

## PERCEPÇÕES DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO PÚBLICO SOBRE A TEMÁTICA BIOTECNOLOGIA

*Perceptions of the public high school students about the biotechnology topic*

**Renan Gonçalves da Silva** [biotek\_rere@hotmail.com]

*Universidade Estadual Paulista, UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias  
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n  
CEP 14884-900 - Jaboticabal, SP*

**Sonia Marli Zingaretti** [szingaretti@unaerp.br]

*Universidade de Ribeirão Preto, UNAERP  
Avenida Costábile Romano, 2201, Ribeirânia  
CEP 14096-900 - Ribeirão Preto, SP*

**Flávia Cristina Rodrigues Lisoni** [flavialisoni@hotmail.com]

*Universidade Estadual Paulista, UNESP, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira  
Avenida Brasil, 56, Centro  
CEP 15385-000 - Ilha Solteira, SP*

### Resumo

É notória a importância que as diversas técnicas da biotecnologia adquirem nos dias atuais, sendo necessária uma formação flexível dos alunos aos diversos debates que surgem. O estudo objetivou verificar as percepções de alunos do ensino médio público sobre o tema Biotecnologia. Na primeira fase do experimento, realizamos aula expositiva sobre Transgênicos e OGMs, além do diário de campo para registro das observações; e na segunda etapa: aplicação de questionário contendo 10 questões de caráter investigativo. A análise utilizada foi quali-quantitativa. Verificamos que, em relação aos temas Transgênicos e OGM's os alunos apresentaram após seis meses conhecimentos aprimorados, diferente do que foi observado para temas como Projeto Genoma e Células-Tronco, com percepções superficiais. As principais percepções acerca desses dois últimos temas baseiam-se em conceitos simples e pouco associados à formação crítica - para participação em discussões atuais da sociedade.

**Palavras-chave:** Biotecnologia; Ensino Médio; Investigação.

### Abstract

These findings emphasize the importance of the various biotechnology techniques acquire nowadays, flexible training is required of students to the various debates that arise. The study aimed to verify the perceptions of the public high school students about Biotechnology topic. In the first phase of the experiment, we conducted lecture on Transgenics and GMOs, in addition to the field diary for recording observations; and the second stage: a questionnaire containing 10 investigative character issues. The analysis used was qualitative and quantitative. We found that, in relation to the themes Transgenics and GMOs the students presented after six months improved knowledge, unlike what was observed for subjects such as Genome Project and Stem Cells, with superficial perceptions. The main perceptions are based on simple concepts and little associated with critical training - to participate in current discussions of society.

**Keywords:** Biotechnology; High school; Investigation.

## 1 INTRODUÇÃO

Técnicas de Biologia Molecular que permitiram analisar e manipular o DNA começaram a ser desenvolvidas na segunda metade do século XX, e subsequentemente, com a tecnologia do DNA recombinante, nos anos 70, teve início a era da biotecnologia moderna (Demain, 2006).

Com o célere ritmo das descobertas no campo da biotecnologia moderna, debates públicos alcançaram seu espaço na sociedade, divergindo as opiniões que reconhecem os benefícios da biotecnologia e soluções para alguns problemas da Humanidade daquelas que apresentam medos, dúvidas em relação à forma como as técnicas estão sendo desenvolvidas e utilizadas, por alegados problemas ambientais, éticos, políticos, econômicos e sociais (Firmino, 2007). Permanecem preocupações sobre aspectos éticos relacionados com o uso de muitas destas novas tecnologias, incluindo a terapia gênica na medicina (Perry, 2000; Marshall, 2000), as culturas resistentes a pesticidas (Coghlan et al., 2002) e alimentos geneticamente modificados (Pedrancini et al., 2008).

Ademais, os surpreendentes avanços da genética e a necessidade crescente de tomadas de decisões colocam o ensino dessa disciplina em uma posição de destaque, com importantes implicações em diversos segmentos (Mello et al., 2000). Além disso, os meios de comunicação contemporâneos adquirem uma influência considerável, atribuindo ênfase a assuntos ligados a genética molecular, como a clonagem e os transgênicos (Justina et al., 2000).

O Brasil vem expandido os investimentos nas áreas de ensino, ciência e tecnologia junto à área biotecnológica, assim como os investimentos nas linhas de financiamento dessas atividades (Werthein e Cunha, 2009). Notícias de cunho biotecnológico que chegam até a sociedade, principalmente pela mídia, despertam cada vez mais a curiosidade nos alunos e o interesse em adquirir conhecimentos a respeito do tema. Tal conhecimento pode ser obtido por meio da pesquisa científica, fazendo com que o jovem possa criar uma melhor visão da realidade contemporânea em que vive (Souza et al., 2007). Isto também se baseia nas discussões, que são cada vez mais abordadas por autores em livros didáticos, discutindo sobre a produção de transgênicos, o uso de células-troncos em combate a doenças humanas, tecnologias de clonagem, dentre outros temas (Silva Junior e Sasson, 2005; Uzuniane e Birner, 2003).

O aluno deve ao término do ensino médio associar (aprender) conceitos básicos, participar de maneira analítica de processos de investigação científica, bem como das implicações sociais da ciência (Krasilchik, 2008). No entanto, a assimilação do conhecimento científico que serve como base para a discussão de temas polêmicos às vezes é trabalhada de forma insatisfatória e ineficiente (Bossolan, 2008), promovendo o desconhecimento por parte dos alunos do Ensino Médio sobre temas ligados à biotecnologia (Durbano et al., 2008). Pedrancini et al. (2008) ressaltam que os alunos se sentem despreparados principalmente quando há a necessidade de expor suas opiniões a respeito do tema, visto que a maneira como o ensino é administrado não está sendo suficiente para gerar a construção de conceitos. Além disso, o ensino apresenta-se desvinculado do dia-a-dia dos alunos, ficando restrito à sala de aula (Krasilchik, 2004).

