



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**ELAINE STUR**

**CONCEPÇÃO DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO SOBRE**  
**TEMAS BIOTECNOLÓGICOS**

**Vitória**  
**2013**

**ELAINE STUR**

**Concepção de estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Ciências Biológicas do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Geide Rosa Coelho.

**Vitória**

**2013**

**ELAINE STUR**

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas  
Biotecnológicos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Ciências Biológicas do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Aprovado em \_\_\_\_\_ de abril de 2013.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Geide Rosa Coelho  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Silveira da Silva  
Trazzi  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Membro

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Junia Freguglia Machado  
Garcia  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Membro

*A aqueles apaixonados por dar educação, pois como dizia Albert Schweitzer “Dar exemplo não é a melhor maneira de influenciar os outros. É única”.*

## **AGRADECIMENTOS**

Sempre, agradeço primeiro a Deus, a força superior a qual acredito e que sempre me dá forças para nunca desistir e querer mais.

A Felipe, meu amor, pelo apoio, ajuda, compreensão. Por toda a atenção, carinho e amor incondicional que me oferece todos os dias.

Aos meus pais, que me deram a vida, que me dão apoio e que me ensinaram a como lutar e como não desistir nunca.

Ao Prof. Dr. Geide, que nos últimos meses tem sido extremamente atencioso e compreensivo. Agradeço por todos os ensinamentos, por todas as dicas. Agradeço, por ter aceitado me orientar neste trabalho. Sinceramente professor, você sem dúvida é um exemplo de orientador que quero seguir! Muito obrigada, principalmente pelo exemplo.

Agradeço aos alunos participantes da pesquisa, que dedicaram alguns minutos do seu tempo ao questionário. Agradeço também a toda equipe da Escola que me recebeu e permitiu a aplicação do questionário, principalmente as professoras que me auxiliaram no processo.

Agradeço, finalmente, à banca avaliadora deste trabalho.

*"Para realizar grandes conquistas, devemos não apenas agir,  
mas também sonhar; não apenas planejar, mas também  
acreditar."*

*Anatole France*

## RESUMO

As descobertas nas áreas de ciências da vida têm aumentado consideravelmente nos últimos anos, principalmente com o avanço da Biotecnologia. Diante do número elevado de inovações, é crescente a necessidade de que estes conhecimentos biotecnológicos sejam abordados na educação básica de forma crítica. Diante disso, este trabalho objetivou analisar a concepção de alunos do 3º ano sobre três temas biotecnológicos: Vacinas, Organismos Geneticamente Modificados e Células Tronco. A escolha dos temas se deu por sua importância e o grande número de discussões envolvendo os mesmos. A pesquisa foi realizada em uma Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio de Vitória- Espírito Santo, através da aplicação de um questionário composto por 9 questões. A análise se deu através de unidades de registro. Os resultados demonstram que os alunos tem um conhecimento parcial sobre os temas, porém de forma não científica, apresentando uma grande dificuldade de interpretação das questões e de definir termos e conceitos. Estes resultados nos levam a concluir que o ensino está fragilizado, quando se refere a esta área, e que há a necessidade de alterações no currículo, baseando-se nas ideias do Movimento Ciência, Tecnologia & Sociedade e alterações nas metodologias de ensino. Além disso, um aumento no esforço de todas as partes envolvidas no processo de ensino-aprendizagem, de forma a se tornar ainda mais incentivadora para o crescimento do conhecimento dos jovens.

## **ABSTRACT**

The findings in the life sciences areas of research have experienced a large increase in recent years. Given the fast advancement of biotechnology, there is a growing need to address critically the teaching of these concepts in basic education. Therefore, this study aimed to analyze the perception of 3rd year students about three topics on biotechnology: vaccines, genetically modified organisms and stem cells. The topics were chosen by their importance and the amount of discussions in which they are involved in. The research was conducted in the Municipal School of Elementary and Secondary Education (Vitória, Espírito Santo, Brazil) through the application of a questionnaire consisting of nine questions. The analysis was carried out on different blocks, which are subgroups of students based on the pattern of answers. The results show that students have a brief and non-scientific understanding of the topics, presenting a major difficulty to interpret the questions and to define terms and concepts. These results lead us to conclude that teaching in primary schools is unsatisfactory regarding life sciences, and there is a need for changes in the curriculum, based on the ideas of the Science, Technology & Society movement and changes in teaching methodologies. In addition, it is necessary an effort of all parties involved in the teaching-learning process in order to make it more supportive for the learning of young students in biotechnology.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Meios de informação sobre biotecnologia. ....	54
--	----

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Categorias de análise - Questão 1.....	32
<b>Tabela 2:</b> Categorias de análise - Questão 3.....	35
<b>Tabela 3:</b> Categorias de análise - Questão 4.....	37
<b>Tabela 4:</b> Categorias de análise - Questão 5. A.....	40
<b>Tabela 5:</b> Categorias de análise - Questão 5. B.....	42
<b>Tabela 6:</b> Relação do número de acertos - Questão 6. ....	44
<b>Tabela 7:</b> Categorias de análise - Questão 7.....	45
<b>Tabela 8:</b> Categorias de análise - Questão 8 - Tema Vacinas.....	47
<b>Tabela 9:</b> Categorias de análise - Questão 8- Tema Células Tronco. ....	50
<b>Tabela 10:</b> Categorias de análise - Questão 8- Tema OGM's. ....	51

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1. DESMISTIFICANDO A BIOTECNOLOGIA.....	14
1.1.1. Breve histórico .....	15
1.2. BIOTECNOLOGIA E A ESCOLA .....	16
1.3. MOVIMENTO CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE E O ENSINO DE CIÊNCIAS	18
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>23</b>
2.1. OBJETIVO GERAL .....	23
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
<b>3- DELINEAMENTO METODOLÓGICO .....</b>	<b>25</b>
3.1. A INSTITUIÇÃO DE ENSINO E OS SUJEITOS DO ESTUDO .....	25
3.1.1. A instituição de ensino.....	25
3.1.2. Os sujeitos da pesquisa .....	26
3.1.3. Ambiente de aprendizagem.....	26
3.2. MÉTODO DE COLETA DE DADOS .....	27
3.3. MÉTODO DE ANÁLISE DOS DADOS .....	28
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>31</b>
QUESTÃO 1.....	31
QUESTÃO 2.....	34
QUESTÃO 3.....	35
QUESTÃO 4.....	37
QUESTÃO 5.....	39
Questão 5.A.....	39
Questão 5. B.....	41
QUESTÃO 6.....	43
QUESTÃO 7.....	45
QUESTÃO 8.....	47
QUESTÃO 9.....	53
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>56</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>60</b>

<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>64</b>
ANEXO 1.....	64
ANEXO 2.....	65
ANEXO 3.....	67

# *Introdução*

## 1. INTRODUÇÃO

As descobertas nas áreas de ciências da vida têm sofrido um grande aumento nos últimos anos, principalmente devido ao avanço das tecnologias do DNA recombinante. Tais avanços estão relacionados principalmente a área biotecnológica, ciência esta que hoje é conhecida como a ciência deste Século (LEITE, 2000).

Conforme apresentado nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, o desenvolvimento da ciência, incluindo os avanços tecnológicos como as manipulação de DNA, clonagem, células tronco, trazem a tona uma série de discussões éticas essenciais à formação dos indivíduos, assim como um posicionamento criterioso da sociedade em relação a essas novas construções contemporâneas (BRASIL, 1998).

Millar (2003), em sua discussão sobre porque ensinar ciências para todos, considera ser essencial, qual quer que seja o domínio de conhecimento, atender a três requisitos básicos para que esse conhecimento seja contemplado no currículo: contribuir com habilidades, principalmente aquelas que não são oferecidas por outras disciplinas; ser uma ciência onde o conhecimento seja melhor aprendido formalmente e ainda que sua aquisição seja importante e tenha valor.

As ciências biológicas contribuem sim com habilidades que outras disciplinas não contribuem. As discussões mais complexas deixadas em pauta são: como essa ciência é ensinada na educação básica; o quão formal é apresentada; e, além disso, o mais complicado, para quem essa ciência é importante.

Essa é uma discussão bastante complexa, levando em consideração que o valor de uma determinada atividade muitas vezes está relacionada ao que um determinado aluno tem interesse. O que é interessante para um, dificilmente será de interesse de um grupo maior. Diante disso, Millar (2003) discute a importância do conhecimento científico, e considera que o mesmo tem a função

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

de despertar principalmente a curiosidade, o que de certa forma, pode levar a um maior interesse, quando se consegue passar informações que ainda sejam novas e criem um espírito de curiosidade.

Ainda em sua discussão, Millar (2003) aponta que, antes de se estruturar um currículo que seja cientificamente forte, é necessário que a maioria tenha acesso a ciência básica, porque na maioria das vezes um grande grupo não tem o conhecimento científico básico que o permita aprender determinado assunto de forma mais ampla. Muitas vezes, quando a pessoa conhece um pouco sobre algum tema científico, o mesmo foi adquirido de fontes não seguras, que passam a informação de forma imparcial e inseguramente.

Assim, diante do número elevado de inovações, é crescente a necessidade de que estes conhecimentos biotecnológicos sejam abordados na educação básica de forma crítica, visto que a sociedade apresenta uma visão, em grande parte das vezes, negativista sobre o assunto (LEITE, 2000).

O tema biotecnologia é considerado como a ciência do século XXI, porém é pouco discutido por grande parte das pessoas (BORÉM, 2005). Assim, diante destas discussões, este trabalho pretende investigar as concepções de estudantes da 3ª série do Ensino Médio sobre temas biotecnológicos.

Essa escolha se baseia na importância que tais temas tem na sociedade. São temas amplamente discutidos e que causam uma série de discussões. As vacinas, mesmo sendo um tema já antigo, são importantes de se conhecer devido sua ampla utilização. Os organismos geneticamente modificados e células tronco, são mais recentes, em amplo crescimento e que causam controvérsias e, além disso, são envoltos de mitos, já que se baseiam ainda no conhecimento popular (JUNIOR, 2009).

Este trabalho foi realizado inicialmente por análises em livros didáticos, comumente utilizados por alunos do ensino médio, para se ter uma noção abrangente de como o tema biotecnologia é discutido na escola. Após esta busca, foram selecionados três temas (vacinas, Organismos Geneticamente Modificados [OGM] e células tronco) que se justificam por sua grande

## Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos

importância no meio social e na saúde, por serem temas altamente discutidos na mídia e também por serem três exemplos claros do uso da biotecnologia.

