



**EPEPE**  
ENCONTRO DE PESQUISA  
EDUCACIONAL  
EM PERNAMBUCO

Educação e Desenvolvimento  
na Perspectiva do Direito à Educação

**PROCESSOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM E AVALIAÇÃO**

**O ENSINO DE GENÉTICA E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA  
COMPREENSÃO DA TEMÁTICA ORGANISMOS TRANSGÊNICOS.**

**Maria Marilane Monteiro de Moura**

**Rosângela Alves Falcão**

**Universidade de Pernambuco- Campus Garanhuns**

**RESUMO**

O presente trabalho é resultante de uma pesquisa concretizada no curso de Especialização *lato sensu* em Ensino da Biologia, realizada em duas escolas de Ensino Médio, procurou-se aqui discutir os caminhos percorridos pela Biologia desde a descoberta dos trabalhos de Mendel até as atuais aplicações da Biotecnologia e a partir de então compreender as contribuições do Ensino de Genética no entendimento da tecnologia aplica aos Organismos Transgênicos, especialmente aos alimentos Transgênicos. A pesquisa revela uma enorme dificuldade dos discentes em se relacionar significativamente com os conceitos estruturantes da genética, o que possivelmente reflete negativamente na compreensão e interpretação do texto utilizado na abordagem, também foi diagnosticado um enorme conflito entre os conceitos de gene, DNA e cromossomos, bem como muita dificuldade dos discentes se posicionarem contra ou a favor do uso de tal tecnologia. Desta forma apreende-se desta pesquisa que os discentes partícipes saem do Ensino Médio carentes do conhecimento necessário à compreensão das diversas biotecnologias da atualidade.

Palavras-chave: **Ensino – Genética – Organismos Transgênicos – Biotecnologia**

## **INTRODUÇÃO**

Os conhecimentos em genética são muito relevantes no dia a dia das pessoas, mesmo aquelas que desconhecem totalmente seus mecanismos. Ao longo dos anos o homem interessou-se cada vez mais pelas estruturas de funcionamento do organismo, esta foi uma curiosidade que esteve sempre presente em sua história de evolução. Desde que tornou-se consciente de sua própria existência o homem busca o entendimento da função, entre outras estruturas, daquelas que fazem parte da hereditariedade “nossos antepassados devem ter começado a se indagar sobre os mecanismos da hereditariedade tão logo a evolução os dotou com cérebros capazes de formular o tipo certo da pergunta” (WATSON, 2005, p. 17).

Muitas foram as tentativas de explicar os fenômenos envolvidos na passagem de características entre as gerações, porém a resolução de tais questões começaram a ser de fato elucidados com as descobertas dos estudos de Gregor Mendel que acabou por se tornar o pai da genética. “A genética como a conhecemos, surgiu principalmente de um trabalho publicado por Gregor Mendel, em 1866.” (BROWN, 1998, p.3).

Desde a revelação das descobertas de Mendel muito se avançou no campo dos estudos em genética, pois além de explicar os fenômenos da hereditariedade e suas implicações na vida das pessoas, atualmente é possível interferir nesses processos, possibilitando o surgimento de grandes avanços. “Desde a descoberta da estrutura molecular do DNA em dupla hélice, outras descobertas não param de acontecer.” (BARBOSA e COSTA, 2011, p. 6). A primeira grande descoberta de manipulação se refere à tecnologia de DNA recombinante, esta foi o resultado do empenho de vários pesquisadores, tendo como principais representantes Boyer e Cohen (WATSON, 2005).

### **Aplicações dos Estudos em Genética: Biotecnologia – Organismos Transgênicos**

Todas as descobertas científicas na área da genética têm alguma aplicação em setores da sociedade, é nesta aplicabilidade que insere-se o conceito de biotecnologia, “A palavra biotecnologia significa processo biológico aplicado à solução de problemas ou criação de novos produtos” (GRECO, 2009, p. 34). De acordo com este conceito percebe-se que a biotecnologia engloba tanto conhecimentos de biologia, em especial de biologia molecular, quanto das tecnologias que são utilizadas nos processos. Complementando Moser (2004) coloca que “Surgida em tempos recentes, esta palavra tornou-se uma espécie de senha mágica para conectar-nos com as mais profundas expectativas humanas em termos de qualidade de vida e longevidade”.