O aprendizado científico pode ser construído a partir dos conhecimentos prévios que os alunos já trazem consigo, e com atividades que sejam planejadas e desenvolvidas de modo intencional (Bachelard, 1996; Bizzo e Kawasaki, 1999). Muitos objetivos devem ser levados em consideração ao longo do processo de ensino e aprendizagem, verificando as percepções e conceitos dos alunos sobre os assuntos que norteiam diversas discussões atuais.

Desse modo, o objetivo do trabalho consistiu em averiguar percepções de alunos do Ensino Médio (EM) no município de Ilha Solteira - São Paulo, sobre a temática Biotecnologia, o que contribui no futuro para realização de mudanças e/ou construção de ferramentas diferenciadas para o ensino-aprendizagem desse tema.

## 2 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido com alunos do ensino médio (EM), pertencentes a uma escola pública estadual, localizada na cidade de Ilha Solteira, São Paulo. O desenvolvimento do estudo consistiu em duas etapas, realizadas em períodos distintos, como apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Etapas do estudo metodológico.

|                 | <b>Período de desenvolvimento</b> | <b>nº de alunos participantes</b> | <b>Método investigativo</b>   | <b>Observação</b>   |
|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|---|
| <b>1ª etapa</b> | 1ª semana de novembro de 2013     | n = 120                           | Registro de observações e dúvidas – diário de campo.                            | Aula expositiva sobre os temas: transgênicos e organismos geneticamente modificados, com abordagens sobre conceitos, vantagens/desvantagens, exemplos do dia-a-dia. |
| <b>2ª etapa</b> | 1ª semana de maio de 2014         | n = 46                            | Questionário (Q1) – adaptação de Silva e Lisoni (2010); Cavanagh et al. (2005). | Q1 apresentava 10 questões relativas a quatro dimensões de avaliação: <i>conhecimento, interesse, fontes de informação e atitudes.</i>                              |

As dimensões avaliadas foram: *conhecimento* (questões: P1, P3, P4, P5, P6 e P7), *interesse* (P2), *fontes de informação* (P8 e P9) e *atitudes* (P10) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Questionário (Q1).

| <b>Dimensões avaliadas</b> | <b>Perguntas*</b>  |
|----------------------------|--|
| <b>Conhecimento</b>        | P1. Qual sua “concepção” sobre Biotecnologia?  |
|                            | P3. O que você entende por utilização de células-tronco? Qual seu nível de informação a respeito deste tema? |
|                            | P4. O que você entende por Projeto Genoma? E qual seu nível de informação a respeito deste tema?             |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
|                             | P5. O que você entende por Transgênicos e OGM"s? Qual o seu nível de informação a respeito destes temas?   |
|                             | P6. O que você entende por clonagem? Qual seu nível de informação a respeito deste tema?   |
|                             | P7. Referindo-se aos interesses da sociedade, cite uma importância (ou utilidade) proveniente das diferentes técnicas biotecnológicas abordadas. |
| <b>Interesse</b>            | P2. Qual o seu nível de interesse em relação à biotecnologia?  |
| <b>Fontes de informação</b> | P8. (I)  |
|                             | P9. (I)  |
| <b>Atitudes</b>             | P10. (II)  |

(I) As duas perguntas que avaliaram as fontes de informação foram:

P8 - Qual meio de acesso consistiu na determinação do seu conhecimento sobre os temas citados nas questões anteriores? Indique somente a principal, caso não haja fonte de conhecimento não marque nenhum. *Possíveis respostas: aulas, revistas, jornais, televisão, internet, artigos ou "se outro citar".*

P9 - Vocês acreditam que os materiais didáticos (sejam livros, apostilas, notícias, blogs, artigos, discussões em sala-de-aula, etc) na qual vocês utilizam no processo de aprendizagem de Biotecnologia são "suficientes" para um bom conhecimento? *Possíveis respostas: sim ou não.*

(II) E a décima questão (P10) que visou entender a atitude do aluno frente a uma proposição foi a seguinte:

P10 - Julgue a seguinte frase como verdadeira ou falsa e justifique sua resposta: "Os avanços nas descobertas no domínio da Biotecnologia, acabam gerando um intenso debate público, pois ao mesmo tempo em que essas técnicas podem ajudar a encontrar soluções para alguns problemas da humanidade, por outro, podem levar ao surgimento de dúvidas, críticas, desconfianças acerca de como estas técnicas estão sendo desenvolvidas e utilizadas (gerando, por exemplo, problemas relacionados à ética)". *Possíveis respostas: verdadeira ou falsa; justificativa.*

Nas perguntas P3, P4, P5 e P6, inseriu-se uma questão de nivelamento (autoavaliação). Este tipo de avaliação permite que o aluno estabeleça uma condição de reflexão sobre o próprio desempenho e auxilia o professor a realizar mudanças em seu plano de aula ou de certa forma modificar o que está inadequado.

No âmbito de conhecimento, realizaram-se questionamentos acerca de subtemas como células-tronco (CT), projeto genoma (PG), transgênicos (TRG) e clonagem (CL).

Com a organização dos dados e de acordo com a etapa do estudo metodológico, os resultados foram analisados baseando-se em atributos qualitativos e quantitativos, com transcrições na íntegra e mantendo-se os possíveis erros de gramática dos argumentos dos alunos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Resultados obtidos na primeira etapa do estudo

Durante a primeira etapa do estudo (diário de campo), observamos que poucos alunos tinham algum conhecimento em relação ao tema transgênico, indicando um possível contato prévio com o assunto, conforme as seguintes definições dadas pelos estudantes: *“São organismos geneticamente modificados pela biotecnologia ou engenharia genética”*; *“São organismos que receberam no seu material genético outro gene”*;

Exemplos de alimentos transgênicos e a situação de alguns países quanto à sua utilização foram trabalhados em sala de aula. Desse modo, dúvidas do tipo: *“Como está o Brasil em relação aos transgênicos?”*, *“Qual a diferença do óleo transgênico para o normal?”* foram abordadas pelos estudantes.

Entre outras observações, reconheceram estar consumindo produtos transgênicos, citando o consumo de salgadinhos na escola e fora desta - *“salgadinho da escola tem o rótulo!”*.

