

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação / CECIMIG
ENCI – Ensino de Ciências por Investigação – Turma ENCI V

FABRÍCIO THIAGO MOURA OLIVEIRA

TESTE DE EVIDÊNCIA COMO ATIVIDADE INVESTIGATIVA SOBRE
“TRANSGENIA E TÉCNICA DE DNA RECOMBINANTE” PARA ALUNOS DO
ENSINO MÉDIO.

BELO HORIZONTE – MG

2014

FABRÍCIO THIAGO MOURA OLIVEIRA

**TESTE DE EVIDÊNCIA COMO ATIVIDADE INVESTIGATIVA SOBRE
“TRANSGENIA E TÉCNICA DE DNA RECOMBINANTE” PARA ALUNOS DO
ENSINO MÉDIO.**

Monografia Apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais, como parte das exigências do Curso de Pós Graduação *Latu Sensu* em Ensino de Ciências por Investigação, para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Orientador
Hesley Machado Silva

BELO HORIZONTE – MG

2014

RESUMO

O Ensino de Ciências por Investigação tem se tornado, em conjunto com a proposta Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), uma estratégia de ensino do professor para a construção do conhecimento científico do educando, possibilitando a formação de cidadãos com a capacidade de tomada de decisões. Devido aos recorrentes avanços da biotecnologia e a inserção da sociedade em discussões sobre os produtos transgênicos, este trabalho teve por objetivo mapear por meio de Testes de Evidências a estrutura cognitiva de alunos do Ensino Médio sobre o tema e construir conhecimentos científicos que permitam a formação de educandos aptos a criticar e a debater seus pontos de vista. Os resultados obtidos sugerem que os educandos possuem conhecimentos incipientes sobre transgênicos e que a intervenção pedagógica possibilitou a construção de conceitos, capacitando-os a criticar informações e reafirmando o valor dos Testes de Evidências como atividade investigativa para detecção e construção de conhecimentos científicos.

Palavras-chave: Ensino por Investigação. Biotecnologia. Teste de Evidências. Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

ABSTRACT

Research in Science Teaching has become an teacher's tool to the construction of scientific knowledge by the learner, which in conjunction with the Science, Technology and Society proposal – STS allows the formation of citizens with the ability of making the applicants decisions. Because of advances in biotechnology and the insertion of society in discussions about GM products, this study aimed to map, through the Evidence Testing, the High School students' on the topic, and build scientific knowledge that enables these students to be apt to criticize and discuss their point of view. The result obtained suggests that students have incipient knowledge about transgenic, and pedagogical intervention that enabled the construction of concepts, enabling them to criticize information, and reaffirming the value of the evidence tests as a research activity for the detection and construction of scientific knowledge.

Keywords: Research in Science Teaching. Biotechnology. Evidence Testing. Science, Technology and Society proposal (STS).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Figuras 1 e 2 da questão 1 do Teste de Evidências.	19
Figura 2 – Slide 15 – Visões distorcidas sobre transgênicos	29
Figura 3 – Aula teórica, relembrando conceitos iniciais da genética	30
Figura 4 – Uso de esquema gráfico para explicar o processo de produção de um organismo transgênico	30
Figura 5 - Slide 22 - exemplo de aplicação de organismos transgênicos.....	31
Figura 6 – Formação de equipes (grupos) para resolução da “Ficha 2 – Grupo”.	32
Figura 7 – Esquema produzido pelo grupo A como resposta a Questão 2 da SDI. Ficha 3 – Final.	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – As etapas da intervenção didático-pedagógica na escola.	15
Tabela 2 – Dados obtidos na Questão 1b de Lourenço & Reis (2013) versus dados obtidos no trabalho.	20
Tabela 3 – Algumas respostas obtidas na Questão 3 com suas respectivas ideias centrais.....	24
Tabela 4 – Benefícios e Impactos dos transgênicos citados pelos alunos etapa final da SDI. Questão 3 (Ficha 3 – Final).	35
Tabela 5 – Respostas finais da Sequência Didática Interativa (Questão 4) do Grupo A e Grupo B na Ficha 3 – Final.	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comparação das respostas dadas pelos alunos na Questão 1a.....	19
Gráfico 2 – Comparação das justificativas dadas pelos alunos que responderam corretamente a questão 1a	21
Gráfico 3 – Comparação da compreensão dos alunos sobre processo no qual o transgênico é construído.	22
Gráfico 4 – Comparação da compreensão dos alunos sobre possíveis benefícios ou impactos oriundos dos transgênicos	23
Gráfico 5 – Frequências de benefícios identificados na questão 3	25
Gráfico 6 – Impactos identificados nas respostas dos alunos na questão 3 do Teste de Evidências.	26
Gráfico 7 – Postura dos alunos no consumo de merenda preparada com alimentos de origem transgênica.	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	9
2.1. OBJETIVO GERAL	9
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3. JUSTIFICATIVA	10
4. REFERÊNCIAS TEÓRICOS	11
4.1 Testes de Evidências	11
4.2 Ensino de Ciências por Investigação	11
4.3 Biotecnologia/ Organismos Geneticamente Modificados.....	13
5. METODOLOGIA.....	14
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
6.1 Análise do Teste de Evidência	18
6.1.1. QUESTÃO 1A E 1B	18
6.1.2. QUESTÃO 2	21
6.1.3. QUESTÃO 3.....	23
6.1.4. QUESTÃO 4	26
6.2 Construção de Conceitos Científicos a partir dos dados coletados no Teste de Evidência	27
6.3 Análise da proposta didático-metodológica para avaliação dos educandos após intervenção pedagógica – Sequência Didática Interativa (SDI)	31
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
APÊNDICE	40

1. INTRODUÇÃO

As atividades de caráter investigativo podem se caracterizar como práticas experimentais, de campo e de laboratório, demonstrações, exploração de filme, testes de evidências, elaboração de pesquisa, dentre outras (CASTRO *et al.*, 2008). A importância dessa metodologia no cenário de ensino de ciência tem ganhado força juntamente com o movimento CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade que, em conjunto, possibilitam ao educando observar, planejar, levantar hipóteses, realizar medidas, interpretar dados, refletir e construir explicações de caráter teórico de forma a adquirir condições de entender o seu entorno, refletir, ler e entender o funcionamento básico a respeito da ciência/tecnologia (PINHEIRO *et al.*, 2007).

Segundo Jófili (2002), o aluno traz para a sala de aula ideias espontâneas adquiridas durante sua vivência social, cultural, construções pessoais e não pode ser tido como um recipiente vazio. Inspirada nas ideias de Piaget, a autora determina que os conhecimentos prévios dos educandos sirvam como ponto de partida para a construção de conceitos científicos.

Com a finalidade de explorar quais conhecimentos prévios, concepções espontâneas e intuitivas os alunos levam para a sala de aula, o Professor de Ciências pode utilizar os Testes de Evidências, que são métodos utilizados por pesquisadores a fim de mapear a estrutura cognitiva dos alunos. Vários instrumentos desta natureza têm sido referidos na literatura como, por exemplo, testes de associação de palavras, entrevista clínica, técnicas de escalonamento multidimensional, análise de agrupamentos hierárquicos e testes do tipo múltipla escolha (SILVEIRA *et al.*, 1986).

Desta forma, ao se observar as dificuldades encontradas principalmente no ensino da Genética e Biologia Molecular, é possível discutir como os Testes de Evidências com caráter investigativo podem ser aplicados em sala de aula. Essas dificuldades de compreensão podem estar relacionadas à grande complexidade no entendimento de estruturas que não são visíveis ou quase imperceptíveis aos olhos dos estudantes (LOURENÇO e REIS, 2013). Afinal, compreender como o material genético (DNA ou RNA) é manipulado pelas técnicas de engenharia genética para a produção dos Organismos geneticamente Modificados é bastante complexo, pois exige alto grau de abstração. Além disso, os alunos não vivenciam essas técnicas

no laboratório escolar, o que também pode comprometer os processos de ensino e aprendizagem (ANDRADE e MASSABNI, 2011).

Para superar esses paradigmas, é necessário que o docente utilize metodologias de ensino que contribuam para a aprendizagem dos estudantes, pois discutir sobre esses temas em sala de aula são de fundamental importância para o desenvolvimento da criticidade e da autonomia dos cidadãos. Não podemos deixar de considerar que as técnicas de engenharia genética que permitem que o homem faça novas combinações de material genético em diversos tipos de seres vivos desencadeiam mudanças profundas no comportamento ético da sociedade civil (XAVIER *et al.*, 2009).

Diante desse contexto é que o Professor de Ciências deve estar atento para discutir e explorar em sala de aula as questões sociais e éticas decorrentes dos avanços da Biologia Molecular, haja vista que esse campo da Biologia tem sido alvo de destaque da mídia contemporânea e que tem tratado de fatos e acontecimentos de interesse conjuntural, sem compromisso com orientações educativas.

Dessa forma, ocorre a necessidade de explorar os conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva dos educandos possibilitando-os a interagir com as novas ideias e tornarem-se cidadãos com capacidade de tomada de decisões, a fim de discutir criticamente informações divulgadas em jornais, revistas e televisão (PAIVA e MARTINS, 2006).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Verificar por meio do Teste de Evidência, conhecimentos prévios, concepções espontâneas e intuitivas dos alunos e utilizá-los como ponto de partida na construção de conceitos científicos sobre “Transgenia e Técnica de DNA Recombinante”.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 2.2.1. Analisar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre temas da área de Genética.
- 2.2.2. Verificar a eficiência do Teste de Evidência na identificação dos conhecimentos prévios.
- 2.2.3. Discutir a metodologia empregada na coleta e análise de dados.
- 2.2.4. Verificar se ocorre discrepância entre as ideias prévias dos estudantes e o conceito científico.
- 2.2.5. Comparar os resultados obtidos com os de outros autores de metodologia similar.

3. JUSTIFICATIVA

O presente trabalho investiga a importância dos Testes de Evidências para construção de conceitos científicos relativos a organismos geneticamente modificados (OGM) e as técnicas utilizadas na produção de transgênicos. A proposta visa a contribuir para a compreensão do conceito piagetiano de conflito cognitivo, que defende que o conhecimento prévio dos alunos tem grande influência na aprendizagem subsequente (AGUIAR e MORTIMER, 2005).

A ênfase no tema proposto se dá pelo fato da grande divulgação de pesquisas que abordam o melhoramento genético com base em bioengenharia e transgênicos, assuntos que se tornaram presentes no dia a dia de todos os cidadãos independentemente de possuírem ou não conhecimentos científicos (SOUZA *et al.*, 2009). Assim, o ensino voltado ao tema apresentado possibilita ao aluno criar uma base sólida de conhecimento, a fim de discutir criticamente as informações divulgadas nos meios de comunicação (PAIVA e MARTINS, 2006).

Diante do tema, Melo e Carmo (2009, p. 608) retratam que é “incipiente o número de publicações voltadas ao ensino de Genética e Biologia Molecular na escola básica brasileira”. Logo, o presente trabalho pode integrar-se às publicações voltadas ao ensino de genética, questionando-se como o Teste de Evidência contribui para o processo de aprendizagem do sujeito, melhorando suas relações com o conhecimento, consigo mesmo e com os outros, tornando-o crítico, criativo e autônomo (SOUZA, 2002).

4. REFERENCIAIS TEÓRICOS

4.1 Testes de Evidências

Os Testes de Evidências são instrumentos que podem ser utilizados pelo professor ou pesquisador na busca de conhecimentos prévios que os alunos trazem para a sala de aula (SILVEIRA *et al.*, 1986).

As concepções espontâneas ou intuitivas são:

(...) concepções que o indivíduo forma a partir de sucessivos encontros com fenômenos do cotidiano até chegar à generalização de certos atributos que estão em desacordo com aqueles aceitos no meio científico para definir determinados conceitos. (SILVEIRA *et al.*, 1986, p.2048).