Além disso, a escolha dos temas levou em consideração a presença de pelo menos um deles, no caso as vacinas, utilizado há muitos anos, e os outros dois temas, OGM e células tronco, por serem temas muito em voga nos dias atuais. Através disso, tentaremos identificar a origem do conhecimento dos estudantes sobre estes temas e ainda como as ideias sobre os mesmos são formadas.

### **1.1. DESMISTIFICANDO A BIOTECNOLOGIA**

A definição de biotecnologia, por ser uma ciência ampla e de divulgação recente, é bastante confusa e ainda não existe uma que seja considerada a melhor. Algumas das definições dadas a seguir abrangem a biotecnologia em suas diversas formas.

Segundo a definição do Prof. Antônio Paes de Carvalho *apud* Rondenelly Brandão (2010), a biotecnologia

É o conjunto de conhecimentos técnicos e métodos, de base científica ou prática, que permite a utilização de seres vivos como parte integrante e ativa de processo de produção industrial de bens e serviços (Em:<http://www.faesfpi.com.br/v3/noticias.asp?id=89>. Acessado em 12/12/2012).

Segundo a Convenção sobre a Biodiversidade Biológica,

Biotecnologia significa qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica. (Convenção sobre a Diversidade Biológica, 1992)



**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

Segundo Joaquim Albenísio Gomes da Silveira,

Biotecnologia é a utilização de organismos vivos para a geração de novos produtos, processos ou serviços visando agregar valor, renda e bem estar na população. (Em: [www.biotecnologia.ufc.br/biotecnologia\\_por\\_silveira.html](http://www.biotecnologia.ufc.br/biotecnologia_por_silveira.html). Acessado em 14/12/2012 )

Diante deste número de divergências para uma boa definição, pode-se notar que a biotecnologia inclui um vasto campo de pesquisa, que envolve diversas áreas, incluindo biologia, bioquímica e engenharia de uma forma ampla. O que pode-se concluir com as definições citadas acima é que a biotecnologia é uma ciência ampla, que se utiliza da tecnologia em organismos vivos ou moléculas biológicas, para produzir um produto, que de alguma forma venha a trazer benefícios para a sociedade.

#### *1.1.1. Breve histórico*

O início da "utilização" da biotecnologia data de aproximadamente 6000 a.C, utilizando-se da fermentação por microorganismos para a produção de pães, vinhos e outras bebidas (VILLEN, 2002). Porém, não se conhecia como este processo ocorria. Foi somente por volta de 1875 que Louis Pasteur demonstrou que a fermentação era realizada por minúsculos microorganismos, onde, inclusive, desenvolveu-se a técnica de pasteurização.

Os anos seguintes foram bastante promissores para o avanço da biotecnologia. Com o conhecimento de que microorganismos causavam a fermentação, diversos outros produtos passaram a ser produzidos por este método, além da produção de medicamentos, como os antibióticos.

Porém, a biotecnologia moderna, conhecida pelas metodologias do DNA recombinante, só começou a se desenvolver após a descoberta da forma tridimensional do DNA e seus mecanismos de funcionamento (COELHO,

## Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos

2009). Assim, em 1953, Watson e Crick publicaram um breve estudo descrevendo a forma e logo em 1973 iniciaram-se os estudos de engenharia genética que culminaram nas grandes estudos vistos na atualidade.

### **1.2. BIOTECNOLOGIA E A ESCOLA**

A biotecnologia no Brasil passou a ser mais discutida a partir de 1995, quando foi aprovada a Lei de Biossegurança (Lei nº 8.974 de 05 de janeiro de 1995) (BRASÍLIA, 1995) que tem como principal função regularizar a "utilização da biotecnologia". Apesar da ampla divulgação desses temas, na maioria das vezes, as discussões não eram realizadas de forma crítica e muitas informações eram omitidas e/ou incorretas, o que dificultavam a divulgação da biotecnologia.

As inovações tecnológicas trazem a tona discussões de como e quando é prudente a utilização de células troncos, de mecanismos que alteram geneticamente plantas e animais e, a partir de então, surgiu uma série de visões alternativas sobre a biotecnologia. Essas visões, transmitidas principalmente pela mídia, tornaram-se uma fonte de comunicação de risco por trazer informações que sejam "positivas" a atender suas prioridades e não as prioridades da ciência, não trazendo uma base científica, uma explicação de porque tal fenômeno ocorre, como ocorre e quais benefícios e malefícios tal processo pode trazer a sociedade (CASTIEL, 2003).

Levando a discussão para o contexto escolar, temos que levar em consideração que o livro didático é um grande norteador das práticas pedagógicas estabelecidas na sala de aula, principalmente relacionada a seleção e abordagem de temas pelos professores (STERN E ROSEMAN, 2004). É exatamente sobre esse aspecto que vamos discutir nos próximos parágrafos: como os livros didáticos discutem temas biotecnológicos? Existe essa discussão? Como ela é realizada? Quais os temas mais abordados?

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

O estudo desenvolvido por Xavier (2006), que analisou 12 livros didáticos utilizados no Ensino Médio, considerou que a maioria desses livros possui uma "boa" distribuição do tema biotecnologia, já que quase todos (com exceção de um) têm um capítulo exclusivo para o tema ou o cita diversas vezes durante os capítulos. Silva (2006) constatou ainda que os temas biotecnológicos mais estudados nestes livros estão associados a citologia, a genética e a embriologia. Porém, a autora acredita que os temas deveriam ser mais discutidos, problematizados nos livros didáticos, levando em consideração a amplitude dos temas, que mesmo que tenham recebido seus créditos nos livros analisados, estes foram tratados de forma breve e muitas vezes isolados.

Analisando as resenhas dos 8 livros didáticos de Biologia para o Ensino Médio que fazem parte do edital 2012 do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) (GUIA DE LIVROS DIDÁTICOS, 2011)<sup>1</sup> podemos perceber que três deles trazem o tema biotecnologia de forma implícita em temas como embiogênese, genética, etc. As demais publicações trazem os temas biotecnológicos em capítulos separados, de forma contextualizada, o que nos permite dizer, diante dos objetivos deste trabalho, que seriam os melhores livros a serem adotados. A contextualização baseia-se em relacionar a biotecnologia com temas principalmente relacionados a genética e ao homem como modificador do ambiente em que vive.

Assim, podemos concluir que os atuais livros didáticos realizam uma divulgação de temas biotecnológicos e muitos deles permitem uma boa discussão do tema. Apesar dos livros permitirem essa boa discussão, em alguns deles os temas são apresentados superficialmente. É nesse momento

---

<sup>1</sup> Livros Didáticos analisados pelo PNLD:

*Bio-* Sérgio Rosso e Sônia Lopes; *Biologia – César, Sezar e Caldini*; *Biologia – Pezzi, Gowdak e Mattos*; *Biologia para a Nova Geração - V. Mendonça e J. Laurence*; *Biologia - Gilberto Rodrigues Martho e José Mariano Amabis*; *Biologia Hoje - Fernando Gewandsnajder e Sérgio de Vasconcellos Linhares*; *Novas Bases da Biologia - Nélio Bizzo*; *Ser protagonista- Biologia- André Catani, Antonio Carlos Bandouk, Elisa Garcia Carvalho, et al.*

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

que o professor precisa ampliar os recursos metodológicos existentes para abordagem de temas biotecnológicos. Considero que uma boa metodologia a ser utilizada para o ensino desses temas, além da utilização dos livros didáticos, consiste na pesquisa em meios de comunicação como internet e tv, desde que esta seja feita de forma segura e se tenha a certeza de que tais dados são reais e positivos para o aprendizado do tema.

**1.3. MOVIMENTO CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE E O ENSINO DE CIÊNCIAS**

Historicamente, o Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) desenvolveu-se a partir da década de 70, com o intuito de implementar o letramento científico e tecnológico, para produzir alunos com base científica para tornarem-se tomadores de decisões (SANTOS E MORTIMER, 2001).

A abordagem CTS traz uma proposta atual de correlacionar estas três pontas de maneira inteligível, com a ideia de desenvolver formas para que a ciência seja ensinada contextualizando o mundo ao seu redor. O enfoque CTS no ensino de ciências busca apoiar a mudança de foco da educação científica com o objetivo de construir um projeto de educação científica, comprometido com a educação voltada para a cidadania (TEIXEIRA, 2003).

O principal motivo do surgimento do Movimento CTS foi para contradizer a supervalorização da ciência por si mesmo e devido a visões, principalmente sociais, que não acreditavam nesta certeza absoluta. Assim, surgiu a ideia de correlacionar a ciência, a tecnologia e a sociedade. A ciência tem que ser vista como algo comum a população e não algo isolado, o que torna esta correlação tão importante (SANTOS E MORTIMER, 2001).

O artigo de Santos e Mortimer (2001) discute de uma forma bastante interessante a relação do Movimento CTS e o ensino de ciências. Em suas palavras:

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

Essa necessidade do controle público da ciência e da tecnologia contribuiu para uma mudança nos objetivos do ensino de ciências, que passou a dar ênfase na preparação dos estudantes para atuarem como cidadãos no controle social da ciência (p. 02).

Assim, observa-se que o principal objetivo do movimento em relação ao ensino de ciências, baseia-se em criar indivíduos pensantes, capazes de tomar decisões com responsabilidade social, com base em conhecimentos adquiridos principalmente através do ensino de ciências.

O tema “biotecnologia” é um tema relevante para o Movimento, visto que o principal propósito deste é “promover o letramento em ciência e tecnologia” (SANTOS E MORTIMER, 2001). De uma forma ampla, podemos usar o termo biotecnologia referindo-se ao avanço da ciência através do desenvolvimento de novas tecnologias em prol das diversas formas de vida. Dada esta caracterização ampla da biotecnologia, podemos afirmar que o tema é sim um tema de alta importância para ser inserido no ambiente escolar, principalmente pelo fato de ser muito discutido na atualidade e por se tratar diretamente da ligação da vida com as ciências modernas.

O Movimento CTS tem sido amplamente discutido, principalmente para se buscar uma forma de inserir suas ideias no ambiente escolar. O tema biotecnologia, da mesma forma, tem sido amplamente divulgado e tem cada vez mais mostrado sua grande importância para a sociedade. Porém, é possível identificar que, mesmo diante dos fatos apresentados acima, ainda é difícil “ensinar biotecnologia”, principalmente de uma forma que atinja a grande maioria.