Muitos produtos encontrados nas prateleiras de supermercados, por exemplo, foram originados pela transgenia ou são OGM's, e são consumidos diariamente pelo homem. Segundo um estudo realizado por Pedrancini et al. (2008), 34% dos alunos descreveram que já consumiram produtos transgênicos, citando os derivados da soja, do milho, da batata entre outros. Sendo que de acordo com Ratz et al. (2013), 57% dos alunos participantes do seu estudo, revelaram que fariam uso de algum produto transgênico, devido sua maior qualidade, por exemplo.

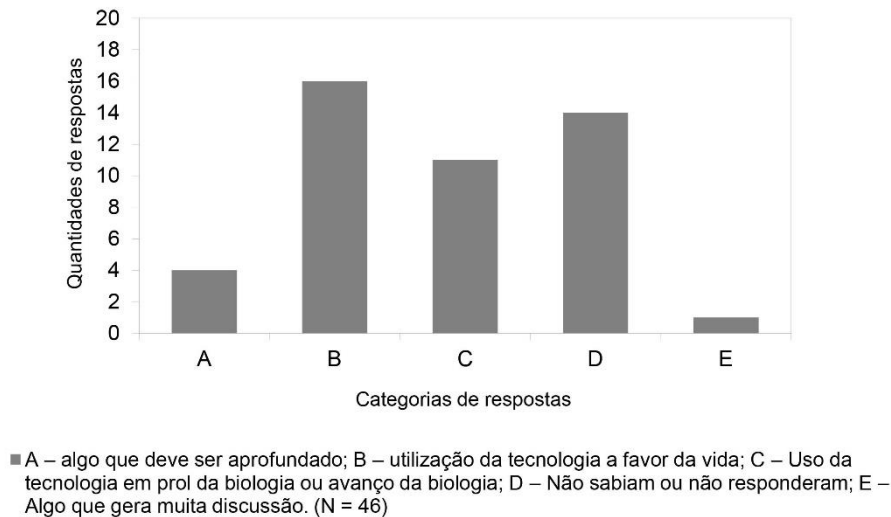
Muitos dos produtos oriundos da transgenia ou geneticamente modificados são utilizados em diversas práticas, na indústria têxtil, de construção, e não somente alimentação. Em contrapartida, existem algumas incertezas e “riscos potenciais”, amplamente debatidas na sociedade e percebidas pelos alunos: *“Quais os problemas para o homem?”*, *“Como os transgênicos afetam o solo?”*, *“Porque os antibióticos afetam a imunidade?”*, *“Há poluição por parte dos transgênicos?”*, *“Milho transgênico que tem um gene, com efeito semelhante à um veneno, pode prejudicar o homem?”*.

Ao se tratar dos exemplos de produtos TRG, foi relatado: *“meu pai produz em seu lote milho transgênico, mas não sei sobre os problemas que este pode provocar...”*. Revelando-nos que algumas desinformações a respeito do produto TRG que é cultivado em zoneamentos rurais ainda persistem.

#### 3.2 Resultados obtidos na segunda etapa do estudo

A faixa etária dos estudantes participantes foi de 16 à 19 anos, sendo que 89,1 % tinham entre 16 e 17 anos.

De acordo com a Figura 1, 34,78% dos alunos possuem “concepções” de que a biotecnologia está relacionada ao uso da tecnologia a favor da vida (categoria B), como verificado nas afirmações: *“estudos, pesquisas de como melhorar a vida através da tecnologia”*, *“utilização da tecnologia a favor dos seres vivos e meio ambiente”*, *“ela não é muito grande. Porém sei que podemos criar novos seres (plantas, animais) através dela resolver a questão de problemas genéticos etc”*. As respostas são superficiais, assim como apontado no estudo de Durbano et al. (2008), mostrando que existe uma superficialidade e o desconhecimento por parte dos alunos do Ensino Médio sobre a biotecnologia, com conceitos fragmentados ou inconsistentes.



**Figura 1.** Respostas categorizadas para a P1 (Q1). Qual sua “concepção” sobre Biotecnologia?

Pode-se estabelecer uma inter-relação entre as respostas da categoria B e C, onde cerca de 58% dos alunos destacaram a relação entre a biologia e tecnologia. Um trabalho realizado com estudantes do 12º ano do ensino português verificou que 75% dos estudantes acreditam que a biotecnologia é um conjunto de aplicações tecnológicas da biologia (Firmino, 2007).

Para 8,70% (categoria A) o tema deveria ser mais aprofundado em sala de aula: “*acho interessante para se aprofundar no assunto*”, “*acho que é um assunto que deveria ser mais estudado nas escolas*”, “*deve ser algo a ser mais abrangido*”, “*acho muito interessante*”. O mesmo foi constatado por Ratz et al. (2013), em que os dados demonstram que os assuntos pertinentes à biotecnologia, como os transgênicos, são de grande importância e merecem ser discutidos na escola.

Em relação aos resultados da P3, 26,09% não sabiam nada sobre CT (“*não entendo muito*”) ou optaram por não responder (Tabela 3), assinalando na autoavaliação o conceito zero para seu conhecimento sobre a utilização de células-tronco.

Cerca de 13% dos alunos, mesmo não sabendo ou não respondendo, assinalaram que sabiam pouco sobre o tema (nível 1), e um aluno em sua autoavaliação indicou que sabia entre razoável e muito (nível 4), contradizendo suas reais percepções na resposta discursiva. Além disso, na categoria: “Respostas pouco apropriadas”, alunos que indicaram possuir pelo menos um conhecimento básico ou até mesmo conhecimentos consideráveis forneceram respostas como: “*se forem mudar a genética original vai ficar sem sentido*”, “*é importante para a genética*”.

Esses resultados podem ser indicativos de que os alunos estão adquirindo conceitos errôneos e assumem como adequados os conhecimentos em processos auto avaliativos.