Desta forma, muitos trabalhos e metodologias já foram publicados, (SANTOS E MOREIRA, 1979; PREECE, 1978; PINES, 1978; DOMÍNGUEZ, 1985) buscando mapear a estrutura cognitiva dos alunos, dentre elas testes de associação de palavras, escalonamento multidimensional, análise de agrupamentos hierárquicos e entrevista clínica. Considerando as críticas e as dificuldades relacionadas às metodologias citadas, o teste com questões abertas é considerado como efetivo instrumento de coleta de dados pela facilidade na coleta de informações e determinação de concepções espontâneas de um único indivíduo ou grupo de alunos (SILVEIRA *et al.*, 1986).

O Teste de Evidências torna-se uma importante ferramenta a ser utilizada pelo professor para integrar na prática pedagógica o Ensino por Investigação, propiciando a problematização de conceitos, a motivação e a mobilização dos educandos.

4.2 Ensino de Ciências por Investigação

O ensino de ciências por investigação contempla várias estratégias: práticas experimentais de campo e de laboratório, demonstrações, exploração de filme, testes de evidências, elaboração de pesquisa, atividades de laboratório aberto, questões abertas (AZEVEDO, 2004), e as de verificação (DEBOER, 2006), dentre outras utilizadas pelo professor para diversificar sua prática no cotidiano escolar. A

investigação aproxima o aluno da realidade, possibilitando o desenvolvimento da autonomia, capacidade de tomar decisões, avaliar e de resolver problemas apropriando-se de conceitos e teorias das ciências da natureza (LIMA *et al.*, 2009).

Essa perspectiva de ensino visa a aproximar a ciência ensinada nas escolas da ciência praticada nas universidades, em laboratórios e outras instituições de pesquisa, promovendo interações dialógicas, o desenvolvimento e manifestação de habilidades cognitivas do educando. Os estudantes são engajados em um problema proposto pelo professor, que é o mediador de todo o processo de ensino/aprendizagem. (LIMA *et al.*, 2009)

No ensino tradicional, os conceitos são repassados pelo professor e o aluno limita-se a fazer anotações e a assistir ao dissertar sobre determinado conteúdo, sendo, dissociada a aprendizagem de conceitos das práticas da comunidade científica. (CORAZZA-NUNES *et al.*, 2006)

Em contrapartida, o ensino por investigação é considerado um elo entre a escola e as práticas dos cientistas. Porém, tensões e dilemas podem surgir ao tentar aproximar ciência escolar de ciência acadêmica devido aos papéis e objetivos distintos que ambas possuem:

(...) a ciência, nesses dois contextos, assume papéis e objetivos distintos. O principal objetivo da escola é promover a aprendizagem de um conhecimento científico já consolidado, enquanto, por outro lado, o principal objetivo da ciência acadêmica é produzir novos conhecimentos científicos. (LIMA E MUNFORD, 2007, p.4)

Além do dilema apresentado, Lima e Munford (2007) apontam a infraestrutura limitada e a falta de uma equipe especializada como desafios para o ensino de ciências por investigação.

Considerando a dificuldade existe em compreender conceitos e processos relacionados à Biotecnologia e a construção de um Organismo Geneticamente Modificado, o Ensino por Investigação possibilita que os estudantes aprendam mais sobre a ciência e ampliem mais seu conhecimento conceitual (HODSON, 1994).

4.3 Biotecnologia/ Organismos Geneticamente Modificados

A Ciência Biológica é subdividida em várias áreas, entre elas a Biotecnologia. A primeira definição de biotecnologia a considerava como “ciência e métodos que permitem a obtenção de produtos a partir de matéria-prima, mediante intervenção de organismos vivos” (Ereky, 1919 *apud* MALAJOVICH, 2012, p.1).

Ainda segundo o autor, a manipulação genética não é considerada a única ferramenta acessível da biotecnologia, que abrange outras diferentes áreas do conhecimento:

“A Biotecnologia abrange hoje uma área ampla do conhecimento que decorre da ciência básica (biologia molecular, microbiologia, biologia celular, genética etc.), da ciência aplicada (técnicas imunológicas e bioquímicas, assim como técnicas decorrentes da física e da eletrônica), e de outras tecnologias (fermentações, separações, purificações, informática, robótica e controle de processos). Trata-se de uma rede complexa de conhecimentos onde ciência e tecnologia se entrelaçam e complementam.” (MALAJOVICH, 2012, p.2).

Entre as várias finalidades, a biotecnologia desenvolve seres vivos resistentes a doenças, menor necessidade de pesticidas e produção de medicamentos. Toda entidade biológica cujo material genético (DNA/RNA) tenha sido alterado por meio de qualquer técnica da biotecnologia, de uma maneira que não ocorreria naturalmente é denominado Organismo Geneticamente Modificado (OGM):

Organismo geneticamente modificado (OGM), segundo o art. 3º, inciso V, da Lei Federal brasileira nº 11.105, de 24 de março de 2005, é o organismo cujo material genético (DNA/RNA) foi modificado por qualquer técnica de engenharia genética, excluídos desta classificação os organismos resultantes de técnicas que impliquem na introdução direta, num organismo, de material hereditário, desde que não envolva a utilização de moléculas de DNA/RNA recombinante ou OGM, tais como: fecundação *in vitro*, conjugação, transdução, transformação, indução poliplóide e qualquer outro processo natural. (XAVIER *et al.*, 2009, p.15)

5. METODOLOGIA

Esta pesquisa de abordagem mista (qualitativa e quantitativa) teve como principal foco verificar por meio do Teste de Evidências os conhecimentos prévios que os educandos possuem a respeito de transgenia e a técnica de DNA recombinante e utilizá-los na construção de conhecimentos científicos. Para tanto, utilizou-se como instrumento de análise o relato de experiência fundamentado na descrição das atividades desenvolvidas durante o projeto, inclusive junto aos alunos. As abordagens quantitativas e qualitativas se complementaram possibilitando, respectivamente, a metodologia hipotético-dedutiva para a explicação de fenômenos em análise (Teste de Evidência) e a lógica indutiva no processo de investigação. Os dados foram coletados pela observação direta das atividades, sem a preocupação de referenciá-los a objetivos predeterminados e/ou explicitados (COUTINHO, 2004).

O trabalho foi realizado no segundo semestre de 2014, com os alunos matriculados no 1º ano do Ensino Médio, período matutino, da Escola Estadual “Professor João Fernandino Júnior”, município de Sete Lagoas – MG.

A intervenção pedagógica foi ministrada por um graduando em Ciências Biológicas que realizava estágio na instituição para obtenção da titulação em licenciatura plena, em aulas teóricas de 50 (cinquenta) minutos destinadas ao conteúdo de Biologia, com auxílio de recursos multimídia, textos de divulgação científica (LOURENÇO e REIS, 2013) e atividades elaboradas previamente. A atuação do estagiário na intervenção pedagógica foi acompanhada e registrada por meio de gravador de áudio e diário de bordo a fim de facilitar a análise dos diálogos.

A coleta de dados foi realizada em etapas distintas. Na tabela 1, a seguir expusemos de forma sucinta o que foi realizado em cada etapa da intervenção didático-pedagógica realizada na escola, bem como seus objetivos.

Tabela 1: As etapas da intervenção didático-pedagógica na escola.

MOMENTO	PROPÓSITOS PEDAGÓGICOS	OBJETIVOS
1	Aplicação do Teste de Evidência (pré-teste).	<i>Conhecer os conceitos adquiridos durante a vivência social, cultural e construções pessoais dos alunos a respeito de conceitos de genética e biotecnologia com ênfase em transgenia e DNA recombinante.</i>
2	Utilização de imagens e recursos multimídia	<i>Expor a importância do tema, com referência às novas tecnologias utilizadas e às implicações sociais e éticas dos organismos geneticamente modificados.</i>
3	Intervenção pedagógica	<i>Construção dos conhecimentos científicos sobre transgênicos e técnica de DNA recombinante.</i>
4	Aplicação da Sequência didática Interativa (SDI).	<i>Avaliação do desempenho dos educandos após a intervenção pedagógica.</i>
5	Debate e repasse de dados.	<i>Avaliar com os próprios educandos se a metodologia de ensino baseada nos Testes de Evidências foi eficiente.</i>

Fonte: elaborado pelo autor

Primeiro Momento: Aplicação do Teste de Evidência (pré-teste), a fim de conhecer os conceitos adquiridos durante a vivência social, cultural e construções pessoais dos alunos a respeito de conceitos de genética e biotecnologia com ênfase em transgenia e DNA recombinante.

O Teste de Evidência (apêndice A) foi constituído de quatro perguntas: **a) Questões 1 e 2:** abrangendo “conceitos básicos da construção de um organismo transgênico e sua diferença com um organismo melhorado geneticamente”, extraídas de Lourenço e Reis (2013); **b) Questão 3:** os possíveis benefícios e impactos do desenvolvimento de transgênicos (modificada de FARIAS *et al.*, 2013) e **c) Questão 4:** sobre a tomada de decisão no consumo de um alimento transgênico, retirada e modificada de Souza e Farias (2011).

Segundo Momento: Utilização de imagens e recursos multimídia sobre a importância do tema, com referência às novas tecnologias utilizadas e às implicações sociais e éticas dos organismos geneticamente modificados.

Terceiro Momento: Aulas ministradas pelo graduando em Ciências Biológicas que realizou estágio na instituição durante o projeto, utilizando as informações coletadas no pré-teste como base para a construção do conhecimento dos estudantes.

Quarto Momento: A proposta didático-metodológica utilizada para avaliação do desempenho dos educandos após a intervenção pedagógica emprega a ferramenta de Sequência Didática Interativa (SDI) (OLIVEIRA, 2013). Esta ferramenta didática “se aplica no processo ensino-aprendizagem para sistematização de conteúdos e/ou construção de novos conhecimentos”, encaixando-se na proposta do projeto a ser realizado, adaptado às necessidades de cada aluno e grupos inseridos no contexto de trabalho. (GOMES *et al.*, 2013, p. 2).

Ainda segundo o autor:

Esta técnica pode ser usada no início de uma atividade para levantar os conhecimentos prévios dos alunos ou para o fechamento de um assunto onde o professor poderá identificar se aquele conteúdo foi bem compreendido ou não pela turma. Está técnica é bastante dinâmica e facilita entender a fala e depoimentos dos atores sociais em seu contexto, pois se realiza em constante interação direcionando a uma visão sistêmica da temática em estudo. (GOMES *et al.*, 2013, p.2)

A aplicação da SDI transcreve as etapas realizadas por (GOMES *et al.*, 2013 apud OLIVEIRA, 2013) adaptado ao tema de pesquisa a ser investigado e com modificações que permitiram a inserção da metodologia no presente trabalho:

- I. Entregar para cada aluno do grupo-classe a “Ficha 1 – Individual” (Apêndice B) confeccionada em papel A4;
- II. Solicitar que cada estudante escreva na ficha o que entende do tema trabalhado em aula. No caso da proposta didática a ser realizada, são listadas questões para a SDI com as mesmas intenções contempladas no Teste de Evidência (pré-teste) aplicado anteriormente:

a) O que são OGMs? São todos obtidos por Melhoramento Genético?

(Fonte: PAIVA *et al.*, 2008, p 35)

- b) Cite, resumidamente, os passos para a obtenção de um organismo transgênico. (Fonte: PAIVA *et al.*, 2008, p 35)
 - c) Quais os possíveis benefícios e impactos dos transgênicos? (Fonte: modificada de FARIAS *et al.*, 2013, p.91)
 - d) Você acredita que o consumo de OGMs é prejudicial à saúde humana?
- III.** Depois que cada estudante escrever o que entende do tema em estudo (conceito), dividir a classe em pequenos grupos. Uma vez formados estes grupos, solicitar aos estudantes que respondam a “Ficha 2 – Grupo” (Apêndice C) com os conceitos que foram construídos por cada participante, resumindo em uma só resposta o que o grupo considera correto (definição). É importante que o grupo tente contemplar, nas respostas, o que cada participante disse sobre o tema.
- IV.** Na etapa seguinte, é solicitado que cada equipe escolha um representante. Assim, é formado um novo grupo somente com o líder de cada equipe da etapa anterior. O professor solicita que os líderes respondam a “Ficha 3 – Final” (Apêndice D), com base nas respostas dadas por todos os grupos, ou seja, é elaborada uma síntese para responder a SDI, contemplando as respostas anteriores “Ficha 1 – Individual” e “Ficha 2 – Grupo” de modo consensual, resultando na construção de respostas para as questões que consideram corretas.