O estudo de Nascimento (2006) traz uma discussão relacionada a um dos focos do movimento: relacionar o ensino com movimentos de cidadania, ato que em diversos estudos é dito como complexo. O problema de unir “ciência, tecnologia e sociedade” está na dificuldade em se mudar informações já conhecidas pelos alunos. Estes, vem com um pré letramento científico e mesmo que se dispensasse um grande tempo com um ensino aprofundado de algumas teorias, é possível que os alunos não revisem seus conhecimentos

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

prévios, por se tratar de conhecimentos bem estruturados e que muitas vezes conseguem resolver os problemas que ele lida cotidianamente.

Outra discussão interessante é encontrada no estudo de Teixeira (2003), que questiona o modo como as ciências são ensinadas. O autor comenta um trecho do texto de uma escritora portuguesa em que a mesma diz que o ensino de ciências é feito em desconexão com o mundo, como se não fosse possível utilizar aquilo que é ensinado em sala de aula na vida extra sala. Da mesma forma que parece não ser possível utilizar as “teorias” aprendidas fora da sala de aula em sala, como se esta troca não tivesse uma utilidade e necessidade.

Diante dos expostos acima, torna-se possível verificar que o principal problema encontrado é a falta de um letramento científico básico, conseqüentemente a ausência do cidadão letrado. Este movimento de letramento é um tema discutido nos Estados Unidos desde a década de 50, porém, só no início do século XXI que este começou a ser debatido no Brasil (SANTOS, 2007).

O cidadão letrado, define-se, conforme Shamos (1995) *apud* Santos (2007):

Um cidadão letrado não apenas sabe ler o vocabulário científico, mas é capaz de conversar, discutir, ler e escrever coerentemente em um contexto não técnico, mas de forma significativa (p. 06).

O letramento científico é um movimento importante, visto que baseia-se em dar ao aluno a possibilidade de entender as coisas, porque funcionam e como funcionam e suas implicações no contexto social. Este movimento está intimamente relacionado ao Movimento CTS e também deve ser considerado no momento de se desenvolver um currículo de ciências para auxiliar na criação de metodologias para se inserir o mundo científico até mesmo nas questões mais básicas da ciência.

Segundo Roberts (1991) *apud* Santos (2007),

Currículos de ciências com ênfase em CTS são aqueles que tratam das interrelações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social (p. 09).

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

Na definição acima, observa-se como elaborar um currículo baseado no movimento CTS e quais os critérios que devem ser respeitados para ter essa característica. Atualmente, tem-se observado que algumas perspectivas filosóficas/metodológicas dos documentos oficiais que norteiam/orientam ações no ensino de ciências na educação básica já estão baseados nesta perspectiva, como aponta Roberts (1991) *apud* Santos (2007).

No capítulo da área de conhecimento das ciências naturais, matemática e suas tecnologias dos documentos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (Brasil, 1999) e PCN + Ensino Médio (Brasil, 2002), há uma nítida proposição curricular com enfoque CTS, que surge com a denominação de contextualização, com várias recomendações e proposições de competências que inserem a ciência e suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e a discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo (p. 482).

Conforme a fala de Roberts, observa-se que é essencial que o ensino de ciências tenha uma inserção do cotidiano do aluno, de forma a se tornar muito mais interessante de ser aprendido e que poderá vir a ter uma influência na vida social futura daquele aluno.

*Objetivos*



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Investigar a concepção de estudantes do Ensino Médio sobre temas biotecnológicos.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Construir um instrumento para avaliar a concepção dos estudantes da 3<sup>a</sup> série do Ensino Médio a respeito do tema biotecnologia.
- Investigar os conhecimentos dos estudantes sobre os temas vacinas, organismos geneticamente modificados e células tronco.
- Identificar quais são as principais fontes utilizadas pelos estudantes para o estudo dos temas biotecnológicos.

*Delineamento  
Metodológico*

### **3- DELINEAMENTO METODOLÓGICO**

#### **3.1. A INSTITUIÇÃO DE ENSINO E OS SUJEITOS DO ESTUDO**

##### *3.1.1. A instituição de ensino*

A instituição de ensino na qual se realizou o estudo foi uma Escola Estadual de 1° e 2° graus localizada no centro de Vitória, capital do Espírito Santo. O local foi escolhido por ser uma escola muito conhecida na grande Vitória e por ter professores que incentivam o desenvolvimento científico dos alunos.

Atualmente, a escola é composta por 1 diretor, 4 pedagogos, 4 coordenadores, 11 professores da área de ciências humanas, 20 professores da área de linguagens e códigos, 15 professores de ciências da natureza e ainda 2 agentes de suporte educacional. A Escola tem uma biblioteca com dois responsáveis e ainda um laboratório de informática que conta com 3 professores capacitados.

A escola mantém dois blogs, que trazem informações úteis aos alunos e aos responsáveis, e traz ainda as novidades do que vem ocorrendo na escola, sendo um referente a questões ambientais e o outro, o blog oficial da escola. Esse blog é bastante interessante, funcionando como uma espécie de diário de bordo, sendo constantemente atualizado e levando informações úteis aos pais e alunos.

### 3.1.2. Os sujeitos da pesquisa

O questionário foi aplicado para 35 estudantes da 3ª série do Ensino Médio. O questionário foi entregue a professora para que ele fosse aplicado no momento mais pertinente de forma a não atrapalhar o andamento das aulas.

Os estudantes foram selecionados aleatoriamente em três diferentes turmas do turno matutino. Durante a resposta do questionário, a professora não auxiliava os alunos, e forma a tornar os mesmos os únicos responsáveis pelas respostas obtidas.

A pesquisa foi autorizada pelo diretor responsável, pela professora responsável e todos os alunos responderam um termo de consentimento autorizando a pesquisa desde que nenhum dado pessoal seja publicado. O modelo de termo de consentimento e autorização está nos Anexos 1 e 2, respectivamente.

### 3.1.3. Ambiente de aprendizagem

Em uma breve conversa com a professora responsável pela turma participante da pesquisa, buscamos entender um pouco como ocorrem as aulas de ciências, em especial o ensino dos temas em questão.

O livro didático utilizado atualmente é o Bio da autora Sônia Lopes em 3 volumes. A análise deste livro realizado pelo PNLD (GUIA DE LIVROS DIDÁTICOS) aponta como sendo bastante completo e atualizado, abordando os temas de uma forma que os mesmos já abordados sejam novamente utilizados em outros momentos. Conforme a descrição do manual:

A coleção apresenta organização clara, tanto entre os volumes, quanto entre as suas unidades estruturadoras, de forma a garantir uma diferenciação progressiva no processo de ensino e de aprendizagem. Por exemplo, os conhecimentos apresentados no volume 1 sobre a célula, divisão celular, DNA, RNA, cariótipo e reprodução são necessários para o entendimento do que é exposto no capítulo 7 do volume 2 - A genética e os genes (BRASIL, 2011).

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

Foi perguntado à professora como é o ambiente de aprendizado e em suas palavras:

*“Na escola o ambiente das aulas de bio é apenas a sala de aula. Lá existe um laboratório, mas fica num espaço de porão que tem muito mofo e é insuportável ficar lá. Além disso é pequeno e não cabe uma turma dentro, e não tem assentos para todos. Lá as aulas são amontoados e metade senta e metade fica em pé. Por isso que nunca uso, a não ser para uma prova prática que às vezes invento e aí eles entram aos poucos...”*

Quanto a que momento tais temas são ensinados, a professora relata que este tema é inicialmente ensinado no 1º ano, porém quase nunca chega a ser abordado. Relata, ainda, que o nível dos alunos que chegam do ensino fundamental é muito precário, os alunos não conseguem compreender o que lêem no livro, o que torna o rendimento baixo e o nível de reprovação alto, o que dificulta ainda mais o estudo destes temas.

### **3.2. METÓDO DE COLETA DE DADOS**

Conforme o principal objetivo deste trabalho, que é investigar as concepções dos estudantes sobre temas biotecnológicos, este estudo pode ser definido como sendo uma pesquisa social exploratória, pois:

Pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar uma visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato. Este tipo de pesquisa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil sobre ele formular hipóteses precisas e operacionalizáveis (GIL, 2008, p. 46).

Para a construção das evidências do nosso trabalho, utilizamos a técnica de questionários, que atualmente é o meio mais usado para a análise deste tipo de estudo (GIL, 2008).

## Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos

Ainda segundo Gil (2008), o questionário é utilizado como forma de investigação e composto por perguntas apresentadas por meio escrito. A escolha deste tipo de procedimento de coleta de dados se dá principalmente pelo alto número de vantagens que o mesmo oferece, como: (i) não expor os participantes a opinião do pesquisador, (ii) permitir que o participante responda quando tiver disponibilidade. O questionário construído para investigar as concepções dos estudantes sobre temas biotecnológicos encontra-se no anexo 3.

### 3.3. MÉTODO DE ANÁLISE DOS DADOS

A primeira etapa da análise do questionário foi identificar o número de alunos que responderam ao questionário, porcentagem de alunos de cada gênero (masculino e feminino) e média de idade. O questionário foi composto por 9 questões, sendo duas de múltipla escolha e 7 questões discursivas.

As questões de múltipla escolha foram analisadas conforme a porcentagem de alunos que responderam corretamente.

As questões discursivas foram analisadas através da Análise de Conteúdo. Segundo Franco (2007), a análise de conteúdo:

É a **mensagem**, seja ela verbal (oral ou escrita), gestual, silenciosa, figurativa, documental ou diretamente provocada. Necessariamente, ela expressa um significado e um sentido (p. 12).

Nesse trabalho, levamos em conta a análise através de unidades de registro do tipo tema. A unidade de registro aqui citada refere-se a unidade de pesquisa com a qual o trabalho se identifica (temas Biotecnológicos), já a unidade de pesquisa refere-se a menor parte do conteúdo, ou seja, a qual categoria que a pesquisa se relaciona (temas específicos; vacinas, OGM'S e células tronco).