Foi abordado nas respostas uma das principais aplicabilidades das CT, o uso em tratamentos. Além do mais, outros estudantes relataram de que maneira as CT podem estar contribuindo na área médica. No trabalho realizado por Cavanagh et al. (2005) com 87 estudantes australianos (na faixa dos 10-12 anos), 63% dos participantes acreditam que a biotecnologia trará benefícios ao homem; 47% acreditam que leva a produção de novas drogas, ou ainda que essa ciência terá um maior impacto nas prevenções, diagnóstico e tratamento de câncer no homem (com 57% de concordância dos alunos).

Com base nas respostas que foram enquadradas em “Células que podem se reestabelecer (reconstruir)”, representando quase 11%, podemos destacar: “são células que podem se tornar células que exerçam qualquer função no corpo humano”, com pouco nível de conhecimento na autoavaliação pelo aluno; ou então “Sua utilização serve para dar ao organismo uma base para formar células específicas. Por exemplo, se há uma falta na medula aplica-se as células-tronco que são usadas para formar células reconstruídas” (nível médio de conhecimento atribuído pelo aluno).

**Tabela 3.** Respostas categorizadas para a P3 (Q1). O que você entende por utilização de células-tronco? Qual o seu nível de informação a respeito deste tema?

| <b>Categorias de respostas</b>                                     | <b>Autoavaliação*</b> | <b>Número de alunos/respostas</b> | <b>Porcentagem de respostas (%)</b> |
|--|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| <b>“Podem ser usadas para curas, tratamentos”</b>                  | 1                     | 02                                | 4,34                                |
|  | 2                     | 03                                | 6,53                                |
|  | 3                     | 03                                | 6,53                                |
|  | 4                     | 02                                | 4,34                                |
| <b>“Células que podem se reestabelecer no corpo (reconstruir)”</b> | 1                     | 01                                | 2,17                                |
|  | 2                     | 01                                | 2,17                                |
|  | 3                     | 03                                | 6,53                                |
| <b>“Quer saber mais”</b>   | 1                     | 01                                | 2,17                                |
|  | 2                     | 01                                | 2,17                                |
| <b>“Respostas pouco apropriadas”</b>                               | 1                     | 01                                | 2,17                                |
|  | 2                     | 01                                | 2,17                                |
|  | 3                     | 01                                | 2,17                                |
|  | 4                     | 01                                | 2,17                                |
| <b>“Não sabem ou não responderam”</b>                              | 0                     | 12                                | 26,09                               |
|  | 1                     | 06                                | 13,05                               |
|  | 2                     | 03                                | 6,53                                |
|  | 3                     | 03                                | 6,53                                |
|  | 4                     | 01                                | 2,17                                |
| <b>Total</b>   | -                     | 46                                | 100                                 |

\*Níveis de informação representado numa escala de 0 a 5, onde 0 – nada, 1 -pouco, 2 – entre pouco e razoável, 3 – razoável, 4 – entre razoável e muito, 5 – muito.



Na abordagem do tema PG (P4), a maioria dos alunos (52,18%) indicaram não saber nada a respeito: “nada, mas gostaria de estudar esse projeto genoma”, “não sei”, “não sei nada”. Confirmado pela autoavaliação, com 24 alunos atribuindo o conceito zero. Outros alunos (19,57%) também não responderam à pergunta discursiva, mas indicaram conceitos distintos de zero. Desse modo, mais de 70% dos alunos não apresentaram nenhum tipo de percepção sobre o PG (Tabela 4).

O tipo de resposta mais frequente, refere-se ao fato de que o Projeto Genoma está relacionado ao estudo da carga genética de um indivíduo, por exemplo, “projeto genoma, tenta sequenciar a carga genética da espécie”, “carga genética de alguma espécie” (Tabela 4).

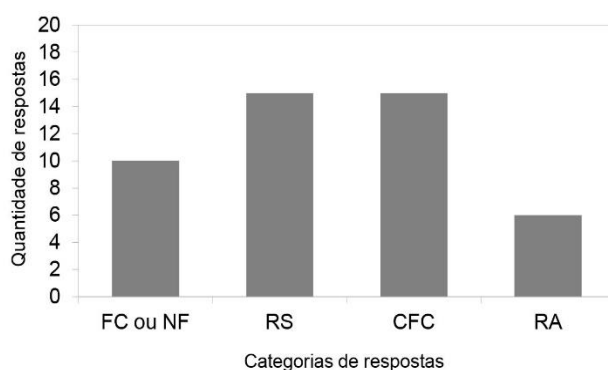
**Tabela 4.** Respostas categorizadas para a P4 (Q1). O que você entende por Projeto Genoma? E qual seu nível de informação a respeito deste tema?

| <b>Categorias de respostas</b>                                  | <b>Autoavaliação*</b> | <b>Número de alunos/respostas</b> | <b>Porcentagem de respostas (%)</b> |
|---|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| <b>“Estudo da carga genética”</b>                               | 0                     | 01                                | 2,17                                |
|   | 1                     | 03                                | 6,54                                |
|   | 2                     | 01                                | 2,17                                |
|   | 3                     | 02                                | 4,35                                |
| <b>“Relacionado aos genes”</b>                                  | 1                     | 01                                | 2,17                                |
|   | 3                     | 01                                | 2,17                                |
|   | 4                     | 01                                | 2,17                                |
| <b>“Estudo do genoma para possíveis descobertas de doenças”</b> | 1                     | 01                                | 2,17                                |
| <b>“Mapeamento de DNA”</b>                                      | 2                     | 01                                | 2,17                                |
| <b>“Modificar geneticamente animais”</b>                        | 2                     | 01                                | 2,17                                |
| <b>“Não sabem ou não responderam”</b>                           | 0                     | 24                                | 52,18                               |
|   | 1                     | 04                                | 8,70                                |
|   | 2                     | 04                                | 8,70                                |
|   | 3                     | 01                                | 2,17                                |
| <b>Total</b>  | -                     | 46                                | 100                                 |

\*Níveis de informação representado numa escala de 0 a 5, onde 0 – nada de, 1 -pouco, 2 – entre pouco e razoável, 3 – razoável, 4 – entre razoável e muito, 5 – muito.