Quinto Momento: Debate e repasse de dados coletados dos alunos, a fim de discutir com os próprios educandos se a metodologia de ensino baseada nos Testes de Evidências investigativo foi eficiente, demonstrando por meio de gráficos quantitativos os resultados obtidos.

Os dados coletados foram transformados em gráficos, buscando facilitar a análise. Foi realizado um estudo comparativo entre os conhecimentos prévios e os adquiridos após as atividades, além de se observar e registrar, durante todo o processo, questionamentos, dificuldades e dilemas a fim de enriquecer o trabalho (MOREIRA *et al.*, 2012).

Os alunos participantes foram codificados para garantir o anonimato. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi dirigido aos responsáveis dos educandos com a explanação sobre o projeto (Apêndice F).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Análise do Teste de Evidência

O resultado obtido do Teste de Evidência foi um importante instrumento para avaliar quais os conhecimentos prévios adquiridos da vivência social, cultural e construções pessoais os estudantes possuem acerca de conceitos relevantes sobre Genética e Biotecnologia com ênfase em Transgenia e DNA Recombinante (SILVEIRA *et al.*, 1986).

O teste foi aplicado em uma amostra de quarenta alunos das turmas do primeiro ano do Ensino Médio, que se dispuseram a participar da pesquisa e forneceram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido preenchido pelos pais ou responsáveis, autorizando a participação dos alunos nas atividades. Os alunos participantes correspondem a 20% (vinte por cento) do total de alunos cursando o primeiro ano do Ensino Médio na escola.

O Teste de Evidência composto por quatro questões discursivas foi respondido pelos estudantes em cinquenta minutos.

6.1.1. QUESTÃO 1A E 1B - “Conceituação sobre a construção de um organismo transgênico e sua diferença com um organismo melhorado geneticamente” (LOURENÇO e REIS. 2013, p. 7).

A Questão 1a (Apêndice A) introduz brevemente a história e características da manipulação genética, propondo ao aluno “a conceituação sobre a construção de um organismo transgênico e sua diferença com um organismo melhorado geneticamente” (LOURENÇO e REIS. 2013, p.21).

Os resultados obtidos mostraram que 72,50% dos alunos souberam diferenciar corretamente as figuras sobre melhoramento genético ou transgênico (Figura 1).

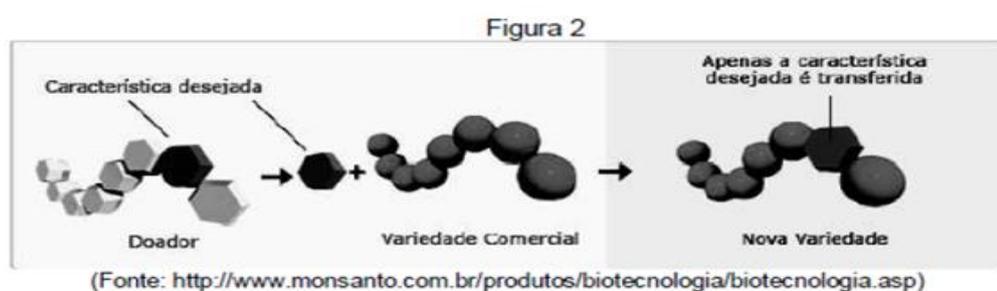
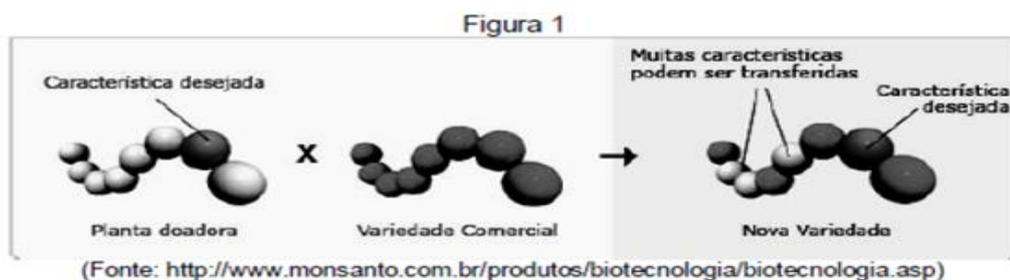


Figura 1 – Figuras 1 e 2 da questão 1 do Teste de Evidências.

Lourenço & Reis (2013) também observaram em sua pesquisa que a maioria dos educandos (66,00%) responderam corretamente a questão 1a.

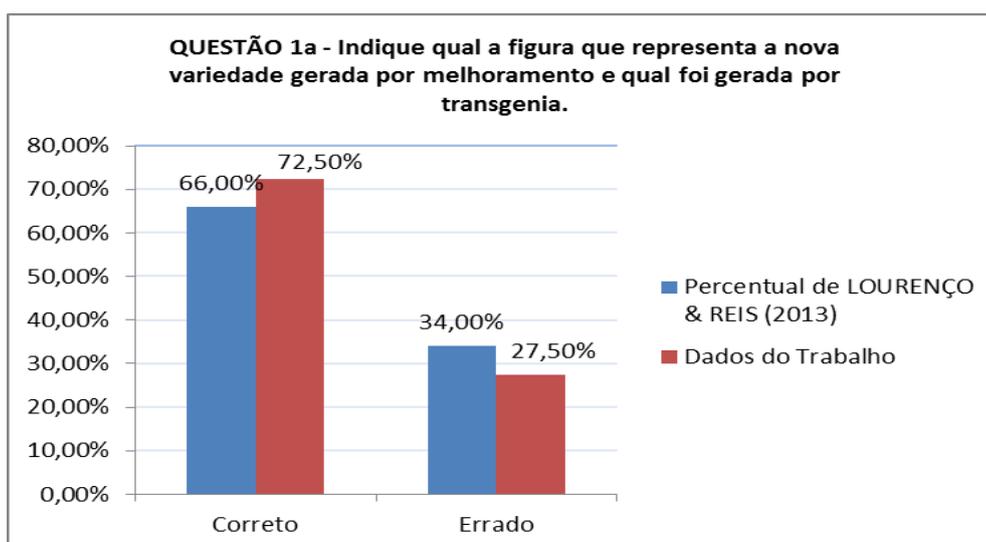


Gráfico 1 - Comparação das respostas dadas pelos alunos na Questão 1a. **Correto:** Conseguiram identificar corretamente as figuras. **Errado:** Não conseguiram identificar corretamente as figuras. Fonte: Lourenço e Reis (2013) e dados da pesquisa.

Dos 72,50% dos educandos que responderam corretamente a Questão 1a, a maioria - 59,00% - não conseguiu justificar corretamente a resposta na Questão 1b (Tabela 2), mostrando a “não compreensão entre os processos de melhoramento genético e transgenia”, fato também observado por Lourenço & Reis (2013).

O incipiente embasamento científico pôde ser observado nas respostas dos alunos “A e B”:

Aluno A – *“Na figura 1, pode-se ver que ainda restam características indesejadas, mostrando que só houve melhoramento. Na figura 2, pode-se ver que só há característica desejada, mostrando que houve uma mutação para que ficasse com uma perfeição”.*

Aluno B – *“Porque na transgenia apenas a característica desejada é transmitida, o outro é modificado em laboratório, mas sem receber material genético”.*

Tabela 2 - Dados obtidos na Questão 1b de Lourenço e Reis (2013) versus dados obtidos no trabalho.

TABELA COM OS PERCENTUAIS OBSERVADOS		
	LOURENÇO e REIS (2013)	Dados da Pesquisa
Correto	33,00%	41,00%
Errado	67,00%	59,00%
Total	100,00%	100,00%

Fonte: Lourenço e Reis (2013) e dados da pesquisa.

As Questões 1a e 1b possibilitaram identificar que a maior parte dos integrantes da amostra traz para a sala de aula conhecimentos prévios acerca da construção de organismo melhorado e produzido por transgenia. Porém, ao justificar a resposta (Questão 1b), observa-se a generalização dos conhecimentos prévios dos alunos que estão em desacordo com os aceitos no meio científico (SILVEIRA *et al.*, 1986).

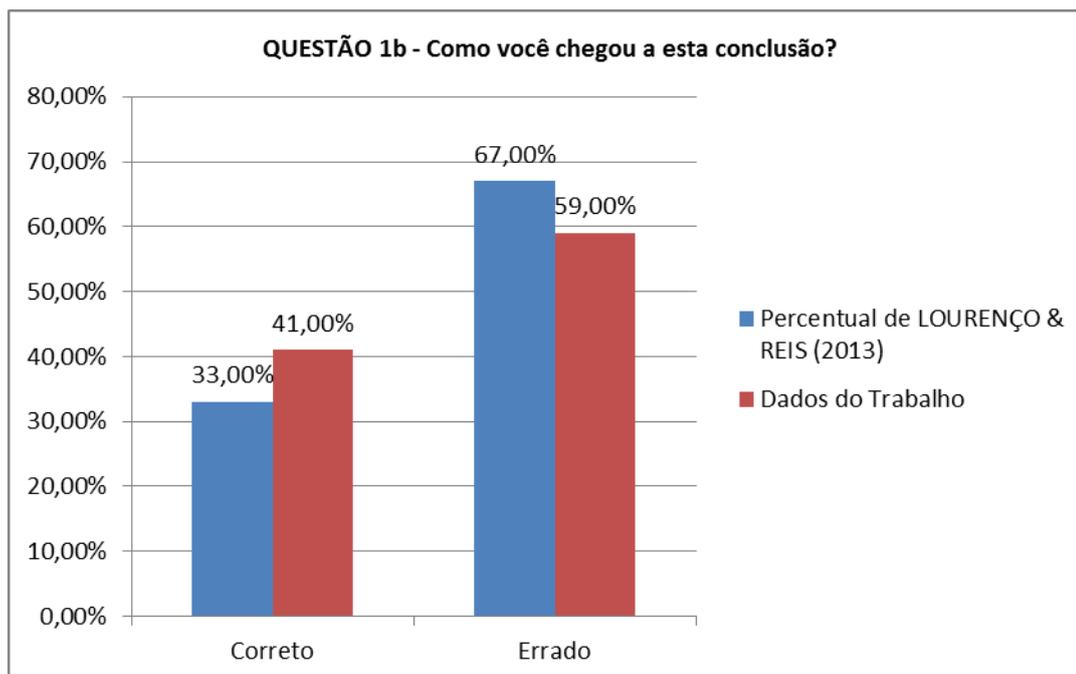


Gráfico 2 - Comparação das justificativas dadas pelos alunos que responderam corretamente a questão 1a. **Correto:** Justificaram corretamente a questão. **Errado:** Não justificaram corretamente a questão. Fonte: Lourenço e Reis (2013) e dados da pesquisa.

6.1.2. QUESTÃO 2 – “Compreensão do processo pelo qual um organismo transgênico é construído” (LOURENÇO e REIS, 2013).

A Questão 2 propunha que os alunos se expressassem sobre como um transgênico é produzido a partir da figura que lhes foi fornecida. Em seu trabalho Lourenço e Reis (2013) observaram que apenas 17,00% dos alunos responderam corretamente, fato justificado pela complexidade e conjunto de conceitos que envolvem o processo da produção de uma planta transgênica.

A utilização desta questão no presente trabalho possibilitou verificar que apenas 25,00% possuem algum conhecimento de como uma planta transgênica é produzida, observando em alguns casos a apropriação de termos científicos presentes na imagem. Como exemplo, temos a resposta do “Aluno C”:

Aluno C – “Eles isolam o DNA da bactéria e fazem a extração do gene de interesse para fabricar o gene, formando assim uma planta transgênica”.