A respeito desta ciência sabe-se que a biotecnologia engloba tanto conhecimentos de biologia, em especial de biologia molecular, quanto das tecnologias que são utilizadas nos processos. Ela permite a manipulação das estruturas da hereditariedade e consentiu ao homem a liberdade para interferir em diversos processos biológicos. A biotecnologia e suas inovações causam reações diversas, desde a admiração de alguns até o repúdio de outros tantos, o que é natural, uma vez que ao mesmo tempo em que traz inúmeros benefícios também assusta.

No campo tão abrangente como o da biotecnologia, destaca-se uma prática que, é ao mesmo tempo inovadora como corriqueira, trata-se da tecnologia dos organismos transgênicos, uma técnica que é utilizada na agricultura há muitos séculos, mas que teve seu aperfeiçoamento tecnológico, graças ao advento da manipulação gênica. O termo Organismos Transgênicos (OT) é utilizado para denominar os organismos que sofreram alteração no seu genoma graças à introdução de genes de outra espécie (VEIGA, 2007).

Cabe aqui ressaltar que os a tecnologia aplicada à produção dos Organismos Transgênicos é apenas mais uma maneira de manipulação gênica de alimentos, produzindo alimentos geneticamente modificados, pois além destas, ainda podemos citar técnicas como a irradiação, a poliploidização e a seleção induzida, técnicas que tem em comum a manipulação do genoma das espécies. Sobre isso Moser (2004) pontua que a inovação Biotecnológica dos O T é a transferência de genes entre as espécies, pois a manipulação Genética já está presente em técnicas muito difundidas da agricultura moderna.

Atualmente uma das principais aplicações da tecnologia dos organismos transgênicos é o setor da agroindústria através da produção de lavouras transgênicas, para este setor a grande vantagem dessa técnica se refere à polêmica do uso dos inseticidas, que foi estabelecida principalmente depois da publicação do livro: *Silent spring*, da autora Rachel Carson, tratando dos perigos da utilização dos inseticidas nas lavouras. (WATSON, 2005). A técnica que permitia a produção de organismos com genes resistentes à praga dispensaria a utilização dos inseticidas e por tanto diminuiria os danos causados por estes produtos.

Apesar de todos os benefícios, os Organismos Transgênicos, causaram e ainda causam muita inquietação tanto de pesquisadores da área que defendem, quanto daqueles que fazem declarada oposição aos transgênicos.

A discussão acabou se transformando em uma guerra retórica. De um lado entusiastas da engenharia genética dizendo que ela é essencial para ajudar a resolver o problema da fome no mundo. De outro alguns grupos ambientalistas garantindo que a nova tecnologia provocará uma catástrofe na natureza, piorando justamente a fome e a pobreza. (Greco, 2009, p.27)

Esses extremos em nada ajudam na real compreensão dos benefícios e riscos dos transgênicos, as questões não ficam claras para a população, que não está a par da técnica nem sequer das consequências positivas ou negativas do uso dos alimentos transgênicos.

### **Ensino e Aprendizagem de Genética**

Percebe-se através do descrito que a tecnologia dos Organismos Transgênicos faz parte da realidade de todos, que apesar de não compreender de fato suas técnicas a utiliza por muitas vezes, de modo até inocente, principalmente quando falamos de Alimentos Transgênicos como é o caso da soja e do milho Transgênicos aqui no Brasil (VEIGA, 2007). Conviver com esta realidade deveria ser pressuposto básico para compreensão efetiva da mesma pelo menos por parte daqueles que estão agora completando a educação básica, como assinalam Hicks e Holden (1995), citados por Cachapuz, *et al* (2011) se é papel da educação formar indivíduos responsáveis e atuantes, é necessário que proporcionemos oportunidades para que estes analisem os problemas globais.

