variedades de transgênicos sejam analisadas e aprovadas por duas comissões antes de ser produzidas em escala comercial: <b>CTNBio</b> e o CNBS."	1	0,83	2,4
	Biossegurança	"No Brasil, a regulamentação para produção e comercialização de transgênicos é estabelecida pela Lei de <b>Biossegurança [...].</b> "	2	1,67	
<b>Total</b>					<b>100</b>

Fonte: Dados da investigação, 2014.

**ANEXO D - FICHA DE AVALIAÇÃO  
OBRA "BIOLOGIA" DE PEZZI, GOWDAK E MATTOS (2010)**

<b>Categoria</b>	<b>Componente de registro</b>	<b>Exemplo</b>	<b>F.A</b>	<b>F.R (%)</b>	<b>F.R (%)</b>
Engenharia genética	Engenharia genética	"A palavra associada principalmente a atividades relacionadas à <b>Engenharia genética</b> ."	4	3,6	37,84
	Genes	" <b>Genes</b> que determinam características desejadas são utilizados melhoramento genético de muitas espécies."	22	19,8	
	Enzimas de restrição	" <b>Enzimas de restrição</b> , descobertas no início da década de 1970, são capazes de cortar molécula de DNA em determinados pontos, de modo controlável."	4	3,6	
	DNA recombinante	" A técnica do <b>DNA recombinante</b> consiste em extrair de bactérias os seus plasmídeos, ou seja, pequenos anéis de DNA espalhados, ou seja, pequenos anéis de DNA espalhados no citoplasma."	5	4,5	
	OGM	"[...] um organismo que recebe genes de outra espécie é [...], isto é, um <b>OGM</b> ."	1	0,9	
	Transgênico	"[...] um organismo que recebe genes de outra espécie é um <b>transgênico</b> [...]"	5	4,5	
	Insulina	" Em 1976, uma empresa de engenharia genética conseguiu produzir uma proteína humana, a <b>insulina</b> , por meio de uma bactéria [...]."	1	0,9	
Biotecnologia moderna	Cromossomos	"Já foram localizados os <b>cromossomos</b> e genes responsáveis por muitas doenças hereditárias da espécie humana [...]."	1	0,9	
	Clonagem	" A técnica de <b>clonagem</b> ainda é altamente experimental, difícil de ser realizada e ainda não liberada no Brasil."	4	3,6	
	Genética molecular	" As descobertas da <b>genética molecular</b> , posteriores ao conhecimento da molécula do DNA, principalmente técnicas de sua manipulação, permitiram o desenvolver [...] da engenharia genética."	1	0,9	

## CONTINUAÇÃO DO ANEXO D

Biotecnologia moderna	DNA	"As bases nitrogenadas do <b>DNA</b> formam um alfabeto químico de só 4 letras [...]."	29	26,1	56,76
	Biotecnologia	" <b>Biotecnologia</b> é um conjunto de técnicas que envolvem a manipulação do material genético de seres vivos, com fins industriais ou medicinais."	2	1,8	
	Embrapa	"[...] os pesquisadores da <b>Embrapa</b> obtiveram outro clone, a bezerra Vitória, desenvolvida a partir da fusão do ovócito anucleado da vaca adulta."	4	3,6	
	PGH	"[...] genoma, aquele livro de receitas que reúne instruções para produção de todas as moléculas que compõem o ser humano. Então, iniciou o <b>PGH</b> ."	3	2,7	
	Proteoma	"[...] o Projeto <b>Proteoma</b> que pretende identificar as dezenas de milhares de proteínas humanas [...]."	1	0,9	
	Células-tronco	" <b>Células-tronco</b> são células indiferenciadas capazes de dar origem a qualquer tipo de célula."	8	7,21	
	Melhoramento genético	"Genes determinantes características desejadas utilizados <b>melhoramento genético</b> de muitas espécies."	1	0,9	
	Genoma	" O <b>genoma</b> é escrito com um alfabeto de 4 letras - as quatro bases nitrogenadas."	6	5,41	
	Laboratório	" Uma técnica de clonagem vegetal realizada em <b>laboratório</b> é o cultivo de células embrionárias retiradas de gemas dormentes."	2	1,8	
	Nanotecnologia	"[...] <b>nanotecnologia</b> manipula a matéria átomo por átomo"	1	0,9	

## CONTINUAÇÃO DO ANEXO D

Biotecnologia moderna aplicada na saúde	Terapia gênica	"A <b>terapia gênica</b> será responsável pela substituição de genes defeituosos, por outros normais [...]"	1	0,9	2,70
	Vacinas de DNA	" <b>Vacinas de DNA</b> , como a anunciada para a prevenção e cura da tuberculoso, também utilizam a técnica do DNA recombinante."	1	0,9	
Biossegurança	Biossegurança	" A nova lei Brasileira de <b>Biossegurança</b> libera, apenas, o uso de embriões congelados nas clínicas de fertilidade há mais de 3 anos e doados pelos genitores."	1	0,9	0,9
Metodologia técnico-científica utilizada em Biotecnologia moderna e Engenharia genética	DNA fingerprint	" O método do <b>DNA fingerprint</b> ou impressão digital de DNA, utilizado pela medicina e pela justiça para identificação individual e reconhecimento de paternidade [...]."	3	2,7	2,70
<b>Total</b>					100

Fonte: Dados da investigação, 2014.