Algumas respostas demonstraram que o aluno não conseguiu identificar o esquema apresentado como os passos para a produção de uma planta transgênica, ocorrendo confusão com outros conceitos da biologia:

Aluno X: “O vírus que faz mal à planta é recolhido e seu DNA é retirado para fazer melhorias na planta, para ela ficar imune a esse vírus”,

Aluno Y: “A planta não é capaz de reproduzir ai ocorre a utilização do DNA de uma certa bactéria que melhora a reprodução”.

Com relação à Questão 2, o Gráfico 3 representa a comparação com os resultados obtidos por Lourenço e Reis (2013).

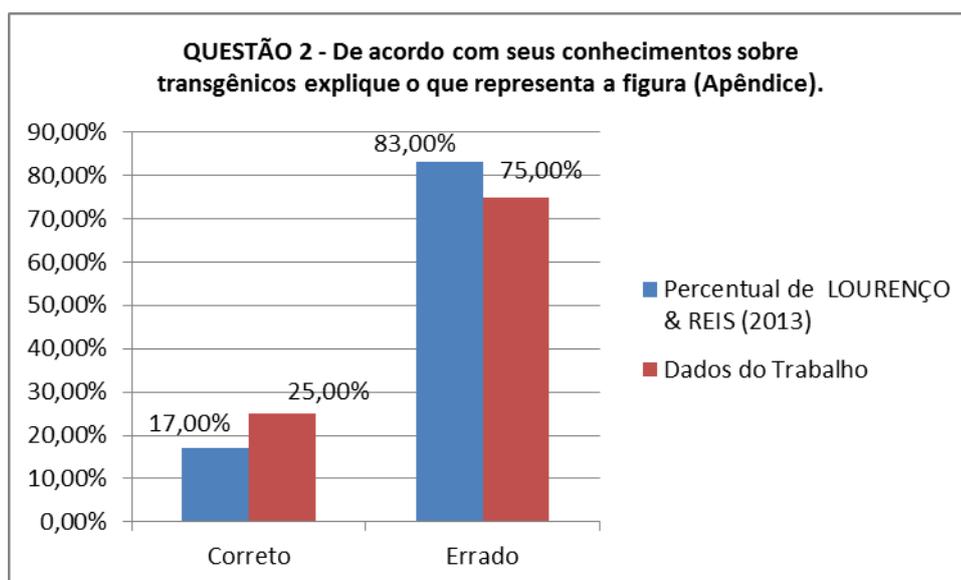


Gráfico 3 - Comparação da compreensão dos alunos sobre processo no qual o transgênico é construído. **Correto:** Responderam corretamente a questão. **Errado:** Responderam incorretamente a questão. Fonte: Lourenço e Reis (2013) e dados da pesquisa.

6.1.3. QUESTÃO 3 – Possíveis benefícios e impactos oriundos do desenvolvimento dos transgênicos e sua identificação.

Os estudantes foram questionados na Questão 3 sobre os possíveis benefícios e impactos provenientes do desenvolvimento dos transgênicos. Os dados coletados mostraram que 65,00% dos alunos conhecem (Sim), os possíveis benefícios ou impactos oriundos dos transgênicos e que 31,00% não conhecem (Não) ou não souberam responder quais os benefícios ou impactos oriundos dos transgênicos.

O mesmo questionamento, sobre os possíveis benefícios e impactos dos transgênicos, foi feito por Farias *et al.* (2014) a alunos de graduação nas áreas Biomédica, Social, Humanas e Tecnológica da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Os resultados obtidos foram distintos (Gráfico 4).

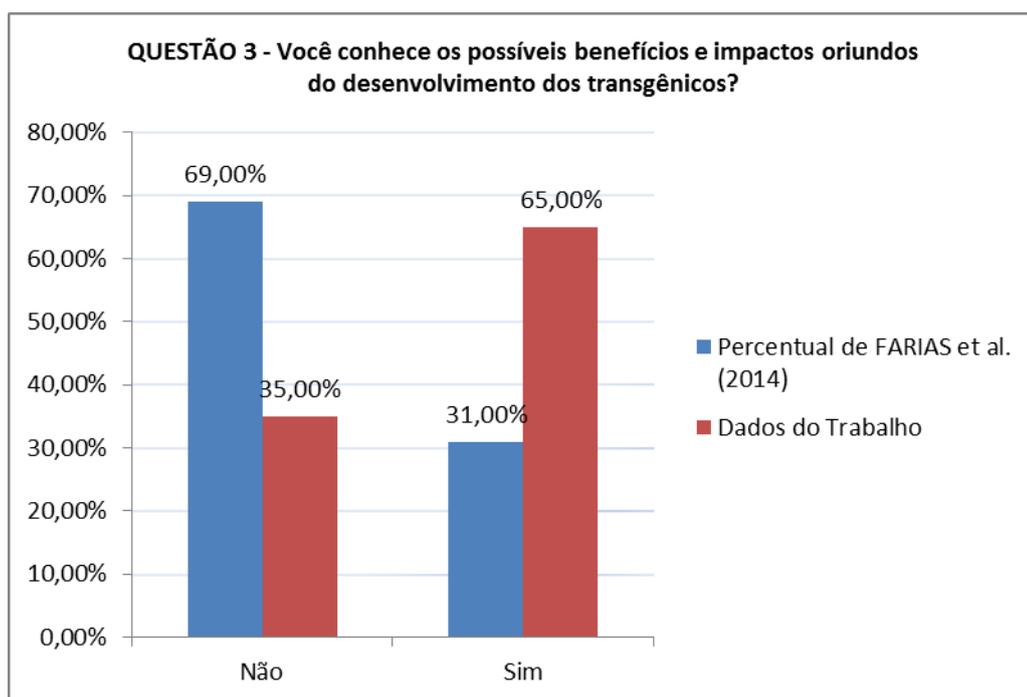


Gráfico 4: Comparação da compreensão dos alunos sobre possíveis benefícios ou impactos oriundos dos transgênicos. **Não:** Não conhecem benefícios ou impactos. **Sim:** Conhecem benefícios ou impacto. Fonte: Farias *et al.* (2014) e dados da pesquisa.

Considerando que o público alvo da pesquisa realizada por Farias *et al.* (2014) era representado por alunos da graduação, esperava-se um maior conhecimento dos graduandos acerca dos possíveis benefícios ou impactos oriundos dos transgênicos.

O autor revela o mesmo posicionamento acerca da percepção incipiente dos granduandos sobre a temática:

Em uma pesquisa onde o público alvo restringiu-se aos alunos de graduação de uma universidade pública, esperava-se um conhecimento mais amplo sobre a temática dos transgênicos, visto que os entrevistados estão inseridos em um grupo seletivo de brasileiros, que têm acesso a discussões e informações mais refinadas sobre questões políticas e sociais. (FARIAS *et al.*, 2014, p. 93)

A discrepância entre os resultados de Farias *et al.* (2014) e os obtidos pode ser conjuntamente justificada pela participação, na presente amostra, de um número significativo de alunos da disciplina Meio Ambiente que já trabalharam na relação Transgênicos/Ambiente, e pela atuação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA – Milho e Sorgo), instalada na cidade de Sete Lagoas, a qual periodicamente realiza atividades abertas ao público. Este fato foi comprovado pelo conhecimento de alguns alunos do Ensino Médio sobre o Milho Bt *versus* Lagarta do Cartucho (*Spodoptera frugiperda*) em que um aluno participante desta pesquisa aponta que o “...milho imune a lagartas...”.

A justificativa dos alunos confirmam a hipótese de a EMBRAPA ter influência nos resultados obtidos, pois grande parte dos educandos citaram benefícios ligados à produção agrícola: Aumento/Melhora na Produção (22,22%), Resistência a Pragas (33,33%) e Valor Nutritivo (8,89%). Outros benefícios dos transgênicos identificados foram: Conservação de espécies (4,44%), Novas Variedades/Manipulação Genética (8,89%) e Saúde (22,22%). Alguns benefícios observados na Questão 3 e sua respectiva ideia central estão em destaque na Tabela 3.

Tabela 3 – Algumas respostas obtidas na Questão 3 com suas respectivas ideias centrais.

Benefícios identificados	Ideias centrais
“... acabando com a dengue...”, “... Vai beneficiar a área da saúde..” e “... novos remédios..”	Saúde
“... a planta irá adquirir imunização contra bactérias..”, “... milho imune a lagartas..”, “... criação de plantas mais resistentes..”	Resistência a pragas
“... milho de pipoca que estoure mais rápido...” e “...melhorar o DNA e criar novas variedades...”	Novas Variedades/Produção

<p>“... plantas mais produtivas...”, “... aceleração de sua reprodução...”, “... aumento da produção de alimento...” e “... durabilidade na estocagem e armazenamento..”</p> <p>“...conservação de espécies.”</p> <p>“... pode aumentar certas proteínas...”</p>	<p>Aumento/Melhora na produção</p> <p>Conservação de espécies</p> <p>Valor nutritivo</p>
--	---

Fonte: Dados da pesquisa.

O Gráfico 5 exibe a frequência de benefícios identificados entre os 65,00% dos estudantes que responderam (Sim), conhecer algum benefício ou impacto dos transgênicos. Os valores apresentados referem-se ao percentual do número de vezes que determinado benefício foi citado, ou seja, a frequência com que foi observado determinado benefício nos questionários analisados.

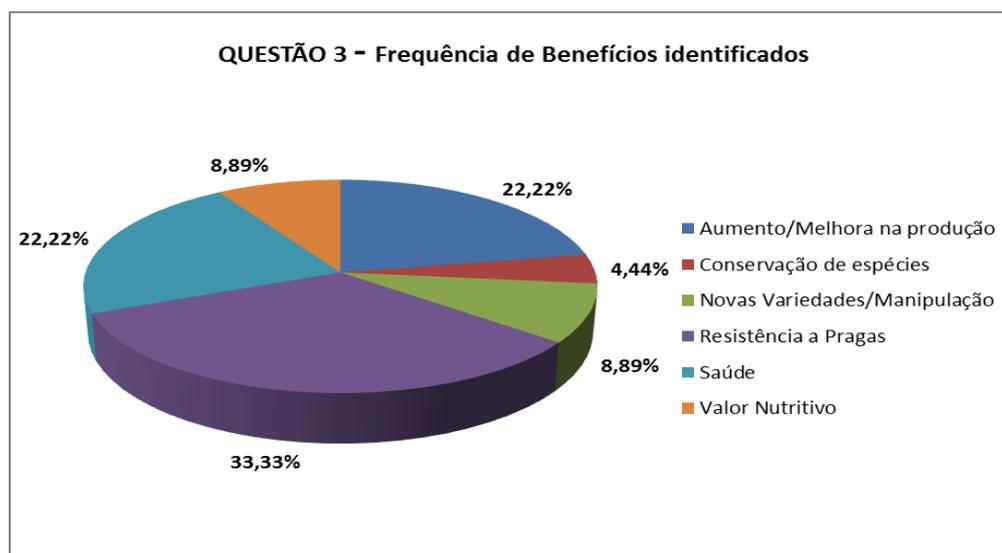


Gráfico 5: Frequências de benefícios identificados na questão 3 do Teste de Evidências. Fonte: Dados da pesquisa.

Entre os 65,00% dos estudantes que afirmaram conhecer benefícios ou impactos (Sim), 46,15% justificaram a questão, citando como impactos dos transgênicos: Cancerígenos (8,33%), Criar Pragas/Doenças (33,33%), Impacto ao Meio Ambiente (50,00%) e Produção de planta venenosa (8,33%). A frequência de impactos observados pode ser melhor visualizada no gráfico 6.