O currículo do Ensino Médio possui o ensino de ciências que tem como um de seus objetivos permitir ao discente o conhecimento acerca das novas tecnologias, bem como do conhecimento Científico que sustentam nossa sociedade, possibilitando-o participar nas decisões acerca desta e de outras temáticas Científicas. (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Brasil, 1996). É nesta perspectiva que apoia-se a Educação Científica, como assinala Cachapuz, *et al* (2011), oferecer meios para que a população comum compreenda a ciência e suas tecnologias de maneira democrática que permita não apenas o conhecer, mas o apropriar-se de maneira crítica de seus pressupostos, somente assim atingiremos uma real alfabetização científica

Para concretização de uma efetiva compreensão da Tecnologia dos Organismos Transgênicos a relevância do entendimento da genética é incontestável, pois o saber deste conteúdo estão atrelados a diversas áreas do conhecimento humano, não estando mais restrito tal conhecimento aos pesquisadores, nem tão pouco ao ambiente escolar. Informações sobre a molécula de DNA, por exemplo, não é mais algo somente de cientistas, ao contrário estão presentes em diversos aspectos do cotidiano das pessoas (WATSON, 2005).

No entanto o que se percebe no ambiente escolar é que há uma enorme distorção entre os conceitos que são aprendidos na educação formal e o que se aprende de maneira informal, através das mídias, por exemplo, o que parece ocorrer é que de certa maneira os conceitos vistos na escola não são suficientes para dar suporte às informações divulgadas

pelas mídias, neste contexto é inevitável o questionamento acerca da competência do ensino de biologia para formação de indivíduos conscientes e críticos (CACHAPUZ, *et al*, 2011).

Para compreender as dificuldades enfrentadas por professores e alunos no processo de ensino aprendizagem da biologia, mais especificamente da genética, é importante antes avaliar como se tem estruturado o ensino desta disciplina na educação média. Segundo Pozo e Crespo, (2009, p. 19) “O currículo de ciências praticamente não mudou, enquanto a sociedade a qual vai dirigido esse ensino de ciências e as demandas formativas dos alunos mudaram” na perspectiva do autor observa-se que o currículo das ciências, incluindo, por tanto o de Biologia, está ultrapassado e não condiz com a atual realidade do aluno, o qual incluído numa sociedade dinâmica necessita de um aparato intelectual eficiente para acompanhar o progresso da mesma.

O problema do currículo talvez não esteja diretamente relacionado com os conteúdos que estão sendo abordados, mas com a forma com que os mesmos são trabalhados. “os alunos da educação científica precisam não tanto de mais informação (embora possam precisar também disso), mas sobre tudo de capacidade para organizá-la e interpretá-la, para lhe dar sentido” (POZO e CRESPO, 2009, p.24). Um amontoado de conteúdos desprovidos de significado lógico para o aluno não pode ter eficiência no que se refere à aprendizagem. “Não basta pretendermos ensinar muitas coisas, todas muito relevantes, nem sequer ensiná-las realmente. A eficácia da educação científica deverá se medida pelo que conseguimos que os alunos realmente aprendam” (POZO e CRESPO, 2009, p.27).

Além da problemática do currículo ainda outras dificuldades são observadas na aprendizagem da biologia, pesquisas sobre formação de conceitos revelam que estudantes egressos do Ensino Médio apresentam muita dificuldade na formação do pensamento biológico. (POZO e CRESPO, 2009), essa perspectiva é observada pela dificuldade que os discentes sentem em apropriar-se dos termos corretos. Verifica-se também que, embora, algumas vezes, termos de forte conotação científica como cromossomos, genes, alelos, dominância, recessividade, sejam empregados pelos estudantes, suas respostas deixam claro que não há a compreensão dos processos de divisão celular, localização, estrutura e função do material genético e sua relação com a transmissão de caracteres hereditários (PEDRACINI, *et al*. 2007).

Desta forma se estabelece o entendimento de que os conceitos abordados na sala de aula não estão de fato sendo aprendidos pelos alunos, Pozo e Crespo (2005) aponta, neste sentido para outro aspecto com relação ao ensino de ciência, referindo-se ao ensinamento de dados os quais segundo o autor é uma maneira de fazer com que o aluno aprenda o que se

deseja de uma maneira repetitiva e passageira, diferente do que ocorre com a aprendizagem de conceitos, que ainda sob a ótica do autor é mais difícil, uma vez que: “Uma pessoa adquire um conceito quando é capaz de dotar de significado um material ou uma informação que lhe é apresentada, ou seja, quando compreende esse material.” (POZO E CRESPO, 2005, p. 94) A luz do pensamento do autor é possível perceber que muitas vezes o que se ensina na escola são dados que em pouco tempo perdem o significado e por tanto nenhum conceito permanece.