Quando abordado TRG e OGM's na quinta questão, a maioria das percepções (65,22% das respostas) foram classificadas entre superficiais (RS) ou com fundamentos corretos (CFC) (Figura 2).



■ FC ou NF – respostas "fora de contexto" ou não fornecidas; RS – respostas superficiais; CFC – respostas com fundamentos corretos; RA – respostas apropriadas. (N = 46)

**Figura 2.** Respostas categorizadas para a P5 (Q1). O que você entende por Transgênicos e OGM's? Qual o seu nível de informação a respeito destes temas?

De acordo com a Tabela 5, 54,35% dos alunos indicaram saber razoavelmente sobre o tema, estando de acordo com o sistema de classificação adotado, onde 46% das respostas foram direcionadas as categorias CFC ou respostas adequadas (RA).

**Tabela 5.** Níveis de informação dos alunos em relação aos TRG e OGM's (pela autoavaliação).

| Níveis de informação (autoavaliação)* | Quantidade de respostas | Porcentagem de respostas (%) |
|---------------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| 0                                     | 2                       | 4,34                         |
| 1                                     | 1                       | 2,17                         |
| 2                                     | 8                       | 17,39                        |
| 3                                     | 25                      | 54,35                        |
| 4                                     | 6                       | 13,05                        |
| 5                                     | 4                       | 8,70                         |
| <b>Total</b>                          | 46                      | 10                           |

\*Níveis de informação representado numa escala de 0 a 5, onde 0 – nada, 1 -pouco, 2 – entre pouco e razoável, 3 – razoável, 4 – entre razoável e muito, 5 – muito.

Pedrancini et al. (2008) constatou que os estudantes entendiam por transgênicos, conceitos associados a expressão “geneticamente modificado (a)”, sendo que em relação ao que pode ser geneticamente modificado, as respostas vacilaram entre “organismo”, “planta”, “alimento” ou simplesmente “produto”. O mesmo aconteceu no trabalho de Ratz et al. (2013), em que vários alunos utilizaram uma definição demasiado genérica, usando simplesmente o termo “geneticamente modificados”.

Verificamos tais ocorrências no presente estudo, com respostas categorizadas em RS, como por exemplo: “*são vegetais e organismos geneticamente modificados, ou seja melhores que os outros*” (dois alunos com respostas semelhantes); “*que alguns dos nossos alimentos são transgênicos, temos que tomar cuidado*”; “*são produtos que são melhorados em laboratório, como por exemplo, milho, soja, arroz etc. Organismos geneticamente modificados são modificados em laboratório e são melhorados (como os transgênicos)*”.

Alguns estabeleceram a relação da técnica de transgenia e práticas laboratoriais: “*são plantas criadas no laboratório*”, “*são alimentos trabalhados em laboratório, eles são estudados para se desenvolver e se multiplicar mais rápido, gerando lucro para as empresas*”. Verificamos que os alunos do 3º ano do EM no Paraná, também responderam que os transgênicos são modificados no laboratório (Pedrancini et al., 2008).

Dentre as respostas classificadas como RA, podemos destacar duas: “*Um exemplo de transgênicos é o milho, a soja. Esse processo serve para melhorar a espécie que lhe é aplicada. Ex: o milho pode ficar mais resistente*”; “*São organismos que ao terem seu DNA modificado, passam a exercer (possuir) características que não pertencem originalmente a eles*”. Ambas as respostas vieram de alunos que atribuíram na autoavaliação conceito 2 (conhecimento entre pouco e razoável), indicando possivelmente a importância que o método auto avaliativo obteve, com alunos distinguindo seus reais conhecimentos de suas intenções.

Ainda com relação aos transgênicos, muitos estudos já foram desenvolvidos no intuito de averiguar as concepções de alunos do Ensino Médio sobre este tema (Pedrancini et al., 2008; Carvalho et al., 2012). De forma geral, estes estudos revelam que os alunos não possuem conhecimentos bem definidos sobre transgênicos, uma vez que utilizam concepções intuitivas ou do senso comum sobre os mesmos.

A P6 visou abordar a percepção do aluno referente à clonagem (CL) (Tabela 6). Identificamos a fragmentação do conteúdo em relação aos fundamentos e principais conceitos desse tema, provavelmente devido aos conceitos de citologia e genética que são inseridos no contexto de aprendizagem de Biologia no EM.

Respostas categorizadas em “Cópia do DNA” foram as mais frequentes (com quase 20%): “*pega-se o DNA de um animal e implanta o óvulo em uma fêmea da espécie, nascerá o clone, mas com a mesma idade daquele que foi retirado o DNA*”. Aproximadamente 13% dos alunos acreditam que a clonagem está relacionada aos genes do organismo: “*retira o gene de um animal e coloca em outro*”, “*duplicação dos genes para que nasçam dois indivíduos idênticos*”, “*pega os genes de algum organismo e coloca em outro*”. E outros 8,70% relataram que se trata de um procedimento feito em laboratório (Tabela 6).

**Tabela 6.** Respostas categorizadas para a P6 (Q1). O que você entende por clonagem?

| <b>Categorias de respostas</b>             | <b>Número de alunos/respostas</b> | <b>Porcentagem de respostas (%)</b> |
|--|-----------------------------------|-------------------------------------|
| <b>“Cópia do DNA”</b>                      | 09                                | 19,57                               |
| <b>“Formação de algo idêntico”</b>         | 07                                | 15,22                               |
| <b>“Através de células”</b>                | 06                                | 13,04                               |
| <b>“Está relacionado aos genes”</b>        | 06                                | 13,04                               |
| <b>“Procedimento feito em laboratório”</b> | 04                                | 8,70                                |
| <b>“Cópia de um indivíduo”</b>             | 04                                | 8,70                                |
| <b>Respostas inapropriadas</b>             | 02                                | 4,34                                |
| <b>“Ovelha Dolly”</b>                      | 01                                | 2,17                                |
| <b>Não sabem ou não responderam</b>        | 07                                | 15,22                               |
| <b>Total</b>                               | 46                                | 100                                 |

Os dados referentes à autoavaliação são apresentados na Tabela 7, com aproximadamente 20% dos alunos indicando possuir entre “razoável” e “muitas informações” a respeito do tema CL (4 e 5), diferente do observado nas respostas discursivas, confirmando a necessidade de ser trabalhado em sala de aula o tema proposto.