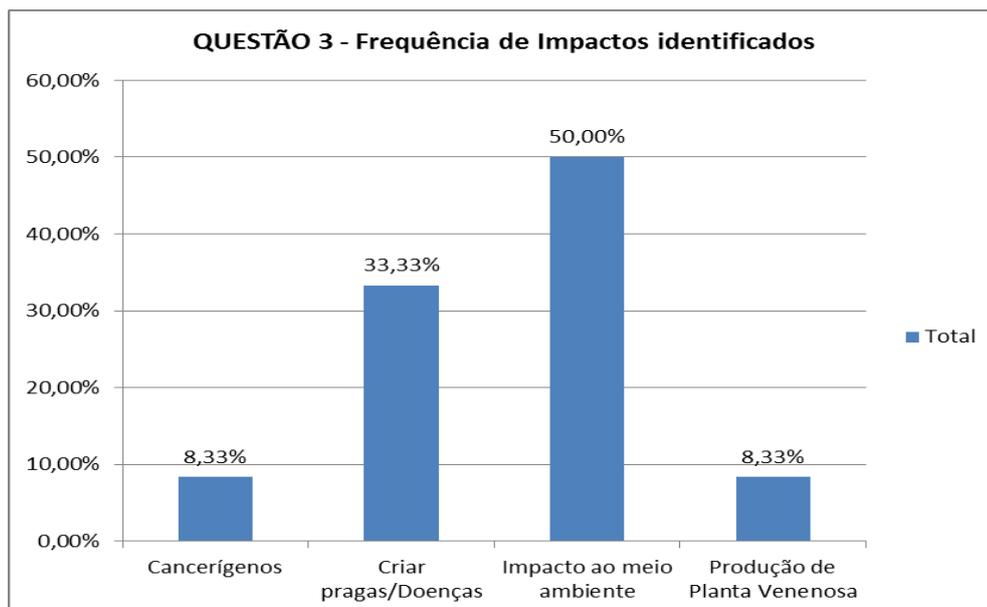


Gráfico 6 – Impactos identificados nas respostas dos alunos na questão 3 do Teste de Evidências. Fonte: Dados da pesquisa.

6.1.4. QUESTÃO 4 – Opinião sobre transgênicos na alimentação e a influência do conhecimento científico na tomada de decisões

A Questão 4 retirada do trabalho de Lourenço e Reis (2013), abordou a postura dos estudantes em relação à presença de transgênicos na alimentação, especificamente na merenda escolar.

Observou-se nos resultados que 67,50% dos alunos consumiriam a merenda escolar independentemente da presença de transgênicos (arroz, feijão, trigo e soja). Entre as justificativas pelo consumo, observamos que alguns alunos relacionam os transgênicos como mais nutritivos:

Aluno F: “... já estamos ingerindo esse tipo de alimento, pois aumentaram as proteínas dos alimentos...” e

Aluno H: “... com a transgenia pode haver alimentos mais saudáveis e com mais fontes de proteínas, vitaminas...”.

Lourenço e Reis (2013) relataram em sua pesquisa que, da mesma forma, alguns alunos consumiriam transgênicos devido à qualidade nutricional.

A postura dos alunos diante do consumo de merenda preparada com alimentos transgênicos é facilmente visualizada no gráfico 7, que expõe as

respostas dos alunos (Sim/Não) em comparação com as obtidas por Lourenço e Reis (2013).

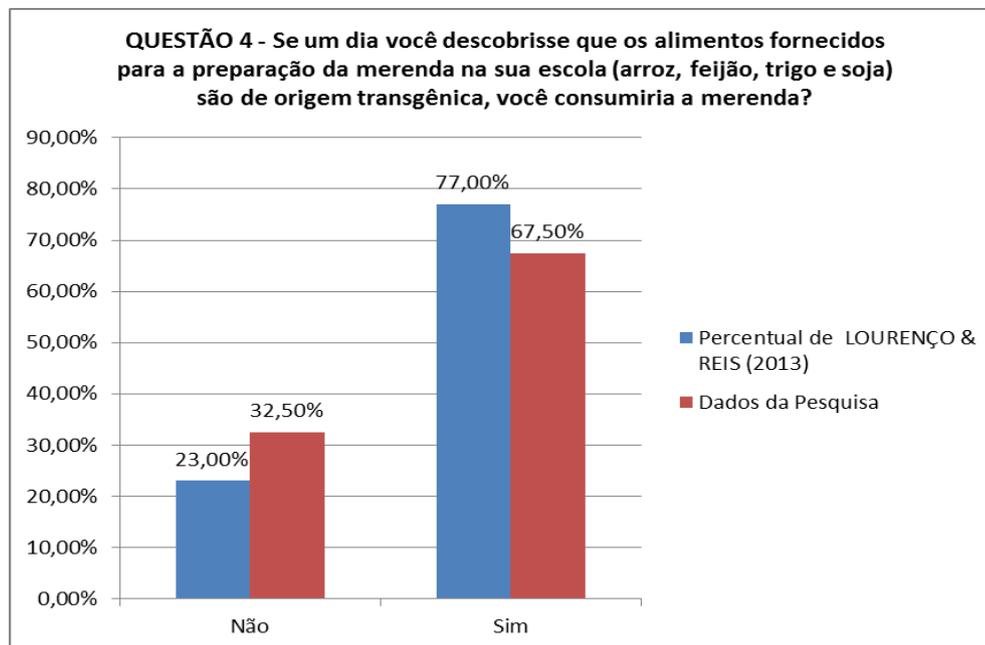


Gráfico 7 – Postura dos alunos no consumo de merenda preparada com alimentos de origem transgênica. **Não:** Não consumiria/Não soube responder. **Sim:** Consumiria. Fonte: Lourenço e Reis (2013) e dados da pesquisa.

6.2 Construção de Conceitos Científicos a partir dos dados coletados no Teste de Evidência

Após a aplicação do Teste de Evidência, em dia e horário pré-definidos, os alunos foram convidados a participar de uma aula com duração de 1 hora e 30 min, planejada com base nos dados obtidos do pré-teste.

A Escola Estadual “Professor João Fernandino Júnior” disponibilizou para esta atividade um aparelho de *Datashow* a ser utilizado para a exibição dos Slides previamente elaborados e uma sala que comporta quarenta e cinco alunos, distribuídos em cinco fileiras, com nove carteiras cada uma.

A atividade contou com o apoio do estagiário da graduação em Ciências Biológicas que ficou responsável por ministrar a aula. Essa metodologia propiciou registrar e analisar a intervenção pedagógica e os diálogos ocorridos entre aluno/professor e aluno/aluno.

A aula iniciou-se com uma breve introdução sobre a biotecnologia como fonte de produção de tecnologias na área biológica. Foram utilizadas imagens que instigaram os alunos a pensar sobre a importância do tema, com referência às novas tecnologias utilizadas, bem como às implicações sociais e éticas dos organismos geneticamente modificados.

Uma vez que os alunos demonstraram carência de conhecimentos para identificar a diferença entre melhoramento e transgenia, foi realizada a problematização de conceitos científicos por meio de perguntas direcionadas onde, o professor utilizou o ensino por investigação como proposta para a solução de problemas:

Professor: *“... os organismos geneticamente modificados (OGM) ou transgênicos são aqueles cujo genoma foi artificialmente manipulado pela introdução, modificação ou inativação de um gene...”*.

Professor: *“... gente, quando eu falo em introdução de um gene, este gene pode ser proveniente de outra espécie diferente! Entenderam?”*.

Professor: *“Então me digam: se eu tenho uma lavoura de milho de pequeno porte e quero obter milho apenas de grande porte, e para isso realizo o cruzamento do meu milho (pequeno) com o milho do meu vizinho (grande) [...] Com esta introdução já dá para saber se estou diante de melhoramento ou transgenia?”*.

Os alunos se agitaram para responder o questionamento.

Aluno H: *“Sim, porque se não foi introduzido gene, então não é transgênico. Isso é natural...”*.

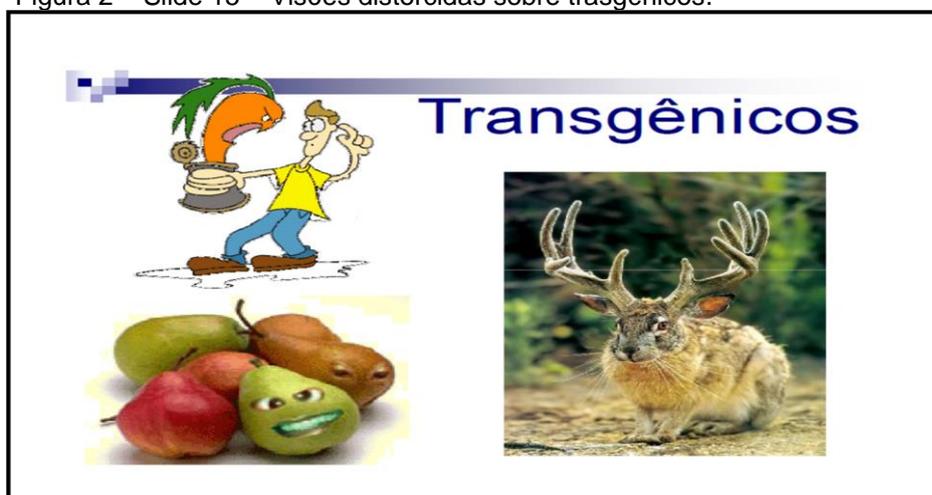
Aluno S: *“... Não é transgênico porque só utilizou o milho.”*.

Observou-se que alguns alunos consideraram transgênico apenas aquele organismo que recebeu material genético de uma espécie diferente, como apontado pelo Aluno S. Nesse momento, o professor interveio explicando corretamente a diferença entre os dois processos e encerrando a discussão.

As aplicações da biotecnologia foram explanadas e exibidas por *Slides* com exemplos na área industrial, ambiental e científica, na saúde e na agricultura, mostrando à classe/grupo critérios da biotecnologia considerados benéficos para a humanidade.

Para explicar como um organismo transgênico é produzido e procurando desmistificar conceitos sobre o tema, foram exibidas animações que fazem parte da imaginação de alguns alunos que convivem com os conceitos adquiridos de suas vivências culturais e sociais, errôneas perante os conceitos científicos atualmente aceitos (Figura 2).

Figura 2 – Slide 15 – Visões distorcidas sobre transgênicos.



Fonte: Modificada de MARUCCI, Rosângela Cristina (2014).

Ao observar as imagens, os alunos ficaram curiosos quanto à possibilidade de produzir plantas e animais com características “monstruosas”. O professor justificou que não seria possível transmitir certas características e, mesmo que o fosse, a questão ética impediria certos experimentos, como já ocorre hoje.

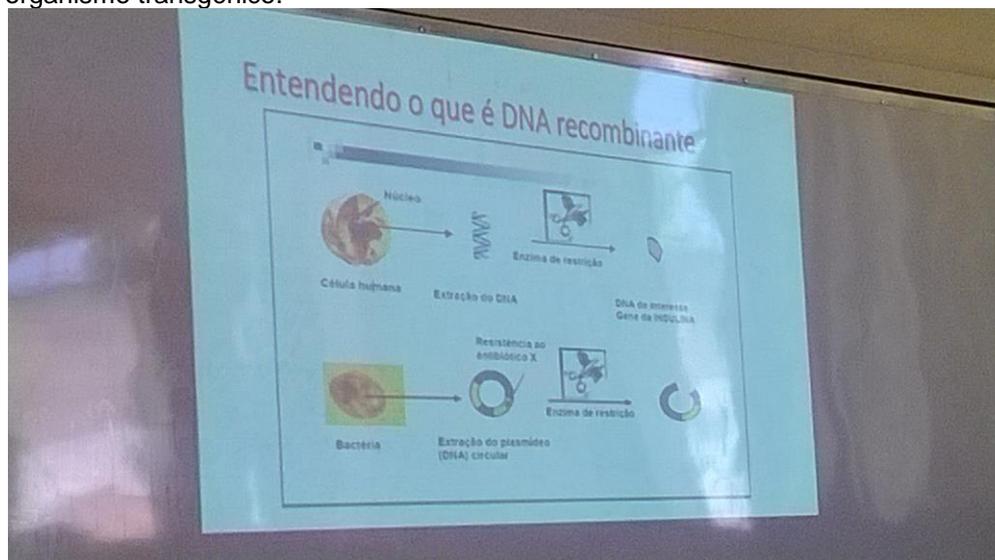
Para explicar como é produzido um organismo transgênico, foi necessário relembrar aos alunos conceitos fundamentais da genética (Figura 3) e posteriormente discursar, com ajuda de esquemas gráficos, como ocorre a técnica de DNA recombinante (Figura 4).