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

A unidade de registro do tipo tema é aquela onde se busca a asserção sobre um assunto determinado. Esta unidade é considerada como mais útil, visto que é uma análise do conteúdo. Além disso, este tipo de análise é utilizado quando se obtêm um grande número de respostas variadas, com significados diferentes sobre um mesmo tema, o que leva a necessidade de analisar inicialmente individualmente cada resposta, antes de agrupa-lás (Franco, 2007). Após esta etapa, foram definidas as categorias de análise. Conforme Franco (2007),

O critério de categorização pode ser semântico (categorias temáticas, por exemplo: todos os temas que signifiquem ansiedade ficam agrupados na categoria 'ansiedade', enquanto que os que signifiquem a descontração, fiquem agrupados sob o título conceitual 'descontração' (Bardin, 1977 *apud* Franco 2007, p. 59).

Para a elaboração das categorias de análise foram levadas em consideração os seguintes critérios:

- Exclusão mútua: cada questão pode-se encaixar apenas em uma categoria;
- Pertinência: Criar categorias específicas apenas para aquelas questões que se adaptaram ao material de análise escolhido, neste caso, ao questionário;
- Produtividade: Relaciona-se, de certa forma, com a pertinência, visto que cria-se apenas categorias para aquelas respostas que fosse produtivas para a análise e que trouxesse resultados férteis para a pesquisa.

*Resultados e  
Discussão*



#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados questionários de 35 alunos contendo 9 perguntas, sendo duas delas de múltipla escolha e outras 7 discursivas.

Dos 35 alunos envolvidos na pesquisa, 18 são do sexo feminino e 17 do sexo masculino, com uma média de idade de 17,373 anos com idade mínima de 16 anos e máxima de 19 anos. Os indivíduos do sexo feminino apresentaram uma média de idade de 17,27 anos (com o mínimo de 16 e o máximo de 18 anos), resultados semelhantes com a média de idade dos indivíduos do sexo masculino que é de 17,47 anos (com idade mínima de 16 anos e idade máxima de 19 anos).

Neste estudo, todos os nomes citados são fictícios, com a intenção de preservar a identidade do aluno.

##### **QUESTÃO 1- TEMA BIOTECNOLOGIA**

A questão trata do tema “Biotecnologia”. A pergunta realizada foi:

Você sabe o que é BIOTECNOLOGIA?

SIM ( ) NÃO ( )

Defina (Caso você desconheça sobre o tema, defina o que, para você, este termo pode significar).

A análise da primeira parte da pergunta, demonstrou que 40% dos alunos (14 alunos) disseram saber o que significa o termo biotecnologia, 54,3% (19 alunos) disseram não saber o que significa e 5,71% (2 alunos) marcaram tanto a opção “sim” e “não”.

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

Na segunda parte da questão, as definições foram divididas em categorias, como pode ser observado na tabela 1.

**Tabela 1: Categorias de análise referente à questão 1.**

<b>Categorias de análise</b>	<b>Número de alunos</b>
<p><b>Etmologia</b></p> <p><i>Nesta categoria, foram unidos todos os questionários em que a resposta utiliza os termos: tecnologia e biologia, desde que estas representassem a formação da palavra biotecnologia.</i></p>	10
<p><b>Utilização na produção de medicamentos e/ou tratamentos</b></p> <p><i>Respostas em que correlacionavam os termos: medicina, medicamentos, remédios, tratamentos.</i></p>	5
<p><b>Desenvolvimento de tecnologias</b></p> <p><i>Respostas onde se usou os termos: Novas metodologias, novas técnicas, tecnologia.</i></p>	6
<p><b>União de termos</b></p> <p><i>Nesta categoria, inclui-se os questionários, onde o aluno explicitou um maior número de termos corretos a respeito da uma possível definição de biotecnologia, unindo diversos termos como estudo em organismos vivos, modificação genética, melhoramento e citou ainda a área em que estes estudos podem ser utilizados.</i></p>	3
<p><b>Respostas inconclusivas</b></p> <p><i>“Acho que é a vida da tecnologia”</i></p>	1
<p><b>Respostas em branco</b></p>	10

Nesta questão, algumas respostas chamaram a atenção, como o caso de Paulo (nome fictício), 18 anos, em que seu questionário se enquadrava na classe “Etmologia” que descreve:

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

*“Etimologicamente:*

*Bio= vida*

*Estudo para melhorar a acessibilidade humana”.*

O interessante a ser observado aqui, é que o próprio aluno reconhece que o seu saber de o que é biotecnologia, vem através da etimologia da palavra e não do conhecimento da biotecnologia, tanto que no restante de sua definição, o aluno não consegue claramente definir como seria essa relação da “vida e da tecnologia”.

Na categoria “Desenvolvimento de tecnologias”, o aluno Cláudio, 17 anos, definiu como sendo:

*“É uma área da biologia que trabalha desenvolvendo novas tecnologias para o homem com o meio ambiente”.*

Esta resposta chamou atenção, pois o aluno demonstra uma consciência em relação a utilização da biotecnologia unicamente em benefício do homem, sempre se utilizando dos meios naturais.

A categoria “União de termos”, é aquela onde os alunos buscaram utilizar de mais termos comumente utilizados quando se trata de biotecnologia, conforme dados da literatura pertinente.

Veja o exemplo de Lara, 17 anos, que descreveu:

*“É um estudo feito em organismos que modifica seu material genético para um melhoramento, é muito utilizado na área de alimentos para suprir uma necessidade”.*

A aluna utilizou-se dos termos organismos, modificação no material genético, que são áreas bastante utilizadas na biotecnologia, porém a aluna demonstrou desconhecer totalmente a utilização da biotecnologia para a produção de medicamentos, tratamentos médicos, além de diversas moléculas que podem ser utilizados para a produção de novas tecnologias.

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

Diante deste resultado, chega-se a conclusão de que nenhum dos alunos tem um conhecimento bastante amplo do que seria a biotecnologia. Mesmo assim, é interessante e importante ressaltar que dos 35 alunos, 24 tem uma noção, pelo menos mínima e correta, do que é a biotecnologia. Isso demonstra que estão tendo alguma forma de contato que permita esse conhecimento, o que já é bastante interessante, considerando-se que a palavra biotecnologia em si não é amplamente utilizada. E ainda, o resultado observado acaba corroborando com as ideias de Vigotski (2001) *apud* Pedrancini (2007) que defende a ideia de que, quando o aluno não se apropria dos conceitos científicos, ele acaba se apropriando apenas da palavra.

**QUESTÃO 2- TEMA VACINAS**

2. Para que servem as vacinas?
- a) ( ) Imunizar o organismo contra doenças
  - b) ( ) Matar microorganismos
  - c) ( ) Cura imediata de uma doença

Nesta questão, 100% dos alunos responderam a questão correta do ponto de vista científico (Imunizar organismos contra doenças).

Por ser uma questão objetiva torna-se mais complexo identificar o que os alunos pensam sobre o tema. É possível inferir que por ser uma questão objetiva e de apenas três opções e bem diversificadas, a possibilidade de acerto aumenta.

Porém, o resultado foi bom. Os acertos indicam que os alunos tem um entendimento básico sobre o tema vacinação e sua principal ação no organismo.

**QUESTÃO 3- TEMA VACINAS**

Esta pergunta vem completando a questão anterior. A questão anterior buscou ver o entendimento sobre como as vacinas agem no corpo. A questão 3 foi criada com o intuito de compreender o quanto os alunos entendem sobre como é produzida uma vacina.

A tabela 2 traz as respostas dos alunos e como estas respostas foram agrupadas.

3. Como é realizado a produção de vacinas?

**Tabela 2: Categorias de análise referente à questão 3.**

<b>Categorias de análise</b>	<b>Número de alunos</b>
<b>Utilização de microorganismos</b>	
<i>Foram incluídos aqui os questionários que incluíram em suas respostas a utilização de microorganismos na produção de vacinas.</i>	7
<b>Utilização de bactérias</b>	
<i>Nesta classe, foram incluídos aqueles que utilizaram o termo “bactérias”, para a produção de vacinas.</i>	4
<b>Utilização de vírus</b>	
<i>Aqui, uniu-se os questionários que descrevem a produção de vacinas a partir de vírus.</i>	5
<b>Produção a partir da própria doença</b>	
<i>Neste caso, as respostas traziam a descrição de que as vacinas são produzidas “a partir da própria doença”, sem uma descrição detalhada de como esse processo ocorre.</i>	3

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

<b>Anticorpos/ Sistema Imunológico</b>	
<i>Nesta categoria, incluiu-se os questionários que utilizaram os termos: produção de anticorpos, imunização e estímulo do Sistema Imunológico.</i>	3
<b>Utilização de agentes patogênicos</b>	
<i>“São produzidas a partir de agentes patogênicos”.</i>	1
<b>Respostas inconclusivas</b>	
<i>“Através de estudos e testes é criado a vacina para combater uma determinada doença, e então é definida sua dose e distribuída para a população através dos postos de saúde”</i>	
<i>“Através de dados coletados de uma certa doença”</i>	
<i>“Através de um longo processo, no qual o elemento ao qual se quer fazer a vacina contra é exposto e que no final após uma separação tem-se o soro”</i>	5
<i>“É preparado em laboratório”</i>	
<i>“É feita uma série de pesquisas em cobaias, até chegar em um resultado pretendido”.</i>	
<b>Respostas em branco</b>	7

Nesta questão 17 alunos reconhecem que a produção da vacina necessita de um microorganismo, porém nenhum aluno conseguiu uma resposta que pudesse ser considerada como totalmente correta.

Do total dos questionários, teve um que chamou atenção.

A aluna Clara, 18 anos, respondeu:

*“As vacinas são vírus inativos ou mortos, que possuem a finalidade de imunizar os pacientes contra a doença, estimulando o sistema”.*

Este entendimento foi o que esteve mais próximo de trazer uma resposta correta do ponto de vista científico. A aluna conseguiu definir que são feitos de organismos inativos (não necessariamente ou apenas de vírus), com o objetivo de criar uma imunidade para o indivíduo que a recebe. Assim, deve-se destacar

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

que a aluna, tem um entedimento básico sobre como é feita a produção de vacinas, porém de uma forma reduzida, do ponto de vista científico.

**QUESTÃO 4- TEMA TRASNGÊNICOS**

4. Explique o que você entende por organismos geneticamente modificados (também chamados de transgênicos).

A questão 4 trata do tema “transgênicos”. Esta questão foi desenvolvida com o intuito de buscar a visão ampla que os alunos tem deste tema, que tem sido amplamente discutido na atualidade.

A diversidade de respostas foi bastante ampla, como pode ser observado na tabela 3.