**Tabela 7.** Níveis de informação dos alunos em relação a CL (pela autoavaliação).

| <b>Níveis de informação (autoavaliação)*</b> | <b>Quantidade de respostas</b> | <b>Porcentagem de respostas (%)</b> |
|--|--------------------------------|-------------------------------------|
| <b>0</b>                                     | 2                              | 4,34                                |
| <b>1</b>                                     | 4                              | 8,70                                |
| <b>2</b>                                     | 15                             | 32,61                               |
| <b>3</b>                                     | 16                             | 34,78                               |

|              |    |       |
|--------------|----|-------|
| <b>4</b>     | 8  | 17,40 |
| <b>5</b>     | 1  | 2,17  |
| <b>Total</b> | 46 | 100   |

\*Níveis de informação representado numa escala de 0 a 5, onde 0 – nada, 1 -pouco, 2 – entre pouco e razoável, 3 – razoável, 4 – entre razoável e muito, 5 – muito.

A sétima questão (P7) visou trabalhar nos alunos a capacidade de síntese de todos os temas abordados nas questões anteriores, solicitando pelo menos uma importância de algumas das técnicas.

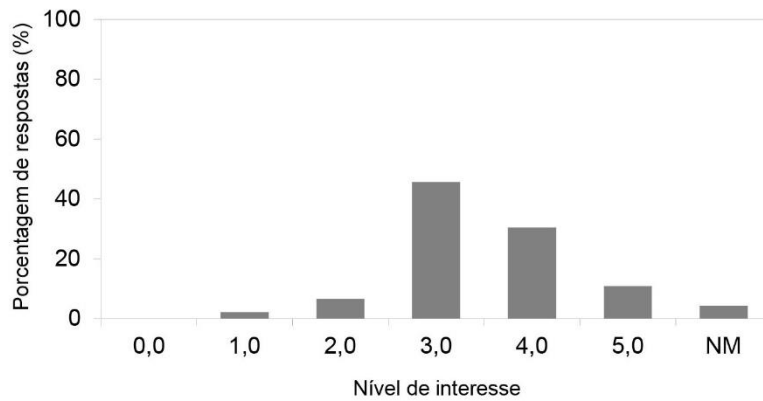
Atribuíram respostas divididas entre as vantagens diretamente ligadas aos TRG e/ou a utilização de técnicas como a CL:

- *“A transgenia permite criar vegetais imune a pragas ou agrotóxicos e, por clonagem, selecionar as melhores para o plantio”;*
- *“Melhorar a qualidade de vida das pessoas quanto a saúde, a alimentação e até aos outros setores da vida”;*
- *“Através das técnicas biotecnológicas, foram descobertas doenças, curas essas doenças, melhoramento genético, criação de transgênicos etc.”;*
- *“Pode ajudar a formulas remédios para cura de várias doenças”;*
- *“Ajudar pessoas com fome”;*
- *“Descobertas para doenças, melhoramento de alimentos”;*
- *“Pode-se criar alimentos resistentes a pragas que podem ser colhidos mais rápido etc.”*

Deve-se considerar entre os resultados obtidos com a P7, o seguinte argumento: *“Exemplo: ajuda mãe que não tem todos os nutrientes que precisa ter no leite então é tirado do arroz que passa por um processo, e se transforma em leite em pó com os nutrientes que falta”.*

Há seis meses, o investigador ao trabalhar com os alunos as principais características pertinentes aos TRG e OGM's, relatou sobre a produção de proteínas do leite humano a partir de células e tecidos de vegetais, principalmente o arroz, visto que essa espécie tem sido utilizada na expressão da ferritina (Drakakaki et al., 2000) e principalmente na expressão de lactoferrina (Suzuki et al., 2003).

Na dimensão *interesse*, a P2 questionou o interesse dos alunos em relação à temática central. Cerca de 30% dos participantes apresentaram entre “razoável e muito” interesse pelo assunto (Figura 3).



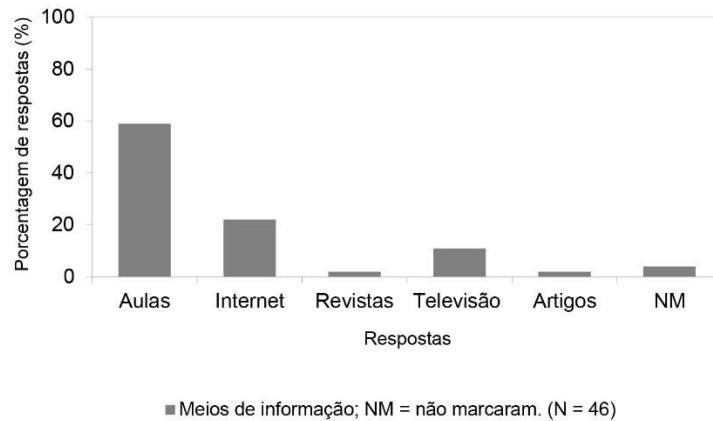
■ Nível de interesse pelo assunto. Sendo 0,0 para nada de interesse, 1,0 – pouco, 2,0 – entre pouco e razoável, 3,0 – razoável, 4,0 – entre razoável e muito, 5,0 – muito, NM = não marcaram nenhuma opção. (N = 46)

**Figura 3.** Respostas para a P2 (Q1). Qual o seu nível de interesse em relação à biotecnologia?

Aproximadamente 45% dos estudantes apresentam um interesse razoável pelo assunto, possivelmente estando relacionado ao fato de que o tema deveria ser mais abordado em sala de aula. Trabalhos mostram que o interesse dos alunos pelo assunto é grande, mesmo que em diferentes graduações (Pedrancini et al., 2007; Ratz et al., 2013). Segundo Ratz et al. (2013), 29% dos alunos são extremamente interessados no assunto, sendo que a grande maioria (71%) apresentam interesse moderado, ou simplesmente há interesse por parte dos alunos.