Figura 3 – Aula teórica, relembrando conceitos iniciais da genética.



Fonte: Imagem capturada durante a pesquisa.

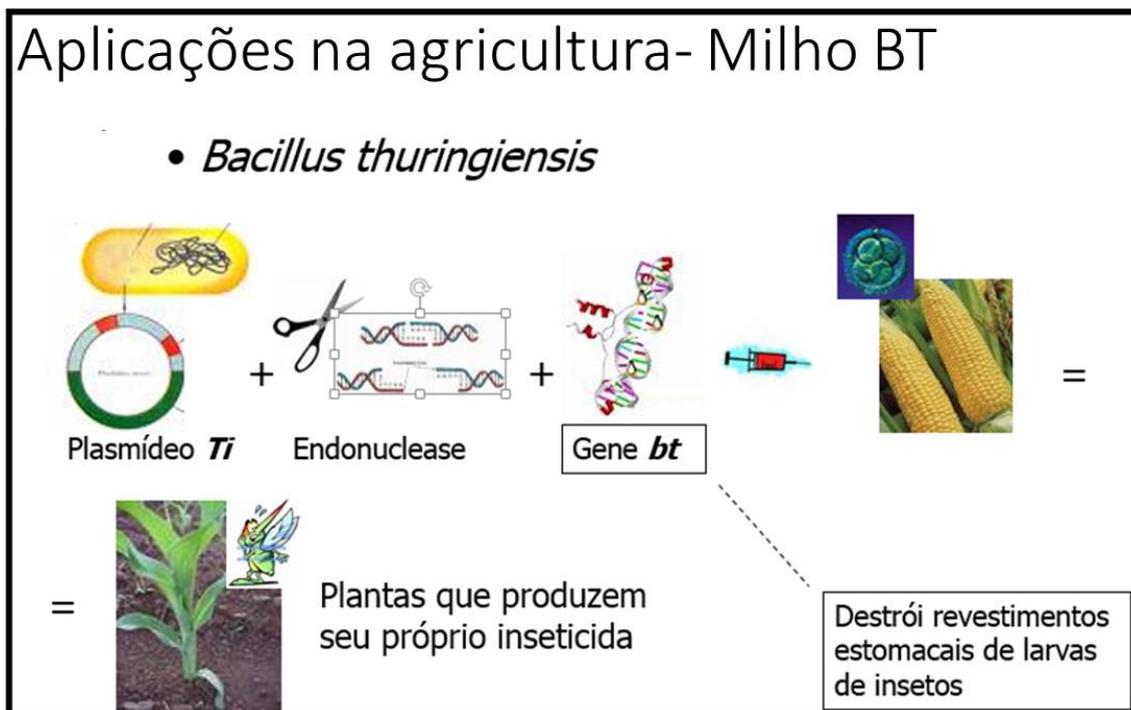
Figura 4 – Uso de esquema gráfico para explicar o processo de produção de um organismo transgênico.



Fonte: Modificada de figura encontrada em <http://transgeniaemvegetais.blogspot.com.br/>

A produção agrícola foi utilizada para exemplificar a aplicação de transgênico por meio da produção do Milho bt a partir da extração do Gene bt da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Figura 5).

Figura 5 - Slide 22 - exemplo de aplicação de organismos transgênicos



Fonte: Modificada de <http://slideplayer.com.br/slide/1469183/>

Ao final da aula, foi proposto aos alunos discussão sobre transgênicos e a problemática existente sobre o tema.

6.3 Análise da proposta didático-metodológica para avaliação dos educandos após intervenção pedagógica – Sequência Didática Interativa (SDI)

A ferramenta de Sequência Didática Interativa (SDI) possibilitou a sistematização de conteúdos e a identificação de conhecimentos científicos adquiridos na intervenção pedagógica por meio de depoimentos construídos pela interação aluno-aluno e proporcionada pelo dinamismo resultante da SDI (GOMES *et al.*, 2013).

Para identificar se os conceitos científicos passados aos educandos na intervenção pedagógica foram bem compreendidos, os participantes foram organizados em dois grupos/classes denominados – Grupo A e Grupo B, que realizaram a SDI separadamente.

A escolha da organização em grupos/classe ocorreu devido à dificuldade de aplicação da SDI a todos os alunos simultaneamente, pois havia alunos de turmas distintas. Para retirarem-se das respectivas aulas, foi necessária autorização dos professores. A todo momento, obtivemos a ajuda e a colaboração da direção da escola e dos funcionários; porém alguns estudantes/participantes encontravam-se em período de avaliação. Desta forma, os grupos foram formados conforme a disponibilidade de cada aluno.

A logística utilizada para aplicação da SDI possibilitou que todos os alunos que participaram das etapas anteriores, Teste de Evidências e Intervenção Pedagógica, executassem a Sequência Didática Interativa.

O primeiro momento da atividade contou com a explicação sobre o processo metodológico proposto pela Sequência Didática Interativa. Isso foi bem aceito pelos alunos ao perceberem que, em certo momento da atividade, formariam grupos, para debaterem suas respostas e chegarem a um consenso sobre qual seria a resposta da equipe (Ficha 2 – Grupo).

Os alunos foram organizados em fileiras e individualmente responderam a “Ficha 1 – individual” que, após ser concluída, foi entregue ao professor/pesquisador para ser arquivada como prova comprobatória da execução da atividade.

Após a resolução da “Ficha 1 – Individual”, os estudantes foram organizados em grupos de cinco a seis alunos para execução da “Ficha 2 – Grupo” (Figura 6).

Figura 6 – Formação de equipes (grupos) para resolução da “Ficha 2 – Grupo”.



Fonte: Imagem capturada durante a pesquisa.

Foi solicitado aos alunos que discutissem sobre cada uma das questões com base nas respostas pessoais colocadas na “Ficha 1 - Individual”, e elaborassem em conjunto uma resposta consensual bem estruturada, que atendesse a todos, para concluir essa parte da SDI.

Durante a execução desta atividade, não ocorreu interferência do professor/pesquisador na elaboração das respostas. Entretanto, a todo momento, as equipes foram instigadas a realizar a discussão, permitindo que com os debates entre os alunos sanassem dúvidas com seus colegas, valorizando o trabalho em grupo.

Como proposto pela metodologia, após a conclusão da “Ficha 2 – Grupo”, os integrantes de cada equipe escolheram um representante (líder) para a participação na última etapa do SDI.

Na terceira etapa, os alunos escolhidos como representantes das equipes iniciais formaram um novo grupo para responder a “Ficha 3 – Final”, permitindo a reconstrução das respostas da etapa anterior (Ficha 2 – Grupo). Esse momento da SDI propiciou a elaboração de uma resposta final feita após discussão e consenso dos líderes, de modo a elaborar resoluções que refletissem a opinião geral em relação aos questionamentos previstos para a SDI.

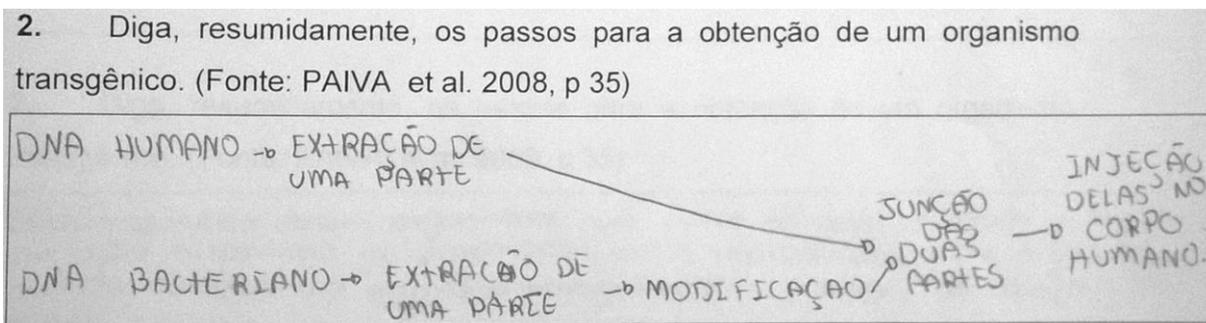
A participação dos representantes, nesta etapa, também foi bastante dinâmica e cada representante relatou e defendeu a opinião de sua equipe. Ao final da SDI, foram obtidas duas unidades da “Ficha 3 – Final”, correspondentes ao Grupo A e ao Grupo B, que realizaram a metodologia separadamente.

Em relação ao questionamento feito na Questão 1 da Sequência Didática Interativa: *“O que são OGMs? São todos obtidos por Melhoramento Genético?”*, observou-se uma boa assimilação de conceitos científicos referentes a OGMs e à distinção entre organismo melhorado e transgênico, como observado na resposta final dada pelo Grupo B: *“Organismos geneticamente modificados. Não, porque também pode ser por transgenia.”*

Com o objetivo de verificar a assimilação de conceitos científicos relacionados aos passos necessários para a obtenção de organismos transgênicos, foi observado nas respostas da Questão 2 (Ficha 3 – Final) de ambos os grupos/classe uma dificuldade em relatar de forma correta a sequência de eventos realizados para a obtenção de um transgênico.

Para a resolução da Questão 2 (Ficha 3 – Final), o Grupo A elaborou um esquema buscando relatar corretamente os passos para obtenção de um organismo transgênico (Figura 7).

Figura 7 – Esquema produzido pelo grupo A como resposta a Questão 2 da SDI. Ficha 3 – Final.



Fonte: Dados da pesquisa.

O esquema (Figura 7) representado na “Ficha 3 – Final”, evidencia a não compreensão do processo científico pelo qual o transgênico é construído e a dificuldade em expressar termos científicos. Tal dificuldade pressupõe que os educandos possuem uma carência de conhecimentos na área de genética, fato comprovado ao serem questionados pelo professor/pesquisador e alguns responderem que não haviam estudado genética em nenhum momento do ciclo escolar.

Lourenço e Reis (2013, p.8) abordam outro fator como responsável pela deficiência na compreensão dos passos de produção dos transgênicos e citam a “complexidade e o conjunto de conceitos que envolvem o processo da produção” como fatores que dificultam o entendimento por parte dos alunos.

Diante dos dados obtidos na Questão 2 (Ficha 3 – Final), considera-se que a intervenção pedagógica não foi suficiente para a aquisição, por parte dos educandos, de conceitos científicos concretos sobre os passos para a obtenção de um organismo transgênico, e que no decorrer do ciclo escolar este conteúdo seja trabalhado novamente pelo professor de Biologia.

A fim de verificar a aprendizagem dos alunos após a aquisição de conceitos científicos relacionados a possíveis benefícios e impactos dos transgênicos (Questão 3 e Questão 4), observou-se, ao final da SDI que os alunos apropriaram-se de conhecimentos sobre o assunto (Tabela 4).

Tabela 4 – Benefícios e Impactos dos transgênicos citados pelos alunos etapa final da SDI. Questão 3 (Ficha 3 – Final).

	Benefícios	Impactos
Grupo A	<i>“Ajuda no crescimento e melhoramento, aumento no rendimento, resistência a pragas e resistências a variações climáticas.”</i>	<i>“Desenvolvimento desordenado, extinção involuntária de espécies afetadas, afeta o alimento transgênico.”</i>
Grupo B	<i>“Ajuda a produzir mais e gera mais economia.”</i>	<i>“A planta pode rejeitar o DNA e morrer, falta de pesquisas sobre seus impactos futuros e preconceito sobre tais produtos.”</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

As respostas dadas na “Ficha 3 – Final” pelos grupos/classes A e B em relação aos benefícios e impactos dos transgênicos (Questão 3) integram o conceito CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade. Os educandos, após discutirem e elaborarem respostas consensuais utilizaram conhecimentos científicos para a construção de explicações e justificativas: *“... falta de pesquisas sobre seus impactos futuros...”*.