**Tabela 3: Categorias de análise referente à questão 4.**

Categorias de análise	Número de alunos
<p><b>Alteração de material genético</b></p> <p><i>Nesta categoria, foram incluídos os questionários que citaram que ocorre alteração de material genético, porém de forma genérica.</i></p>	12
<p><b>Alteração de material genético para melhorar algo</b></p> <p><i>Questionários onde foi citado alterações genéticas com a finalidade de melhorar algo do organismo que está sendo modificado.</i></p>	3
<p><b>Alteração para melhorar algo</b></p> <p><i>Neste caso, utilizou-se a mesma ideia do tópico anterior, porém foi citado o termo “alteração de material genético”, sendo assim, não fica explícito que tipo de alteração ocorre para este melhoramento.</i></p>	7
<p><b>Resistência</b></p> <p><i>Questionários que usaram a ideia de mudanças genéticas para dar resistência</i></p>	3

### Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos

*contra pragas.*

#### **Adquirir características de outros organismos**

*Neste caso, uniu-se os questionários que descreviam os OGM's como organismos que adquirem características de outros organismos, sem citar como isso ocorre ou para quê.* 2

#### **Respostas inconclusivas**

*“São organismos que recebem um pouco mais de genes do que é capaz de receber”* 4

*“Não tenho certeza, mas acho que é algo como ‘mutação das células’”*

*“Hum ser que sofre um maior número de cromossomos, e sofre uma mutação”*

*“Um organismos feito em laboratório”.*

**Em branco** 4

De todas as respostas obtidas, apenas 8 não tiveram uma resposta minimamente satisfatória (respostas inconclusivas e aquelas deixadas em branco). Em geral, os estudantes tem noção de que os organismos transgênicos sofrem algum tipo de modificação genética, mesmo não conseguindo determinar que tipo de alteração ocorre. Além disso, os alunos tem a visão de que esta modificação genética é feita de forma a melhorar alguma característica do organismo, que na maioria das vezes, os alunos citam como sendo resistência a pragas e melhora na produção.

Para exemplificar o exposto acima, podemos focar 2 questionários, o da aluna Mariana, 16 anos, que definiu:

*“Os transgênicos nasceram da necessidade do melhoramento dos seus organismos ou outros para atender de melhor forma a humanidade”.*

E o de Marcos, 17 anos,

*“São organismos que recebem características de outros para serem imunes contra doenças ou pragas”.*



**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

A resposta de Mariana, não traz o termo “mudança/alteração genética”, porém percebe-se que a aluna consegue identificar que existe algum tipo de alteração que melhora estes organismos e também que esta melhora vêm com o intuito de trazer aquilo que a humanidade precisa de melhor, sendo em alimentos ou em produtos.

Já na segunda resposta, o aluno exemplifica exatamente o que foi citado acima, a mudança de alguma característica para o melhoramento de plantas com o intuito de fornecer maior resistência.

Sendo assim, pode-se concluir a respeito desta pergunta, que os alunos tem um conhecimento superficial do que são organismos transgênicos e que considerando o tipo de conhecimento que eles tem (muito focado em resistência e aumento de produção) a maioria deste conhecimento podem ser advindos de meios midiáticos como a tv e internet, sem uma fundamentação teórica focada em ciência e tecnologia.

**QUESTÃO 5- TEMA CÉLULAS TRONCO**

5. Existe uma série de pesquisas que sinalizam para o uso das células tronco na medicina.
- a) Você sabe dizer porque isso ocorre?
  - b) A cura de doenças neurodegenerativas (doenças que causam a destruição progressiva dos neurônios, e faz o paciente perder sua capacidade motora, fisiológica, entre outras capacidades) está sendo muito relacionada a utilização de células tronco. Porque isso ocorre?

**Questão 5.A**

A questão 5 foca no uso das células tronco. O desenvolvimento desta questão se deu visto a grande discussão que este tema traz e também por estar envolvido em uma gama de discussões éticas, o que o torna muito discutido,

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

ou pelo menos, conhecido de grande parte das pessoas. A tabela 4, traz as respostas dos alunos divididas por categorias.

**Tabela 4: Categorias de análise referente à questão 5. A.**

<b>Categorias de análise</b>	<b>Número de alunos</b>
<b>Diferenciar/ Regenerar tecidos</b>	
<i>Nesta categoria, foram incluídos os questionários que utilizaram em suas respostas a ideia de que as células tronco tem a capacidade de se diferenciar em diversos tecidos ou regenerar tecidos.</i>	15
<b>Substituir função de outras células</b>	
<i>"A principal função é substituir a função de outras células"</i>	1
<b>Reconstruir células</b>	
<i>"Reconstruir células que foram danificadas no corpo humano"</i>	1
<b>Produzir tecidos</b>	
<i>"São utilizadas para produção de tecidos"</i>	1
<b>Capacidade de renovação</b>	
<i>"Mais ou menos. Sei que são células com capacidade de se renovarem".</i>	1
<b>Produz várias outras células</b>	
<i>Nesta categoria, foram incluídos aqueles que utilizaram a ideia de que as células tronco produzem outras células, sem especificar que tipo celular ou para quê.</i>	2
<b>Em branco</b>	14

A questão 5.A traz a mesma característica da questão anterior. É possível notar que os alunos tem um conhecimento muito parcial a respeito do tema,

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

porém sem nenhuma fundamentação, de modo que algumas das respostas apresentam ideias pouco elaboradas, dificultando o entendimento.

Conforme as categorias em que foram divididas as respostas, pode-se notar que todas passam a ideia geral de que as células tronco tem a capacidade de gerar algo novo, de voltar a fazer algo funcionar de maneira correta. Porém, esta é uma ideia muito generalizada, os alunos não apresentaram a capacidade de definir com clareza o que as células tronco fazem e em consequência o porquê delas poderem ser utilizadas na medicina.

Dos questionários analisados, 2 deles mais se aproximaram do que se esperava da resposta. Cláudio de 17 anos, descreve:

*“ Ela pode se ‘transformar’ em qualquer tecido de nosso corpo e melhorar, de certa forma, algumas doenças que temos”.*

Já Luciana de 18 anos, responde:

*“As células tronco servem para formar outras células, formar tecidos e alguns órgãos”.*

Como já citado acima, pode-se perceber a noção generalizada que os alunos tem sobre o assunto. E a partir desta análise, sugere-se que os alunos tem um conhecimento prévio, porém não conseguem definir com clareza para que e com qual finalidade estas células podem ser utilizadas.

**Questão 5. B**

A questão 5.B já trouxe para o aluno uma situação em que as células tronco podem ser utilizadas e alguns dos resultados parecem mais promissores do que na questão anterior, o que talvez pode justificado pela presença do contexto em que estas células se encaixam.

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

**Tabela 5: Categorias de análise referente à questão 5. B.**

Categorias de análise	Número de alunos
<b>Renovação/ Reconstrução de tecidos</b>	
<i>Nesta categoria, foram incluídos os questionários em que os alunos especificaram a importância das células tronco devido a sua capacidade de renovar e reconstruir tecidos.</i>	13
<b>Transformação/diferenciação de células</b>	
<i>Aqui, os questionários descreviam que as células tronco tem a capacidade de se transformar e/ou diferenciar em diversos tipos celulares.</i>	4
<b>Recuperação de células</b>	
<i>Nesta categoria, foram aqueles questionários em que o aluno apenas cita que ocorre a recuperação da célula, sem especificar o porque, como ou para que este processo ocorre.</i>	4
<b>Respostas inconclusivas</b>	
<i>“Porque as células tronco é como se fosse o suporte do corpo, tudo está ligado a elas”</i>	2
<i>“Acredito ser pelo fato de as células tronco perderam sua função deixar de se renovar”.</i>	
<b>Em branco</b>	12

É possível notar que a grande maioria dos alunos que responderam as questões, conseguiram concluir que neste caso as células tronco são importantes, pois permitem a “recuperação do tecido danificado” e novamente infere-se que esta informação venha novamente de meios midiáticos, visto que algumas das respostas foram um pouco fantasiosas, considerando as células como solução para o problema explicitado, afirmando que ela pode regenerar tecidos, se levar em consideração que nem sempre o processo funciona.

**QUESTÃO 6- TEMA VACINAS, CÉLULAS TRONCO E OGM'S**

Esta questão tentou correlacionar os três assuntos de forma bastante objetiva e simples, com o intuito de ver como os alunos conseguem distinguir os temas em questão.

6. Atualmente, nos deparamos com uma série de pesquisas envolvendo as áreas citadas acima. Com o conhecimento que você possui relacione a coluna A com a coluna B.

**COLUNA A**

- (1) Vacinas
- (2) Células Tronco
- (3) Organismos Geneticamente modificados

**COLUNA B**

- ( ) Utilizados para recuperação de tecidos humanos, danificados por doenças ou traumas
- ( ) Utiliza-se da tecnologia de DNA recombinante
- ( ) Tecnologia antiga, com estudos iniciais a partir de animais e amplamente utilizada atualmente
- ( ) Tem a capacidade de se diferenciar em qualquer tecido ou órgão
- ( ) Utilizado no melhoramento de cultivares, para obter melhoras no combate a microorganismos
- ( ) Maneira de prevenir doenças, através de estímulos ao sistema imunológico.
- ( ) É realizado através da inserção de material genético de outros organismos, sendo grande parte das vezes, de bactérias.

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos****Tabela 6: Relação do número de acertos e alunos referente à questão 6.**

Número de acertos	Número de alunos	%
2	1	2,9%
3	3	8,6%
4	5	14,3%
5	7	20,0%
6	12	34,3%
7	7	20,0%

Analisando o número de erros que os alunos cometeram nesta questão, foi possível observar que a opção "vacinas" foi mais vezes utilizada de forma errônea, onde 30 alunos o fizeram, seguidos dos temas células tronco e OGM's.

Analisando as opções (coluna B) observou-se que a opção "É realizado através da inserção de material genético de outros organismos, sendo grande parte das vezes de bactérias" foi a que apresentou maior número de erros (dos 35 alunos, 21 erraram esta opção) e a opção "Maneira de prevenir doenças através do Sistema Imunológico", foi o que menos apresentou erros (1erro).

Pode-se observar, nesta questão, assim como na questão 2, que os alunos apresentam mais facilidade de discenir os temas quando já existe a descrição do que está sendo abordado (como no caso da questão sobre vacinas, onde as opções possíveis foram dadas aos alunos na questão), resultado semelhante ao encontrado no estudo de Beltrame (2010), que realizou uma pesquisa na área de genética e observou que os alunos lembravam-se mais facilmente quando já tinham listados os temas da discussão.