Em relação às perguntas P8 e P9, a dimensão analisada trata-se dos meios de comunicação (*fontes de informação*) utilizados para obtenção das informações inerentes aos diversos assuntos da biotecnologia, bem como, permite verificar se os materiais que costumam utilizar (como apostilas) são suficientes no processo de aprendizagem.

Na oitava questão, quase 60% dos alunos consideraram que o acesso às salas de aula foi o fator determinante na constituição do conhecimento sobre os temas relacionados à biotecnologia (Figura 4).



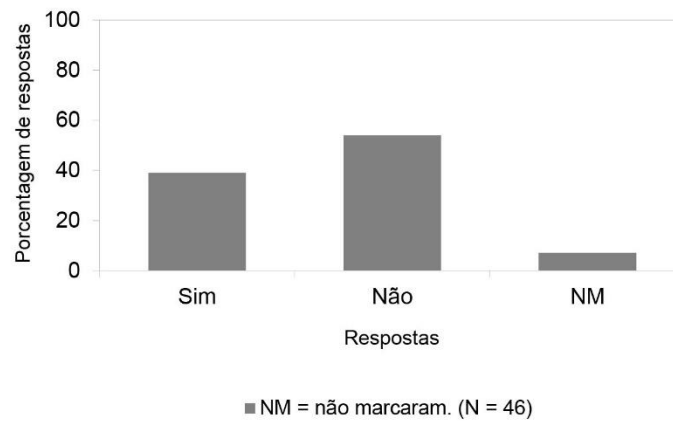
**Figura 4.** Respostas para a P8 (Q1). Qual meio de acesso consistiu na determinação do seu conhecimento?

Os outros meios (vias de acesso) indicados pelos alunos foram: internet, televisão, revistas e artigos. Firmino (2007) constatou que alunos do 9º ano e do 12º ano do ensino básico português utilizam como principais fontes de informação sobre biotecnologia a televisão, sendo que no 9º ano outros meios muito bem citados foram à internet e os professores, divergindo das respostas subsequentes à televisão com os alunos do 12º ano, sendo os professores a segunda fonte mais utilizada.

Ratz et al. (2013) através de um estudo numa cidade do interior paulista com estudantes do Ensino Médio, verificou que a fonte utilizada é principalmente a internet, com 79% das respostas, seguido pela utilização dos livros didáticos, e sem nenhuma referência a revistas ou televisão.

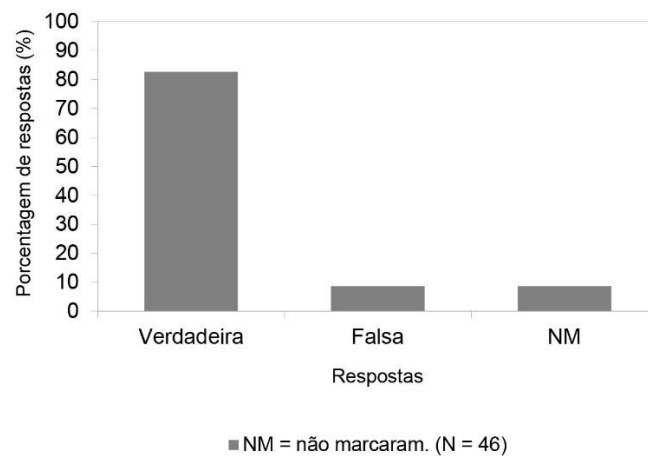
Com base na Figura 5 observa-se que 54% dos alunos acreditam que os materiais utilizados, principalmente os instrumentos de ensino escolar, como o próprio laboratório de biologia da instituição, não são suficientes no processo de ensino-aprendizagem. Como verificado nas respostas: *“infelizmente em minha escola há laboratório de biologia que não é utilizado, poderíamos ter algumas aulas práticas, mas isso não acontece”*, *“ajuda mas para ter um melhor conhecimento só praticando também algo”*.

Os alunos indicaram que os materiais didáticos não são suficientes no ensino dos temas, mas também acreditam que deve haver mais interesse do corpo discente: *“precisamos de mais interesse dos próprios alunos, mas acabamos recebendo muita pressão e não conseguimos 100% de aprendizagem”*.



**Figura 5.** Respostas para a P9 (Q1). Vocês acreditam que os materiais didáticos são “suficientes”?

Na décima questão, os alunos deveriam julgar como verdadeira ou falsa a afirmação de que na atualidade existem implicações éticas e intensos debates públicos em relação à utilização de ferramentas da Biotecnologia (Figura 6).



**Figura 6.** Respostas para a P10 do Q1.

Dos alunos que optaram por julgar como verdadeira, 30% destes não deram nenhuma justificativa. Entretanto a maioria apresentou justificativas pertinentes, como por exemplo: *“Muitas pessoas consideram os avanços da biotecnologia algo que desafia a moral e a ética por modificar a vida que consideramos correta desde sempre. Por exemplo, aprendemos que o bom e saudável é comer frutas naturais, mas a biotecnologia mostra que é possível melhorar essas frutas, mas como não é natural, temos desconfiança e julgamos fazer mal”*.



#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho verificou que os alunos demonstram considerável interesse pelo assunto e apresentam conhecimentos básicos sobre temas como clonagem e transgênicos; possuem percepções inapropriadas ou fragmentadas em relação a temas relevantes como o projeto genoma e células-tronco.

A sala de aula consiste no principal meio de aprendizado, havendo influências de outros meios como a internet e a televisão, que de certo modo contribuem para a contextualização dos temas abordados.

Com base em auto avaliações, observamos que há um distanciamento entre o que os alunos realmente percebem e os níveis de informação que acreditam possuir, já que muitos atribuíram níveis de informação sobre alguns temas acima do que era esperado pelo investigador quando analisado a parte discursiva da questão.