A construção de conceitos científicos a partir de outros já existentes na estrutura cognitiva dos alunos foi estimulada pela Sequência Didática Interativa que, ao permitir debates entre integrantes dos grupos (Ficha 2 – Grupo) e entre líderes de grupos (Ficha 3 – Final), possibilitou a tomada de decisões, preparando o educando a discutir criticamente informações divulgadas nas mais diversas mídias.

Há de se ressaltar, mais uma vez, que a SDI revelou a influência do conhecimento científico construído ao longo das etapas do projeto na tomada de decisões acerca do consumo de transgênicos e sua relação prejudicial com a saúde humana.

Tabela 5 – Respostas finais da Sequência Didática Interativa (Questão 4) do Grupo A e Grupo B na Ficha 3 – Final.

QUESTÃO 4 – Você acredita que o consumo de OGMs é prejudicial à saúde humana?	
Grupo A	Grupo B
<i>“Não. Pois testes são realizados para garantir a qualidade do produto e até hoje não foi comprovado prejuízos à saúde.”</i>	<i>“Não, pelo contrario. O uso de OGMs é benéfico à saúde humana, mas são necessários melhores estudos sobre tais processos.”</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

Ambos os grupos citaram na “Ficha 3 – final” não acreditar que o consumo de organismos geneticamente modificados seja prejudicial à saúde humana. Justificaram a opinião construída de forma coerente, buscando utilizar os conhecimentos científicos como embasamento para a defesa de suas respostas (Tabela 5).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da estrutura cognitiva dos educandos possibilitada pelo Teste de Evidência revelou que os alunos possuem concepções formadas ao longo de sua vivência social. No entanto, a maior parte da amostra não possuía um embasamento científico para se posicionar sobre o assunto. A intervenção pedagógica possibilitou aos educandos o contato com conceitos científicos sobre o tema mostrando-se válida, porém de curta duração para um adequado entendimento do processo de transgenia. Neste sentido, considera-se que os resultados obtidos na Sequência Didática Interativa (SDI) poderiam ter sido melhores, caso os alunos possuíssem um domínio maior sobre genética.

Ao final do projeto, verificou-se a integração entre o Ensino de Ciências por Investigação e a proposta Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS – na formação de discentes. Aconselha-se a inserção de tais propostas no currículo escolar e a retomada do conteúdo de genética pelo professor, em momento oportuno, redirecionando a prática pedagógica aos conceitos científicos não compreendidos pelos alunos que participaram da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Mazzotti; ALDA, Judith; GEWANDSZNAJDER, Fernando. **O Método nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 1998. p. 203.

ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. **O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências**. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.

CASTRO, R. S. de; LIMA, M. E. C. C.; MAUÉS, E.; SANTOS, M. L. dos. CTSA: uma abordagem para enfrentar a complexidade do mundo contemporâneo. In: **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, 2007.

CASTRO, M. E. C.; MARTINS, C. M. C.; MUNFORD, D. Ensino de Ciências por investigação – **ENCI: módulo I** / Belo Horizonte – UFMG, 2008. p 84-89.

COUTINHO, Clara Pereira. **Quantitativo versus qualitativo: questões paradigmáticas na pesquisa em avaliação**. Editora: Colóquio da Admee-Europa, 17, Lisboa, Portugal, 2004 – “Avaliação de competências: reconhecimento e validação de aprendizagens aprendidas pela experiência: actas”. p. 437-448. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/1822/6469>> Acessado em: 27. Jun. 2014.

CORAZZA-NUNES, M. J.; PEDRANCINI, V. D.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. **Implicações da mediação docente nos processos de ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio**. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v.5, nº 3, p. 522-533, 2006. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART8_Vol5_N3.pdf>. Acessado em: 27. Jun. 2014.

DEBOER, George. **Historical perspectives on inquiry teaching in schools**. IN: FLICK, L.D., LEDERMAN, N. G. *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning and teacher education*. Netherlands: Springer, 2006. p. IX-XVIII.

FARIAS, S. C. G. de; FILHO, S. T.; RIBEIRO, C. R. R.; ARAÚJO, M. P.; VIANA, V. J.; FARIAS, O. L. M. **Percepção dos Alunos da Universidade do Rio de Janeiro sobre a Produção e o Consumo de Transgênicos no Brasil**. *REDE - Revista Eletrônica do Prodema*, v.8, n.1, p. 84-94, 2014, Fortaleza, Brasil.

FONSECA, Regina Célia Veiga da. **Metodologia do Trabalho Científico**. Curitiba: IESDE Brasil, S.A. 2007. p. 92.

GOMES, R. A.; SOUZA, A. F.; CÂNDIDO, J. H. B.; OLIVEIRA, M. M. **Vivência de uma proposta educativa no ensino de biologia utilizando a sequência didática interativa a partir da temática da biotecnologia**. In: XIII Jornada de ensino, pesquisa e extensão. Recife 2013. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R0852-1.pdf>>. Acessado em: 14. Abr. 2014.

HODSON, D. **Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio.** Enseñanza de las Ciencias, 1994. Disponível em: <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21370/93326>. Acessado em: 10. Nov. 2014.

JÓFILI, Zélia. **Piaget, Vygotsky, Freire e a construção do conhecimento na escola.** Educação: Teorias e Práticas. V.2, nº 2, p. 191-208. Recife, Dezembro/2002. Disponível em: <www.unicap.br/Arte/ler.php?art_cod=1173> Acessado em: 30. Jun. 2014.

JUNIOR, Orlando. MORTIMER, Eduardo. **Tomada de Consciência de Conflitos:** Análise da Atividade Discursiva em uma Aula de Ciências. Investigações em Ensino de Ciências. Vol. 10, nº 2, p. 179-207 Disponível em: <www.if.ufrgs.br/public/ensino>. Acessado em: 30. Jun. 2014.

LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro; MUNFORD, Danusa. **Ensinar ciências por investigação:** em quê estamos de acordo?. Revista Ensaio, v. 9, nº 1, p. 1 – 23. Belo horizonte 2007. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/122/172>> . Acessado em: 30. Jun. 2014.

LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro; MARTINS, Carmen Maria De Caro; PAULA, Helder de Figueiredo e (Orgs). **Ensino de Ciências por Investigação – ENCI:** v. 3, p. 118. Belo Horizonte: UFMG/ FaE/ CECIMIG, 2009.

LOURENÇO, Anete Pedro; REIS, Luciene Gerada dos. **Transgênicos na sala de aula:** concepções e opiniões de alunos do Ensino Médio e uma prática pedagógica. Revista Vozes dos Vales da UFVJM: Publicações Acadêmicas – MG, Brasil, Nº 03, Ano II, 2013, p. 1- 27. Disponível em:<www.ufvjm.edu.br/vozes> Acessado em: 27. Jun. 2014

MALAJOVICH, Maria Antonia. **Biotecnologia 2011.** Rio de Janeiro, Edições da Biblioteca Max Feffer do Instituto de Tecnologia ORT, 2012.

MELO, J. R. de; CARMO, E. M. **Investigações sobre o ensino de genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro:** Reflexões sobre as publicações científicas. Ciência & Educação, 2009, v. 15, n. 3, p. 593-611.

MOREIRA, Marco Antônio. **Metodologias de pesquisa em ensino.** Editora Livraria de Física. 1. ed. São Paulo, 2011, p. 242.

MOREIRA, P. G.; DIAS, C. C. S.; ALMEIDA, P. M. A.; DA SILVA, D. L. **Atividade Experimental na Escola – Um desafio no ensino básico ao licenciando.** 21º Congresso de Iniciação Científica, 2012. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/pibid/files/2013/03/Resumo-XXI-CIC-Atividade-experimental-na-escola-um-desafio-no-ensino-b%C3%A1sico-ao-licenciando.pdf>> Acesso em 14 de Abril de 2014.

OLIVEIRA, M. M. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

PAIVA, Ana Luiza Bittencourt; MARTINS, Carmen Maria de Cairo. **Concepções prévias de alunos do terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de Genética.** Ensaio: pesquisa em educação em ciências, Belo Horizonte, 2006, v. 7, n. 3, p. 34-54.

PAIVA, L. R. S.; MARTINEZ, E. R. M.; GAMBARINI, G. H. R.; ALVES, J. C. P. **Jogo banco genômico:** trabalhando com genes e organismos transgênicos, uma prática para o ensino de genética. Departamento de Morfologia, Laboratório de Biologia e Genética de Peixes. UNESP, IB, Botucatu, São Paulo 2008, p. 27 – 36.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade:** A relevância do enfoque CTS para o Contexto do Ensino Médio. *Ciência & Educação*. v. 13, n.1, p. 71-84, 2007.

SILVEIRA, Fernando Lang da; MOREIRA, Marco Antônio; ATX, Rolando. **Validação de um teste para detectar se o aluno possui a concepção Newtoniana sobre força e Movimento.** *Ciência e Cultura*, v.38, n. 12, p. 2047-2055, 1986.

SOUZA, Aline Furtuozo de; FARIAS, Gilmar Bezerra. **Percepção do conhecimento dos alunos do ensino médio sobre transgênicos:** Concepções que influenciam na tomada de decisões: Experiências em Ensino de Ciências – v. 6, p. 21-32, 2011.

SOUZA, Mônica Menezes de. **Jogo de Regras:** uma proposta lúdica para a retenção de conteúdos e procedimentos algébricos. Brasília. 2002. 116f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Católica de Brasília.

SOUZA, Cidoval Maorais; BERBEL, Danilo Brancalhão; ROTHBERG, Danilo; HAYASHI, Maria Cristina Piurnbato Innocentini. **Comunicação da Ciência, Transgenia e Estudos CTS:** a contribuição da informação para o debate público. In: *Lecomciencia- II seminário lecotec de comunicação e ciências*. São Paulo, 2009. p. 83 – 96.

TEIXEIRA, Elizabeth. **As três metodologias:** acadêmica, da ciência e da pesquisa. Petrópolis: Vozes, p. 203, 2005.

XAVIER, E.G.; LOPES, D.C.N.; PETERS, M.D.P. **Organismos geneticamente modificados.** Departamento de Zootecnia: Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade de Pelotas UFPEL. *Archivos de Zootecnia* vol. 58. 2009. Disponível em: <http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/19_18_56_1215R-EVISIONOrganismosXavier.pdf>. Acessado em: 07. Abril. 2014.

APÊNDICE A – Teste de Evidência aplicado aos alunos participantes do projeto



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
 Faculdade de Educação – FAE
 Centro de Ensino de Ciências e Matemática – CECIMIG
 Ensino de Ciências por Investigação V – ENCI V



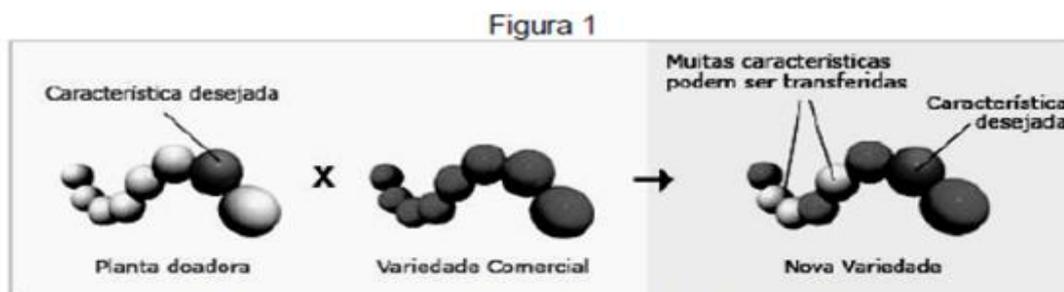
TESTE DE EVIDÊNCIA

Caro aluno, este Teste de Evidência possui o propósito de conhecer os conceitos adquiridos durante a sua vivência social, cultural e construções pessoais a respeito de conceitos de genética e biotecnologia com ênfase em transgenia e DNA recombinante.