Este contexto de aprendizagem por significado nos remete a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausbel, segundo a qual, “uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz” (MOEIRA, 1994, P. 19), assim segundo Ausbel, Apud, (MOREIRA, 1997, p. 19-20) “A aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento”. Desta forma apreende-se que a teoria da aprendizagem significativa propõe que para haver aprendizado é necessário que os novos conhecimentos aprendidos na escola sejam atrelados aos conhecimentos prévios do aluno de modo a dar-lhes significado, de outra forma a aprendizagem não é significativa e sim mecânica.

As ideias de Ausbel correspondem fielmente ao que é observado em sala de aula, pois via de regra, os estudantes na melhor das hipóteses, conseguem reproduzir nas provas aquilo que o professor disse na sala ou aquele texto do livro passado, por tanto, o momento da avaliação tudo é esquecido, esse fato reflete uma educação baseada na aprendizagem mecânica, na qual há simplesmente uma memorização dos conteúdos e não uma apropriação dos mesmos.

Nesta perspectiva outra questão que fica um pouco confusa é com relação ao papel do professor no processo de ensino aprendizagem que inúmeras vezes, se coloca como um detentor de conhecimento que tem como dever fazer com que os fiéis aprendizes reproduzam tudo que lhes for passado pelo “mestre”. Para Salé (2007, p. 23)

No processo de aprendizagem significativa o professor coloca-se na situação de mediador, auxiliando o aprendiz na sua própria construção, essa ajuda oferecida, deverá facilitar e nortear a construção dos conceitos, mas deverá também manter a autonomia do aluno. Essa orientação e autonomia é que possibilita a construção de significado para o aluno. É imprescindível que o professor compreenda a necessidade do aluno ser construtor dos seus próprios conhecimentos, que ofereça a este, meios para compreender os conceitos e não simplesmente decorar sentenças e dados. .

Diante do exposto percebe-se a importância dos conhecimentos prévios dos alunos, não aqueles de cunho meramente cultural, mas aquele conhecimento muitas vezes inadequado que o discente já tem sobre determinado assunto, pois este servirá de âncora para fixação dos novos conceitos aprendidos, de acordo como (POZO e CRESPO, 2009, p. 87): “os alunos, como qualquer um de nós, interpretam qualquer situação ou conceito que lhes for apresentado a partir de seus conhecimentos prévios, sua química, física ou biologia experimental ou intuitiva.” Além disso, também é importante a percepção de que é necessário que o indivíduo tenha desejo de aprender, ele precisa querer compreender, caso contrário o processo não será eficiente, de certa forma esta deve ser a maior das dificuldades dos professores, pois como fazer com que alguém deseje aprender?

Esta dificuldade é percebida principalmente quando se trata de questões confusas distante da realidade do aluno, os conteúdos da genética tratam de estruturas invisíveis, na melhor das hipóteses microscópicas, conceitos abstratos demais relacionados a moléculas que somente ficam no imaginário do aluno, essa realidade dificulta a aprendizagem e muitas vezes, converge para aplicação por parte dos professores da já citada aprendizagem de dados, afinal é mais fácil fazer com que os alunos decorem, por exemplo, os emparelhamentos das bases nitrogenadas adenina - timina; citosina – guanina, do que ajudar-lhes a significar a implicação deste emparelhamento para o funcionamento da hereditariedade.

Assim se concebe que ensinar genética requer um empenho não somente do professor, mas também do aluno, e de toda comunidade escolar, para ir mais além requer empenho de toda sociedade afinal o ensinamento não está mais restrito ao espaço escolar, depende e muito da maneira como a escola se coloca na sociedade.

Neste contexto este trabalho foi idealizado a partir da percepção da necessidade de compreender de que maneira os alunos entendem os textos de divulgação científica acerca dos Organismos Transgênicos e se para tal compreensão há o movimento dos conceitos aprendidos nas aulas de genética.