E curiosamente, o tema vacinas apresentou uma maior probabilidade de erros, o que não era esperado, visto que de todos os temas relacionados nesta pesquisa, o tema vacinas é o mais antigo e que apresenta menos situações

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

controversas e problemas éticos envolvidos, sendo assim o tema de mais fácil entendimento entre os três.

Esta situação pode ser explicada pelo fato de que os alunos não têm uma ideia tão clara sobre o tema vacinas, porém tem a noção de que são utilizadas no auxílio ao combate a doenças e como os demais temas também estão relacionadas a saúde, os alunos podem ter criado uma confusão ao correlacionar os temas com suas afirmativas.

**QUESTÃO 7- TEMA TRANSGÊNICOS**

A questão 7 buscou ver o entendimento básico que os alunos têm sobre a utilidade dos OGM'S. A tabela 7, traz as respostas obtidas.

7- A utilização de transgênicos, está sendo amplamente utilizada na indústria alimentícia. Você sabe dizer porque a indústria alimentícia utiliza Organismos Geneticamente Modificados na sua produção?

**Tabela 7: Categorias de análise referente à questão 7.**

Categorias de análise	Número de alunos
<p><b>Melhoramento da produção</b></p> <p><i>Nesta categoria, foram incluídos os questionários que descrevem a principal importância como sendo o melhoramento da produção. Alguns alunos citaram para que serve este melhoramento, outros não.</i></p>	7
<p><b>Resistência</b></p> <p><i>Nesta classe, foram reunidos os questionários que utilizaram o termo 'resistência', para responder a questão solicitada.</i></p>	6
<p><b>União de termos</b></p>	9

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**


---

*Aqui, os questionários traziam uma série de termos que descrevem a utilidade dos transgênicos na indústria alimentícia como aumento da produção, qualidade, resistência e maior durabilidade.*

---

**Vantagens**

*“Pois criam alimentos com características que lhe apresentam vantagens”.*

1

**Comercialização**

*“Comercializar mais”*

1

**Características benéficas**

*“São melhores pois como são alterados apenas as características benéficas ficam”.*

1

**Em branco**

10

---

Em geral, a grande maioria mostrou entender, pelo menos de forma básica, porque as empresas utilizam os OGM'S.

Eles demonstraram entender que existe “um melhoramento” e citam principalmente a resistência a pragas e aumento da produção. Em alguns questionários, os alunos demonstraram uma visão mais simplista do assunto, porém alguns apresentaram um entendimento mais amplo, como o caso dos questionários que fora incluídos na categoria “União de termos”. Como exemplo, podemos citar as respostas listadas abaixo:

“Porque as industrias escolhe esse método, pois os transgênicos faz a seleção dos genes, assim as empresas podem ter controle sob as doenças e selecionando as características boas” (Juliete, 17 anos).

Nesta resposta, observa-se que a aluna possui um português bastante precário, porém tem uma ideia clara da modificação genética e como essa modificação genética influencia nas novas característica e ainda que tais características são propositalmente escolhidas pelas empresas.



**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

Na resposta de Aline, Filipe e Mara, é possível observar que também existe uma clareza quanto a utilidade dos transgênicos.

*“Para melhor condições do alimento, maior durabilidade, etc”* (Aline, 18 anos).

*“Para produzir alimentos mais resistentes a pragas e maximizar a produção”* (Filipe, 18 anos).

*“Para melhorar alimentos e com isso aumentar a produção e suprir as necessidades da população”* (Mara, 17 anos).

Assim, pode-se concluir nesta questão, que os alunos apresentam entendimento sobre o tema, porém não apresentam tais informações de forma científica.

**QUESTÃO 8- TEMAS VACINAS, CÉLULAS TRONCO E OGM'S**

Esta questão abrange os três temas e necessita de um conhecimento bastante básico sobre o assunto, visto que solicita apenas os benefícios e malefícios dos temas em questão. As tabelas 8, 9 e 10 demonstram as respostas obtidas.

8. Quais os benefícios e malefícios que as vacinas, as células troncos e os organismos geneticamente modificados podem trazer ao homem e ao meio ambiente? Discorra brevemente.

Vacinas:

Células Tronco:

Organismos Geneticamente Modificados (OGM):

## Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos

<sup>2</sup>.Tabela 8: Categorias de análise referente à questão 8- Tema Vacinas.

Categorias de análise	Número de alunos
<b>Vantagens</b>	
<b>Estímulo/melhora no Sistema Imunológico</b>	
<i>Em geral, os alunos citaram que como principal importância, o estímulo e algum tipo de melhora do sistema imunológico.</i>	4
<b>Controle viral</b>	
<i>“Controlar vírus”</i>	1
<b>Prevenção de doenças</b>	
<i>Nesta categoria, os alunos citaram especificamente a prevenção de doenças.</i>	8
<b>Curar/combater doença</b>	
<i>Os questionários aqui reunidos traziam em suas respostas o principal benefício da vacinação como sendo a cura e o combate de doenças.</i>	5
<b>Imunizar</b>	
<i>Nesta classe, os alunos citaram o termo imunização, para demonstrar qual o benefício das vacinas.</i>	7
<b>Desvantagens</b>	
<b>Não há</b>	
<i>Nesta classe, não houve explicações. Os alunos apenas citaram “não há” para responder a questão.</i>	2

<sup>2</sup> Nesta questão é importante destacar que nem sempre os alunos especificaram claramente quais seriam as vantagens e desvantagens dos temas solicitados, porém a forma como os alunos utilizaram-se da escrita deixava bastante claro se eles consideraram as características por eles citadas, como negativas ou positivas. Tal fato foi comum para os três temas.

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

<b>Reação alérgica</b>	1
<i>“Podem causar reação alérgica”</i>	
<b>Transmissão de doenças através da agulha</b>	
<i>Os questionários aqui incluídos traziam em suas respostas, a possibilidade de uma vacinação sem os devidos cuidados de higienização ter a capacidade de transmitir doenças.</i>	2
<b>Deixar os receptores doentes</b>	1
<i>“... E o malefício é que a maioria fica ‘doente’ para ter essa imunidade”.</i>	
<b>Pode tornar a doença mais resistente</b>	
<i>“... Se aplicado de maneira errada pode tornar as doenças mais resistentes ao tratamento”.</i>	1
<b>Injetam bactérias no organismo</b>	1
<i>“... Injetam bactérias no organismo”.</i>	
<b>Em branco</b>	10

A tabela acima está relacionada ao tema Vacinas. Quanto às vantagens, os alunos responderam algo relacionado à imunização dos organismos, outros para cura ou tratamento de doenças. Apesar da maioria dos alunos terem uma noção sobre o assunto, ainda parece ser bastante complicada de ser entendido. Quanto às desvantagens foi obtido uma grande diversidade de respostas, onde aparentemente cada um usou daquilo que acha que as vacinas podem trazer como desvantagem, mas pela forma como foi explicitado percebe-se não haver fundamentação, fato muito presente nas diversas respostas deste questionário.

A tabela 9 traz as respostas a respeito do tema “Células tronco” e a tabela 10 sobre “OGM’S”.

## Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos

Tabela 9: Categorias de análise referente à questão 8- Tema Células Tronco.

Categorias de análise	Número de alunos
<b>Vantagens</b>	
<b>Melhora na saúde humana</b> <i>“Melhora para a saúde humana...”.</i>	1
<b>Recuperação/Regeneração de tecidos</b> <i>Nesta categoria, assim como na questão anterior, os alunos descreveram a ideia de recuperação e regeneração de tecidos como principal benefício com o uso das células tronco.</i>	10
<b>Cura de doenças</b> <i>Nesta categoria, não foram encontradas explicações profundas, porém trouxeram a ideia de cura de doenças com a utilização das células tronco.</i>	4
<b>Substituir células danificadas</b> <i>Nesta classe, os questionários incluídos descrevem o benefício das células tronco, como sendo capaz de substituir as células danificadas.</i>	2
<b>Combater doenças</b> <i>Os questionários aqui reunidos trazem a ideia geral de cura de doenças com a utilização das células tronco.</i>	2
<b>Desvantagens</b>	
<b>Não há</b> <i>“... Não vejo malefícios”.</i>	1
<b>Danifica o corpo/ Atingir locais indesejados</b> <i>Nesta categoria, as ideias em geral, tentam demonstrar que dependendo de como e para quê as células tronco são utilizadas elas podem danificar o corpo e atingir locais indesejados (os alunos não descreveram como estes processos poderiam ocorrer).</i>	2

## Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos

<b>Efeitos colaterais perigosos</b>	1
<i>“Efeitos colaterais perigosos, talvez”.</i>	
<b>Questões éticas</b>	1
<i>“Questões éticas envolvidas com relação a origem das células tronco”.</i>	
<b>Respostas inconclusivas</b>	1
<i>“São células que podem se transformar em outras células”.</i>	
<b>Em branco</b>	13

Tabela 10: : Categorias de análise referente à questão 8- Tema OGM's.

<b>Categorias de análise</b>	<b>Número de alunos</b>
<b>Vantagens</b>	
<b>Melhora na produção</b>	
<i>Nesta categoria, os questionários citam como principal benefício dos OGM's uma melhora na produção de alimentos e aumento na produção de alimentos.</i>	6
<b>Mais desenvolvidos/Apresentar boas qualidades</b>	
<i>Assim como na categoria anterior, esta inclui aqueles questionários que citam que os alimentos podem se tornar mais desenvolvidos (alguns citam que as plantações produzem frutos maiores) e apresentam qualidades diferenciadas como maior durabilidade.</i>	4
<b>Resistência</b>	
<i>Nesta classe, os alunos citaram como benefício a maior resistência, principalmente a pragas, que os alimentos e plantações podem passar a ter.</i>	3
<b>Alimentos mais saudáveis</b>	
<i>Nesta categoria, citou-se apenas que os alimentos ficam mais saudáveis, sem explicação de como ou porque este processo ocorre.</i>	2

### Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos

<b>Apresentar características favoráveis</b>	
<i>“Os benefícios são que podem recombinar características favorável...”</i>	1
<b>Desvantagens</b>	
<b>Não há</b>	
<i>“... E não vejo malefícios”.</i>	1
<b>Prejudiciais à saúde e ao meio ambiente</b>	
<i>Nesta categoria, os questionários foram reunidos, principalmente por trazerem a ideia de que os transgênicos podem ser maléficos a saúde humana e ao meio ambiente.</i>	7
<b>Menor diversidade de espécies</b>	
<i>“... Menor diversidade de espécies e genes”.</i>	1
<b>Não se conhece os malefícios</b>	
<i>“Não se sabe se faz mal aos humanos”.</i>	1
<b>Respostas inconclusivas</b>	
<i>“Não são bons”.</i>	
<i>“Vários”.</i>	3
<i>“Mudança genética nos alimentos, prejudicando a reprodução e os seus que se alimentam deles”.</i>	
<b>Em branco</b>	17

Podemos notar nas respostas apresentadas nestas duas tabelas, que principalmente na parte em que se trata das vantagens, os alunos utilizaram de respostas muito parecidas com as utilizadas nas perguntas anteriores. Muitas respostas estão mais relacionadas, ao para que existe ou como cada um dos temas é discutido na vida cotidiana.