Atividades como a realizada na primeira etapa (aula teórica expositiva e de pesquisa sobre os transgênicos e OGM's – por intermédio do pesquisador e do professor responsável) podem contribuir para o processo de ensino-aprendizagem de outros temas menos conhecidos. Além disso, o estudo aprofundado dos conteúdos e sequências abordados no material didático escolar (livros, cadernos do governo) e em circulação extraclasse, pode contribuir significativamente para a coordenação eficiente do processo de ensino e aprendizagem de Biotecnologia.

#### REFERÊNCIAS

- Demain, A. L. (2006). From natural products discovery to commercialization: a success story. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 33, 486 – 495.
- Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto.
- Bizzo, N.; Kawasaki, C. S. (1999). Este artigo não contém colesterol: pelo fim das imposturas intelectuais no ensino de Ciências. *Projeto: Revista de Educação*, Porto Alegre, 1 (1), 25-34.
- Bossolan, N. R. S. (2008). O tema biotecnologia no manual do professor: leituras e atividades adicionais para a formação docente. In: PAVÃO, Antonio Carlos & FREITAS, Denise. (Org.), *Quanta ciência há no ensino de ciências*, São Carlos: EdUFSCar. 301-307.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. (2006). *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, Brasília: MEC, v. 2.
- Carvalho, J. S.; Gonçalves, N. M. N.; Peron, A. P. (2012). Transgênicos: diagnóstico do conhecimento científico discente da última série do ensino médio das escolas públicas do município de Picos, estado do Piauí. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, 10 (3), 288-292.
- Cavanagh, H.; Hood, J.; Wilkinson, J. (2005). Riverina high school student's views of biotechnology. *Electronic Journal of Biotechnology*, 8 (2).

Coghlan, A.; Cohen, P.; Holmes, B.; Kleiner, K.; Mackenzie, D.; Nowak, R.; Pearce, F. (2002). Beyond organics: forget the battle now raging between organic and intensive farming. There is another way. *New Scientist*, 174 (2343), 32–41.

Drakakaki, G.; Christou, P.; Stöger, E. (2000). Constitutive expression of soybean ferritin cDNA in transgenic wheat and rice results in increased iron levels in vegetative tissues but not in seeds. *Transgenic Research*, 9 (6), 445-452.

Durbano, J. P. D. M.; Padilha, I. Q. M.; Rêgo, T. G.; Rodrigues, P. A. L.; Araújo, D. A. M. (2008). Percepção do conhecimento dos alunos de ensino médio do município de João Pessoa-PB sobre temas emergentes em biotecnologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA, 54, 2008, Salvador. *54º Congresso Brasileiro de Genética*. Salvador: SBG, 2008, p. 4. Disponível em: <[http://web2.sbg.org.br/congress/sbg2008/resumos\\_index.asp#](http://web2.sbg.org.br/congress/sbg2008/resumos_index.asp#)>. Acesso em: 11 mar. 2013.

Firmino, M. N. P. Biotecnologia – Estudo Exploratório das Percepções e Atitudes de Professores e Alunos. 2007. 126p. *Dissertação* (Mestrado em Biologia para o Ensino) – Universidade do Porto, Faculdade de Ciências. 2007.

Justina, L. A. D.; Leyser da Rosa, V. (2000). Genética no ensino médio: temáticas que apresentam maior grau de dificuldade na atividade pedagógica. In: *Coletânea do VII Encontro “Perspectivas do ensino de Biologia”*, São Paulo: FEUSP, 794-795.

Krasilchik, M.; Marandino, M. (2004). *Ensino de ciências e cidadania*. São Paulo: Moderna.

Krasilchik, M. *Prática de Ensino de Biologia*. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2008.

Marshall, E. (2000). Gene therapy on trial. *Science*, 288 (5468), 951–957.

Mello, C. M.; Motokane, M. T.; Tivelato, S. L. F. (2000). Ensino de genética: avaliação de uma proposta inovadora. In: *Coletânea do VI Encontro “Perspectivas do ensino de Biologia”*. Campinas: UNICAMP, 376-377.

Pedrancini, V. D.; Corazza-Nunes, M. J.; Galuch, M. T. B.; Moreira, A. L. O. R.; Ribeiro, A. C. (2007). Ensino e aprendizagem de Biologia no Ensino Médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, 6 (2), 299-309.

Pedrancini, V. D.; Corazza-Nunes, M.; Galuch, M. T. B.; Moreira, A. L. O. R.; Nunes, W. M. C. (2008). Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênico. *Ciência & Educação*, Bauru, 14 (1), 135-146.

Perry, D. (2000). Patient’s voices: The powerful sound in the stem cell debate. *Science*, 287 (5457), 1423.

Ratz, S. V. S.; Martins, P. C. M.; Motokane, M. T. (2013). As concepções alternativas de estudantes sobre as implicações socioambientais do uso dos transgênicos. *Revista Genética na Escola*, São Paulo, 8 (1), 58-67.

Silva Junior, C.; Sasson, S. *Biologia. Volume único*. São Paulo: Ed. Saraiva, 2005.

Silva, R. G.; Lisoni, F. C. R. (2010) Análise do conhecimento e abordagem da importância em Biotecnologia por graduandos de Licenciatura em Ciências Biológicas na Unesp – Campus de Ilha Solteira. In: *IV Encontro de Ciências da Vida – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira*.

Souza, E. O. S.; Silva, E. S.; Dottori, S. S. (2007). *Biologia para o ensino médio. Projeto de reorientação curricular para o estado do Rio de Janeiro – Ensino médio e fundamental*, Rio de Janeiro, 1-14.

Suzuki, Y. A.; Kelleher, S. L.; Yalda, D.; Wu, L.; Huang, J.; Huang, N.; Lönnerdal, B. (2003). Expression, characterization and biological activity of recombinant human lactoferrina in rice. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 36 (2), 190-199.

Uzunian, A.; Birner, E. *Biologia. Volume único*, São Paulo: Ed. Harbra, 2003.

Werthein, J.; Cunha, C. (2009). *Investimentos em educação, ciência e tecnologia: o que pensam os jornalistas*. 2ª ed. Brasília: UNESCO, Instituto Sangari.