## **CAMINHOS METODOLÓGICOS**

### **Coleta de Dados**

A pesquisa foi desenvolvida com discentes do 3º ano do Ensino Médio de duas Escolas da Rede Estadual de Ensino de Pernambuco, sendo uma localizada no Município de Cupira e a outra no Município de Panelas, o público é composto por alunos de ambos os sexos e com idades entre 15 e 26 anos de idade.

A coleta de dados aconteceu em dois momentos diferentes:

No primeiro momento foram aplicados 66 questionários abertos os quais continham seis questões sobre os conceitos básicos da genética, para averiguar o entendimento sobre os mesmos numa ótica desvinculada de qualquer contextualização com o cotidiano, o intuito foi identificar o conhecimento dos discentes sobre tais conceitos.

No segundo momento foi realizada a aplicação de um questionário fechado de interpretação do texto: “O transgênico já é parte de sua vida”, retirado da edição 1 661 – 9/2000 da revista de divulgação científica VEJA, o mesmo trata da polêmica da utilização de alimentos transgênicos. Tal questionário continha 09 questões das quais 06 relacionaram o texto aos conceitos de genética e 03 eram questões de resposta pessoal, no total 74 alunos responderam a este questionário. O objetivo desta etapa foi identificar as dificuldades na interpretação da divulgação de textos com o foco em divulgação de informações científicas, mas de caráter acessível ao público comum. Além de identificar se o uso de conhecimentos dos conceitos de genética foram mobilizados nas respostas. Ainda neste questionário foram abordadas questões acerca das dificuldades encontradas no momento de interpretar a divulgação e se houve possibilidades de associar os conteúdos abordados na disciplina de biologia com o assunto discutido no texto.

### **Análise dos Dados.**

Os dados obtidos durante a pesquisa foram analisados conjuntamente de maneira qualitativa e quantitativa, Qualitativa porque levou-se em consideração a qualidade da construção conceitual elaborada pelos alunos no 1º questionário que conteve questões abertas e Quantitativa pois houve a quantificação dos erros e acertos nas respostas do 2º questionário. Nesta análise levou-se em consideração as variáveis que possam ter influenciado diretamente e indiretamente nos resultados, foram analisados principalmente os aspectos referentes à qualidade das interpretações dos textos paralelamente a compreensão dos conceitos da genética.

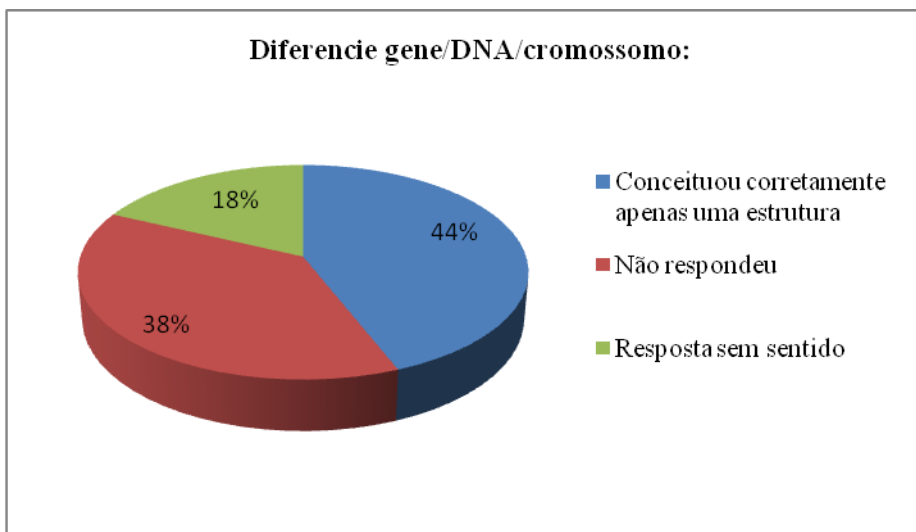
A partir da análise do Questionário 1 pode-se apreender muitas significações pertinentes às dificuldades dos discentes na aprendizagem dos conceitos de genética.