As desvantagens são extremamente variadas. Na maioria das respostas obtidas, vemos que elas estão correlacionadas como situações que são muito

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

discutidas pelos diversos meios de comunicação. No caso das células tronco podemos citar as questões éticas e em OGM'S os maus que os alimentos transgênicos podem trazer a saúde humana.

Devemos discutir aqui a forte influência das ideias alternativas sobre o assunto. Assim, como Beltrame relata (2010), os alunos apesar de apresentarem o conhecimento, este é construído principalmente prevalecendo as ideias de senso comum. O estudo de Pedrancini (2007) também discute tal fato e explica que este pode ocorrer devido a compreensão equivocada dos atuais avanços tecnológicos, que acaba por confundir ainda mais o entendimento sobre temas básicos.

**QUESTÃO 9- TEMAS VACINAS, CÉLULAS TRONCO E OGM'S**

A questão 9 buscou detectar as principais fontes por onde os alunos ouviram falar sobre estes assuntos. A figura 1 , traz o número de alunos que citaram cada um dos meios.

9. Quais são os meios (impresso e /ou eletrônicos) pelos quais você conhece ou já ouviu falar dos temas acima?

## Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos

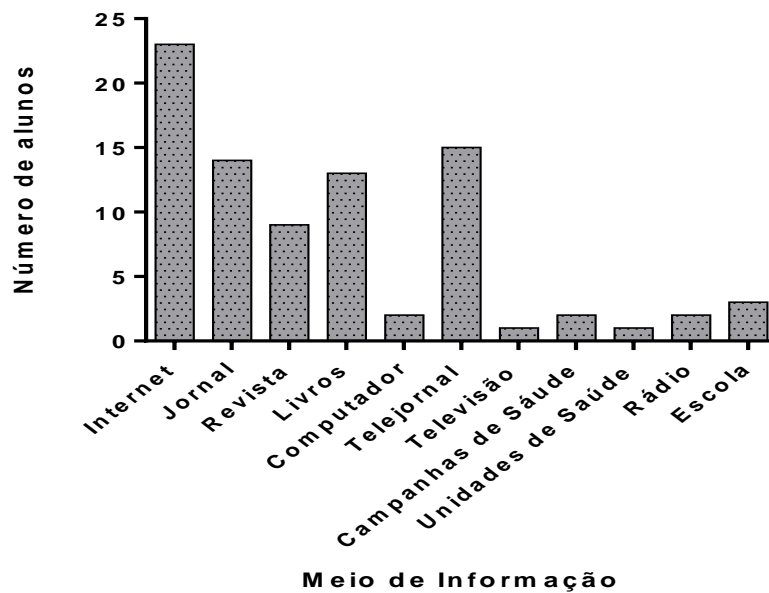


Figura 1: Meios de informação sobre Biotecnologia.

Pelos resultados apresentados é possível observar que a internet é o principal meio de transmissão destas informações. É interessante notar ainda que “livros” foi citado 14 vezes, enquanto “escola” apenas duas vezes. De forma geral, observa-se que canais midiáticos, como a internet, jornal e telejornal são as principais fontes de informação sobre estes temas. Tal fato pode gerar uma preocupação, visto que estes canais não formam indivíduos pensantes por não oferecem uma base teórica e sim, na maioria das vezes, apenas apresentar dados obtidos em pesquisas, sem explicar como aquilo ocorre ou ainda o porquê. Além disso, tal resultado também pode ser considerado complexo se considerarmos que pouquíssimos alunos citaram a influência da escola e de livros didáticos na informação sobre estes temas.

Isso pode levar a uma discussão de como estes temas estão sendo tratados na escola. Pode ser um indício de que os temas não são debatidos, deixando o aluno apenas com aquela impressão do que viu na internet ou até mesmo no livro didático.



*Considerações*  
*Finais*

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na análise qualitativa dos dados, identificamos que os alunos tem pouco conhecimento sobre os temas biotecnológicos aqui estudados.

Grande parte do conhecimento aqui identificado, acreditamos que seja advindo, em sua grande maioria, de fontes fora do ambiente escolar, muito influenciadas pela mídia.

As concepções intuitivas dos alunos demonstram ausência de base teórica destes temas, visto a ausência de termos científicos, a expressão do entendimento de forma informal e, muitas vezes, sem uma lógica pré definida. Isso nos leva a crer que o ensino destes temas está enfraquecido na escola, o que pode também ser demonstrado pela análise sobre como alguns livros didáticos os abordam, já realizada anteriormente.

Diante destas informações, buscamos o argumento de Pedrancini (2007), que defende a necessidade do reforço escolar, já que grande parte do que é aprendido na escola acaba sendo rapidamente esquecido, diferente das ideias alternativas adquiridas fora do ambiente escolar.

Outra questão que deve ser considerada nesta análise é a dificuldade do aluno criar um pensamento biológico. Um alto número de temas discutidos na área de ciências naturais é muito centrado em definições e termos complexos, necessitando da memorização de grande parte delas, o que pode levar a um pseudo aprendizado e dificuldade de compreender sistemas biológicos, fato comum a este estudo.

Conforme Giordan e Vecchi (1996) *apud* Pedrancini (2007), o conhecimento não se faz apenas retendo informações por um período de tempo, e sim em saber utilizar o que aprendeu e se aproveitar disso para resolver questões pertinentes. Diante desta afirmação, podemos retornar a discussão na importância do ensino baseado no Movimento CTS, que defende que o ensino deve ser organizado, de forma que o currículo escolar atenda as necessidades de aprendizado do aluno.

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

Diante da ausência de conhecimento científico dos estudantes observado nesta pesquisa, clarifica-se ainda mais a necessidade de um currículo elaborado com base nas teorias do Movimento CTS, já que este busca principalmente formar um indivíduo pensante, capaz de resolver questões.

Diversos estudos como os de Rosa (2011) e Scheneider (2010), realizados com os temas biologia molecular, DNA, RNA, gene, enzimas, aminoácidos (temas afins com o deste estudo), demonstraram que os alunos tem pouquíssimos conhecimentos sobre estes assuntos e quando os tem, são baseados no conhecimento popular, em ideias alternativas.

Essa defasagem encontrada nos conhecimentos básicos sobre estes temas modernos da biologia, em parte pode-se sugerir que seja pela falta de discussão sobre estes temas no livro didático. Xavier (2006) demonstra em seu estudo que os livros didáticos que atualmente são mais utilizados estão muito desatualizados, trazendo pouca ou nenhuma discussão sobre estes temas alvos da biologia moderna. Isso é um grande problema, visto que devido ao pouco tempo de planejamento que os professores tem e o curto tempo de aulas, o livro didático é a principal ferramenta utilizada. Além desta falta de informação, um fato decorrente nos livros didáticos é a fragmentação dos temas, o que por vezes, dificulta que o aluno consiga unir tais assuntos e entendê-los em forma de rede, ou seja, de forma contínua, como temas relacionados (Sardinha, 2009; Paiva e Martins, 2005 *apud* Beltrame, 2010).

Assim, pode-se sugerir que são necessárias uma série de mudanças para que resultados como os encontrados neste estudo e nos estudos aqui citados sejam diferentes.

A área da genética em geral é uma área muito abstrata, o que em parte pode explicar a falta de entendimento. Este resultado, discutido por Beltrame (2010), indica a necessidade de novas metodologias para o ensino das ciências. O que pode dificultar ainda mais é a dificuldade em se compreender o que é certo e errado, visto que diversos meios de mídia passam informações cada um da sua forma. Além disso, são temas altamente envolvidos em questões éticas, o que

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

traz a necessidade de se conhecer os diversos pontos de vista que rodeiam um determinado assunto.

A fragilidade do aprendizado precisa ser modificada. Para isso, é essencial que a mudança venha de todas as partes envolvidas nos processos de ensino-aprendizagem, desde a elaboração de um currículo construído apoiado nas ideias do Movimento CTS, a escolha de livros didáticos atualizados, a atualização dos mesmos.

É necessário também de um maior interesse dos alunos, o que conseqüentemente envolve o apoio dos pais, sendo estes um dos principais incentivadores ao conhecimento dos jovens.

*Referências*  
*Bibliográficas*

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELTRAME, G.M. **Conceitos fundamentais no campo da genética: o que pensam os alunos do ensino médio?**. 2010. 40 p. Monografia. Unochapecó, Chapecó, 2004.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais** / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 1998. 138 p.

BRANDÃO, R. **Biotecnologia- Histórico e tendências**. Disponível em: <<http://www.faesfpi.com.br/v3/noticias.asp?id=89>>. Acesso em: 12 dez. 2012.

BRASILIA (Estado). Lei nº 8.974, de 05 de janeiro de 1995. **Regulamenta os incisos II e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas para o uso das técnicas de engenharia genética e liberação no meio ambiente de organismos geneticamente modificados, autoriza o Poder Executivo a criar, no âmbito da Presidência da República, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, e dá outras providências**. Legislação citada anexada pela coordenação de estudos legislativos – CEDI. 4 p. 1995.

BORÉM, A. A história da biotecnologia. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, n. 34, 2005.

CASTIEL, L.D. **Insegurança, ética e comunicação em saúde pública**. Revista Saúde Pública, 37:2, 2003.

COELHO, K.S. **Curso de Biotecnologia**. 2009. Disponível em: <<http://www.portaleducacao.com.br/farmacia/artigos/8704/biotecnologia-definicao-e-historia#ixzz2NpJ3HHQp>>. Acesso em: 13 jan. 2013.

FRANCO, M.L.P.B. **Análise de conteúdo**. Brasília: Liber Livro Editora, 2007. 80 p.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008. 220 p.