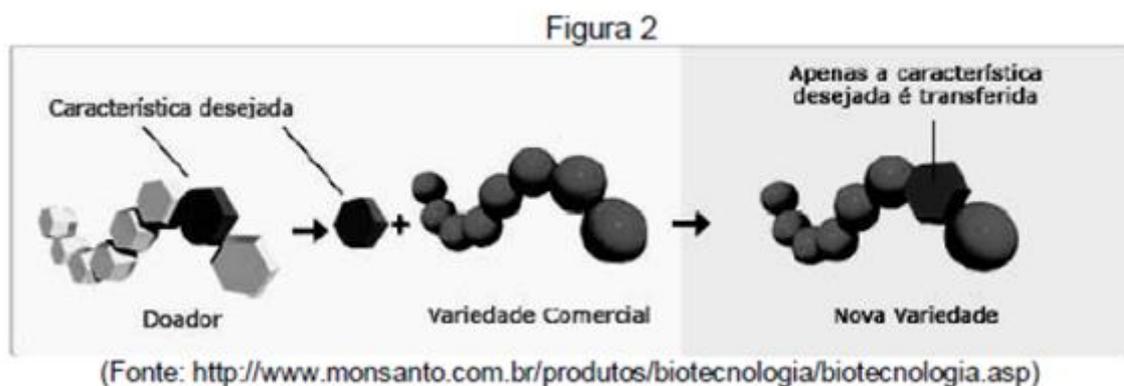
RESPONDA COM ATENÇÃO!

1. (Fonte: LOURENÇO & REIS. 2013, p.21) Desde os tempos antigos o homem já utilizava estratégias para manipulação das plantas para escolha das melhores características. Esta manipulação teve grande sucesso depois das descobertas das leis de Mendel, onde se pode através do melhoramento genético produzir plantas mais produtivas, resistentes a pragas, doenças e com grande valor nutritivo. Neste caso, são feitos diversos cruzamentos entre as plantas que tenham a característica desejada. Mais recentemente, com a biotecnologia moderna o homem pôde criar os chamados organismos geneticamente modificados (OGM) ou transgênicos onde através de manipulação insere-se um gene da característica desejada em uma planta.

Abaixo você encontra duas figuras: uma representativa da manipulação gerando uma planta melhorada geneticamente, e outra de manipulação que gera uma planta transgênica.



(Fonte: <http://www.monsanto.com.br/produtos/biotecnologia/biotecnologia.asp>)



Com base nas figuras responda:

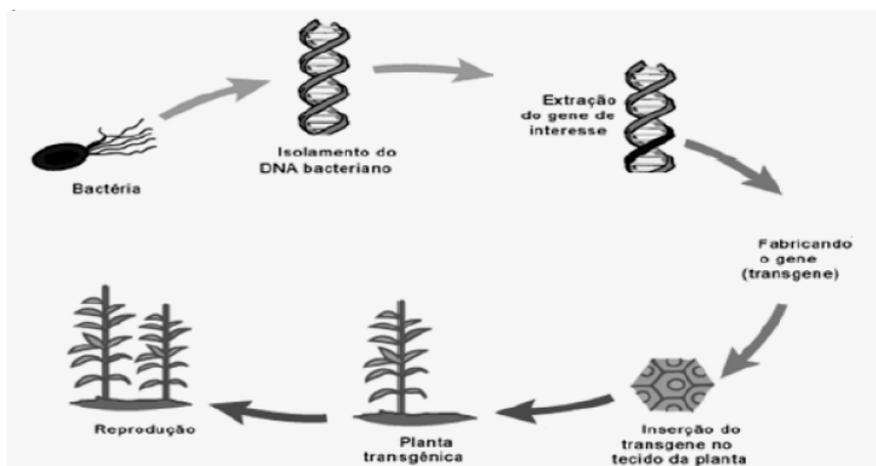
- a) Indique qual a figura que representa a nova variedade gerada por melhoramento e qual foi gerada por transgenia.

FIGURA 1- _____

FIGURA 2- _____

- b) Como você chegou a esta conclusão?

2. (Fonte: LOURENÇO & REIS. 2013, p.21) De acordo com seus conhecimentos sobre transgênicos explique o que representa a figura abaixo para você:



(Fonte: Modificada de figura encontrada em <http://biotecnologiaegenetica.blogspot.com.br/2011/09/plantas-transgenicas.html>)

3. (Fonte: FARIAS et al. 2013, p.91) Você conhece os possíveis benefícios e impactos oriundos do desenvolvimento dos transgênicos? Cite-os.

4. (Fonte: SOUSA & FARIAS. 2011, p. 21-32) Se um dia você descobrisse que os alimentos fornecidos para a preparação da merenda na sua escola (arroz, feijão, trigo e soja) são de origem transgênica, você consumiria a merenda? Explique a sua resposta.

OBRIGADO PELA PARTICIPAÇÃO!

APÊNDICE B – Sequência Didática Interativa. Ficha 1 - Individual.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação – FAE
Centro de Ensino de Ciências e Matemática – **CECIMIG**
Ensino de Ciências por Investigação V – **ENCI V**

**Sequência Didática Interativa****Ficha 1 – Individual**

1. O que são OGMs? São todos obtidos por Melhoramento Genético? (Fonte: PAIVA et al. 2008, p 35)

2. Diga, resumidamente, os passos para a obtenção de um organismo transgênico. (Fonte: PAIVA et al. 2008, p 35)

3. Quais os possíveis benefícios e impactos dos transgênicos? (Fonte: modificada de FARIAS et al. 2013, p.91)

4. Você acredita que o consumo de OGMs é prejudicial à saúde humana?



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação – **FAE**
Centro de Ensino de Ciências e Matemática – **CECIMIG**
Ensino de Ciências por Investigação V – **ENCI V**



Sequência Didática Interativa

Ficha 2 – Grupo _____

Síntese das respostas construídas na Ficha 1 - Individual

1. O que são OGMs? São todos obtidos por Melhoramento Genético? (Fonte: PAIVA et al. 2008, p 35)

2. Diga, resumidamente, os passos para a obtenção de um organismo transgênico. (Fonte: PAIVA et al. 2008, p 35)

3. Quais os possíveis benefícios e impactos dos transgênicos? (Fonte: modificada de FARIAS et al. 2013, p.91)

4. Você acredita que o consumo de OGMs é prejudicial à saúde humana?



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação – FAE
Centro de Ensino de Ciências e Matemática – **CECIMIG**
Ensino de Ciências por Investigação V – **ENCI V**



Sequência Didática Interativa (SDI)

Ficha 3 – Final

Síntese Geral das respostas construídas na Ficha 2 - Grupo

1. O que são OGMs? São todos obtidos por Melhoramento Genético? (Fonte: PAIVA et al. 2008, p 35)

2. Diga, resumidamente, os passos para a obtenção de um organismo transgênico. (Fonte: PAIVA et al. 2008, p 35)

3. Quais os possíveis benefícios e impactos dos transgênicos? (Fonte: modificada de FARIAS et al. 2013, p.91)

4. Você acredita que o consumo de OGMs é prejudicial à saúde humana?

**AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DA
PESQUISA**

Eu, Roni Magalhães, RG _____, diretor da Escola Estadual Professor João Fernandino Júnior, recebi a visita do professor Fabrício Thiago Moura Oliveira, aluno da Especialização em Ensino de Ciências por Investigação, da Universidade Federal de Minas Gerais, que solicitou permissão para realizar, nessa Instituição de Ensino, sua pesquisa. O pesquisador me apresentou o projeto intitulado “*Testes de evidência como atividade investigativa para verificar as habilidades dos alunos sobre transgenia e técnica de DNA recombinante*”, que tem por objetivo determinar através de Teste de Evidência, conhecimentos prévios, concepções espontâneas e intuitivas e utilizá-los como ponto de partida na construção de conceitos científicos sobre “Transgenia e Técnica de DNA Recombinante”. O projeto ocorrerá 08/2014, com duração prevista para 09/2014. Estou ciente de que o trabalho envolverá a participação ativa dos alunos no desenvolvimento das atividades propostas pelo pesquisador. Segundo o pesquisador, eu e minha equipe pedagógica poderemos participar de todas as instâncias do planejamento das aulas, incluindo implementação e análise. O pesquisador esclareceu que não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela participação dos sujeitos. Assegurou a privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. Estou ciente de que os nomes dos alunos, do professor, de funcionários ou da escola não serão citados em nenhum documento produzido no processo, pois o pesquisador resguardará pelo sigilo e anonimato. Comunicou que os resultados da pesquisa serão divulgados para todos os participantes do projeto e demais interessados, em dia e local que eu definir.

Sinto-me esclarecido em relação à proposta e concordo em participar voluntariamente desta pesquisa. Reconheço sua importância e as possíveis contribuições que poderá trazer ao processo de ensino e aprendizagem de Ciências. Sendo assim, autorizo a realização da pesquisa nesta Instituição.

Sete Lagoas, _____ de _____ de _____.

Roni Magalhães – RG:

Diretor da Escola Estadual Professor João Fernandino Junior - R. Goiás, 1696 - Boa Vista, MG- email:
escola.141852@educacao.mg.gov.br

APÊNDICE F - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) - PAIS E/OU RESPONSÁVEIS POR ALUNOS (AS)

Caro pai, mãe ou responsável pelo (a) aluno (a)

Eu, Professor Fabrício Thiago Moura Oliveira, aluno da Especialização em Ensino de Ciências por Investigação da Universidade Federal de Minas Gerais, gostaria de convidar seu (sua) filho (a) a participar da pesquisa “Testes De Evidência Como Atividade Investigativa para Verificar as Habilidades dos Alunos Sobre Transgenia e Técnica de DNA Recombinante”. Estive em contato com a Direção da Escola e com os Professores de seu (sua) filho (a) e obtive a colaboração e o consentimento de ambos para a realização deste estudo. Esta pesquisa tem por objetivo determinar através de Teste de Evidência, conhecimentos prévios, concepções espontâneas e intuitivas e utilizá-los como ponto de partida na construção de conceitos científicos sobre “Transgenia e Técnica de DNA Recombinante”.

Acreditamos que a Pesquisa será importante pois contribuirá ainda mais para a aprendizagem de seu (sua) filho (filha). As aulas ocorrerão nos horários habituais no ano letivo de 2014. Participação deste trabalho os (as) alunos (as) que, voluntariamente, assim o decidirem e contarem com o consentimento dos senhores pais ou responsáveis. O (a) aluno (a) terá seu anonimato garantido, pois serão utilizados pseudônimos no lugar dos nomes e, assim, as informações que fornecerem não serão associadas ao nome em nenhum documento. A participação do (a) aluno (a) não envolverá qualquer natureza de gastos. Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinado em duas vias, sendo que uma das vias ficará com o (a) senhor (a) e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Desde já agradecemos a sua colaboração.

Fabrício Thiago Moura Oliveira
Pesquisador Principal
email - ftmoura1@yahoo.com.br
Universidade Federal de Minas Gerais

Hesley Machado Silva
Orientador da Pesquisa
email - hesley@uniformg.edu.br
Universidade Federal de Minas Gerais

A U T O R I Z A Ç Ã O

Após a leitura do documento acima (**CARTA CONVITE DE PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA E TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**), declaro que estou suficientemente esclarecido (a) sobre a pesquisa: “Testes De Evidência Como Atividade Investigativa para Verificar as Habilidades dos Alunos Sobre Transgenia e Técnica de DNA Recombinante”, seus objetivos e metodologia e que concordo com a participação do (a) aluno (a) abaixo identificado (a).

Nome do(a) aluno(a): _____

Nome do(a) responsável: _____

Assinatura do(a) responsável: _____

C.I.: _____ CPF _____