De uma maneira geral observou-se que a aprendizagem destes conceitos não ocorre de modo satisfatório, é válido assinalar que tais conceitos investigados haviam sido abordados recentemente pelos professores das duas turmas, assim o que se esperava era que a compreensão de tais conceitos fosse efetiva, no entanto o que se percebeu foi um grande número de erros relacionados a conceitos que haviam sido estudados há pouco tempo.



Estes resultados refletem os problemas discutidos ao longo deste trabalho relacionados ao ensino e aprendizagem de genética, uma característica marcante é que os discentes possuem uma dificuldade enorme em formar conceitos no estudo da genética, percebe-se que não ocorre uma aprendizagem significativa, pois os mesmos não conseguem apropriar-se dos conceitos e utiliza-los com coerência, o que ocorre na melhor das hipóteses é uma aprendizagem mecânica, repetitiva, onde os discentes memorizam os termos necessários para responder as avaliações e logo esquecem tudo.

Ainda mais preocupante é o fato de que muitas vezes os alunos conseguem até responder os questionamentos corretamente, porém não sabem relacionar os conhecimentos, nem mesmo utilizar um conceito para responder uma pergunta mais aprofundada, permitindo-o apropriar-se do conhecimento científico para explicar fatos, essa realidade evidencia-se, por exemplo, no questionamento da pergunta 5, onde os discentes deveriam diferenciar os conceitos de DNA, gene e cromossomo, quando questionados separadamente os alunos, de uma maneira geral, conseguem conceituá-los com menor grau de dificuldade, entretanto no momento em que se pede para diferenciá-los percebe-se um grande conflito, indicando que os conceitos não foram aprendidos de maneira significativa.



**Figura 1: Gráfico da Porcentagem de respostas para questão 05.**

Neste contexto discorreremos sobre o aspecto relevante relacionado à aprendizagem de genética, fazendo um paralelo com a já discutida aprendizagem significativa proposta por Ausbel. Analisando os resultados das respostas dos participantes inferimos que não há nenhuma indicação da ocorrência de aprendizagem significativa, uma vez que, a mesma nos revela que os discentes não conseguiram formar conceitos sólidos sobre os temas abordados nos questionários.

O fato de os conteúdos relacionados com as questões elencadas na pesquisa terem sido previamente explanados pelos professores nos leva a crer que o aprendizado ocorrido durante as aulas foi como já discutido uma aprendizagem de dados, mecânica, de modo que, não foi possível aos alunos utilizarem-se dos conhecimentos adquiridos durante as aulas para responder ao questionário. Essa constatação, claro, é muito significativa, pois representa o grande déficit da aprendizagem de ciências em especial da genética.

De um modo geral a aplicação do segundo questionário, que trouxe a interpretação do texto sobre Organismos Transgênicos, nos revela que das seis primeiras questões baseadas em conceitos, tendo por tanto, possibilidades de erros e acertos quatro indicaram um maior percentual de erros e em duas observou-se um maior percentual de acertos, também vale ressaltar o fato de que a maioria dos alunos se posicionou contra a utilização dos alimentos de origem transgênica.

É válido ressaltar que de uma maneira geral os alunos não conseguem demonstrar a aprendizagem significativa dos conceitos de genética, também não conseguem se apropriar dos mesmos para explicar fatos e fenômenos, por tanto, entende-se porque a maioria possui uma opinião negativa contra a utilização de alimentos transgênicos, na verdade apenas o texto informativo não é suficiente para que o aluno compreenda a temática porque ele não consegue de fato compreender de que se trata o assunto de uma maneira mais aprofundada, ou seja, compreendendo o significado de cada termo que é utilizado para descrever o processo, pois somente assim seria possível ao aluno opinar coerentemente acerca do assunto.

A partir deste questionário pode ser feita uma reflexão relacionando as porcentagens de respostas com opiniões apresentadas no quesito que se refere à opinião deles quanto ao uso da tecnologia dos transgênicos e a porcentagem dos que afirmaram que o texto não esclareceu o assunto, afinal de que maneira 71,5% dos discentes se posicionaram a respeito do assunto, quando apenas 27% afirmaram que a leitura esclareceu a questão? E ainda 42% afirmaram nunca ter lido sobre o assunto? Essa reflexão mais uma vez nos leva a crer que por não conhecer bem a questão os alunos são facilmente influenciados pelos exageros que são amplamente divulgados nas mídias, afinal se é para tomar uma posição que seja aquela que se apresenta como a mais popular.