GUIA DE LIVROS DIDÁTICOS: PNLD 2012 : **Biologia**. – Brasília : Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2011. 76 P.

LEITE, M. **Biotecnologias, clones e quimeras sob controle social: missão urgente para a divulgação científica**. São Paulo em perspectiva, 14:3, 2000.

MILLAR, R. **Um currículo de ciências voltado para a compreensão por todos**. Ensaio, 5:3, 2003.

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Convenção sobre Diversidade Biológica**. Brasília, 2000. 32 p.

NASCIMENTO, T.G; LINSINGEN, I.V. **Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências**. Convergencia-Revista de Ciencias Sociales, n. 42, 2006.

JUNIOR, A.N.S; BARBOSA, J.R.A. **Repensando o Ensino de Ciências e de Biologia na Educação Básica: o Caminho para a Construção do Conhecimento Científico e Biotecnológico**. Democratizar, 3:1, 2009.

PEDRANCINI, V.D; CORAZZA-NUNES, M.J; GALUCH, M.T.B; MOREIRA, A.L.O.R; RIBEIRO, A.C. **Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 6:2, 2007.

ROSA, R.T.N. **Do gene à proteína: explorando o GenBank com alunos do ensino médio**. 2011. 170 p. Tese. Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

SANTOS, W.L.P; MORTIMER, E.F. **Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências**. Ciência & Educação, 7:1, 2001.

SANTOS, W.L.P. **Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios**. Revista Brasileira de Educação, 12:36, 2007.

SARDINHA, M; GOLDBACH, T; FONSECA, M. **O que dizem os trabalhos dos anais dos encontros nacionais de pesquisa em ensino de ciências sobre ensino de genética**. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009. Florianópolis, Atas do VII ENPEC. Universidade Federal de Florianópolis, 2009.

SCHNEIDER, E.M; JUSTINA, L.A.D; MEGLHIORATTI, F.A. **A percepção de alunos do ensino médio em relação à interação gene-organismo-ambiente**. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2011. São Paulo, Atas do VIII ENPEC. Universidade Federal de Campinas, 2011.

SILVEIRA, J.A.G. **Biotecnologia**. Disponível em: <[http://www.biotecnologia.ufc.br/biotecnologia\\_por\\_silveira.html](http://www.biotecnologia.ufc.br/biotecnologia_por_silveira.html)>. Acesso em: 14 dez. 2012.

STERN, L; ROSEMAN, J. E. **Can middle-school science textbooks help students learn important ideas? Findings from Project 2061's curriculum evaluation**

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

**study: Life science.** Journal of Research in Science Teaching, 41:6, 2004.

TEIXERA, T.M.M. **A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do Movimento C.T.S. no ensino de ciências.** Ciência & Educação, 9:2, 2003.

TEIXERA, T.M.M. **Educação científica e Movimento C.T.S no quadro das tendências pedagógicas no Brasil.** Disponível em :  
<<http://www2.ufpa.br/ensinofts/artigos2/v3n1a7.pdf>>. Acesso em 16 jan. 2013.  
VILLEN, R.A. **Biotecnologia- Histórico e Tendências.** 2002. Disponível em:  
<<http://www.hottopos.com/regeq10/rafael.htm>>. Acesso em: 05 jan. 2013.

XAVIER, M.C.F; FREIRE, A.S; MORAES, M.O. **A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio.** Ciência & Educação, 12:3, 2006.



*Anexos*

## 7. ANEXOS

### ANEXO 1

#### CARTA DE AUTORIZAÇÃO DE PROJETO DE PESQUISA

Vitória-ES, 25 de novembro de 2012.

Ao diretor da Escola de 1º e 2º (nome da Escola retirado por questões éticas).

Prezado Senhor,

Eu, **Elaine Stur**, aluna regularmente matriculada no curso de Graduação em Ciências Biológicas – Licenciatura da Universidade Federal do Espírito Santo venho solicitar seu registro de autorização quanto à submissão do projeto de pesquisa intitulado **O entendimento dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**, de que conta com a possibilidade de desenvolvimento da pesquisa com investigação por meio de aplicação de um questionário a turmas do ensino médio da respectiva escola, a depender da aprovação da direção desta instituição.

Agradecendo desde já a sua atenção e colaboração, uma vez que sem ela o desenvolvimento da pesquisa estaria prejudicado, nos colocamos à disposição para esclarecimentos que se façam necessários.

Atenciosamente,

---

Pesquisadora Responsável

---

Orientador do projeto

---

Direção da escola

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos****ANEXO 2****Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

Eu, Elaine Stur, aluna de graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Espírito Santo estou desenvolvendo Trabalho de Conclusão de Curso, sob orientação do Professor Doutor Geide Rosa Coelho na modalidade Licenciatura. Dessa forma estou desenvolvendo uma pesquisa que avalia o entendimento dos estudantes sobre o tema Biotecnologia. Para isso pretendo aplicar um instrumento composto por um questionário sobre esse tema para avaliar qualitativamente e quantitativamente o entendimento que os estudantes apresentam sobre diferentes temas biotecnológicos. Os resultados podem trazer implicações para o ensino trazendo reflexões sobre o ambiente de aprendizagem e as práticas pedagógicas desenvolvidas. O tema foi escolhido por ser amplamente discutido no ambiente científico e também pelos diversos meios de mídia. Além disso, o tema de ensino e entendimento controverso e muitas vezes os alunos apresentam dificuldades no seu entendimento.

Assim, peço a sua autorização para aplicar o instrumento de pesquisa nas turmas da 3ª série do Ensino Médio, além de uma breve entrevista com a professora responsável por ministrar as aulas nestas turmas. Se você concordar como o uso das respostas dos estudantes, posso lhe garantir que: (i) nos procedimentos de análise adotarei procedimentos para preservar a identidade dos alunos e resguardar a privacidade; (ii) ao divulgar os resultados do estudo adotarei procedimentos que impeçam a identificação de cada aluno envolvido.

Não haverá benefícios diretos pela participação dos indivíduos, respondendo às questões que serão propostas. Os benefícios serão difusos e indiretos, na medida em os resultados poderão servir para o desenvolvimento de novas práticas no ensino de biologia, e que poderá beneficiar a ação de docentes e, conseqüentemente, de seus alunos. Por outro lado, haverá qualquer risco potencial de participação dos estudantes no estudo.

Será possível retirar esse consentimento a qualquer momento que assim desejar, sem que isso traga qualquer sanção. Os conhecimentos resultantes deste estudo serão divulgados em revistas especializadas, em congressos e simpósios sobre pesquisas educacionais e TCC. Abaixo estão os dados relativos a este projeto.

Título (provisório) do projeto: O entendimento dos estudantes do Ensino Médio sobre temas biotecnológicos.

Pesquisador Responsável: Elaine Stur

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo

Orientador: Geide Rosa Coelho (Professor/DTEPE/UFES)

---

Geide Rosa Coelho

Assinatura do Orientador de Pesquisa  
Universidade Federal do Espírito Santo

---

Elaine Stur

Assinatura do Pesquisador Responsável  
Universidade Federal do Espírito Santo

**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO**

Eu li e discuti com o pesquisador responsável pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar e que eu posso interromper minha participação a qualquer momento. Eu concordo que os dados coletados sejam usados APENAS para o propósito acima descrito.

Eu entendi a informação apresentada nesse documento. Eu receberei uma cópia assinada e datada deste documento de consentimento informado.

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

Vitória, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2012

Nome por extenso: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos****ANEXO 3**

## MODELO DE ESTUDO

## CONCEPÇÃO SOBRE TEMAS BIOTECNOLÓGICOS:

## VACINAS, ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS E CÉLULAS TRONCO

NOME: \_\_\_\_\_

IDADE: \_\_\_\_\_ SEXO: F( ) M( )

1. Você sabe o que é BIOTECNOLOGIA?

SIM ( ) NÃO ( )

Defina (Caso você desconheça sobre o tema, defina o que, para você, este termo pode significar):

---

---

---

2. Para que servem as vacinas?

a) ( ) Imunizar o organismos contra doenças

b) ( ) Matar microorganismos

c) ( ) Cura imediata de uma doença

3. Como é realizado a produção de vacinas?

---

---

---

---

4. Explique o que você entende por organismos geneticamente modificados (também chamados de transgênicos).

---

---

---

5. Existe uma série de pesquisas que sinalizam para o uso das células tronco na medicina.

### Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos

a) Você sabe dizer porque isso ocorre?

---



---



---



---

b) A cura de doenças neurodegenerativas (doenças que causam a destruição progressiva dos neurônios, e faz o paciente perder sua capacidade motora, fisiológica, entre outras capacidades) está sendo muito relacionada a utilização de células tronco. Porque isso ocorre?

---



---



---



---

6. Atualmente, nos deparamos com uma série de pesquisas envolvendo as áreas citadas acima. Com o conhecimento que você possui relacione a coluna A com a coluna B.

COLUNA A

- (1) Vacinas
- (2) Células Tronco
- (3) Organismos Geneticamente modificados

COLUNA B

- ( ) Utilizados para recuperação de tecidos humanos, danificados por doenças ou traumas
- ( ) Utiliza-se da tecnologia de DNA recombinante
- ( ) Tecnologia antiga, com estudos iniciais a partir de animais e amplamente utilizada atualmente
- ( ) Tem a capacidade de se diferenciar em qualquer tecido ou órgão
- ( ) Utilizado no melhoramento de cultivares, para obter melhoras no combate a microorganismos
- ( ) Maneira de prevenir doenças, através de estímulos ao sistema imunológico.
- ( ) É realizado através da inserção de material genético de outros organismos, sendo grande parte das vezes, de bactérias.

**Concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre temas Biotecnológicos**

7- A utilização de transgênicos, está sendo amplamente utilizada na indústria alimentícia. Você sabe dizer porque a indústria alimentícia utiliza Organismos Geneticamente Modificados na sua produção?

---

---

---

---

8. Quais os benefícios e malefícios que as vacinas, as células troncos e os organismos geneticamente modificados podem trazer ao homem e ao meio ambiente? Discorra brevemente.

Vacinas:

---

---

---

---

Células Tronco:

---

---

---

---

Organismos Geneticamente Modificados (OGM):

---

---

---

---

9. Quais são os meios (impresso e /ou eletrônicos) pelos quais você conhece ou já ouviu falar dos temas acima?

---

---

---

---