Outro aspecto relevante na análise deste questionário foi com relação ao seguinte questionamento: “Você conseguiu utilizar os conceitos estudados nas aulas de genética para compreensão do texto?” Segundo a opinião da maioria dos discentes (77%) foi possível mover os conhecimentos aprendidos em sala para compreensão do texto, porém essa constatação não condiz com que foi observado nas demais perguntas deste questionário, onde

a maioria dos alunos não consegue conceituar, diferenciar ou mesmo utilizar tais conceitos para explicar fenômenos discutidos dentro do próprio texto.

Essa percepção pode ser comprovada, por exemplo, através do paralelo feito entre a porcentagem de alunos que afirmaram ter utilizado os conhecimentos aprendidos em sala e os acertos encontrados na questão 2, que representaram apenas 9,5% do total; também na questão 3 esse fato se evidencia porque apenas 8% assinalaram a resposta correta, ainda podemos citar o questionamento sexto que só obteve 23% das indicações na resposta correta. Esses exemplos nos demonstram que os alunos acreditam que conseguiram utilizar o aprendizado das aulas para interpretar o texto e responder as questões, porém o que se detecta através desta análise é uma realidade bem diferente, na qual há muitas divergências entre os conceitos e muita confusão para fazer a distinção entre estruturas.

Essa constatação está explícita na tabela a baixo onde estão representadas as porcentagens de respostas afirmativas da questão 9 em um comparativo com os acertos de outras três questões que envolvem o entendimento de conceitos e estruturas estudados em genética.

<b>Questão</b>	<b>Porcentagem de respostas corretas</b>
02- Um Organismo que recebeu um gene específico de outra espécie passa a produzir uma nova característica específica, pois:	10% - O gene é um trecho de DNA responsável pela produção de determinada proteína;
03- A produção de Organismos Transgênicos consiste em inserir genes de determinada espécie responsáveis por uma característica específica em outra espécie, afim de que esta, passe a produzir também tal característica, a permuta de genes entre espécies diferentes só é possível, porque:	8% - Os genomas das espécies são muito parecidos se diferenciado apenas em algumas sequências de nucleotídeos.
06- O primeiro alimento transgênico cultivado no Brasil foi a soja transgênica, RoundupReady (RR) tolerante ao herbicida glifosato, a principal diferença entre a soja convencional e a transgênica se refere:	23% - A composição da molécula de DNA, a soja transgênica possui um gene, que lhe confere uma característica que a convencional não possui;
09- Você conseguiu utilizar os conceitos estudados nas aulas de genética para compreensão do texto?	77% Afirmaram que conseguiram utilizar os conceitos para responder aos questionamentos.

**Figura 2: Tabela representando o comparativo entra as respostas das questões 02;.03;06 e 09.**

Aqui aparecem ainda mais explícitas as diferenças entre o que os discentes afirmam e a realidade constatada, através das demais questões da pesquisa, podemos colocar o seguinte questionamento, se 77% dos alunos conseguiram utilizar o conteúdo aprendido em sala para interpretar o texto, por que uma porcentagem tão mínima de acertos nas demais questões? Ao que parece na realidade os alunos pensam que aprenderam, no entanto, isso é uma verdadeira ilusão. Talvez a ilusão destes seja também a do próprio professor que ao aplicar suas avaliações e obter o resultado acredita que o material de estudo foi realmente aprendido pelos alunos e, no entanto, houve apenas uma memorização passageira.

## **CONSIDERAÇÕES**

Em se tratando da aprendizagem dos conceitos estruturantes da genética investigada nesta pesquisa, concluímos que de um modo geral há um déficit muito significativo na aprendizagem de tais conceitos, pois foram observados muitos equívocos por parte dos alunos para conceituar, diferenciar e até utilizar termos e estruturas.

Deste modo, concluímos que os erros são reflexos de uma aprendizagem mecânica onde não ocorre uma apropriação do conhecimento, mas uma memorização de dados, os quais são armazenados por um prazo muito curto, suficiente no máximo para durar até a data da prova e posteriormente tudo será esquecido. Neste sentido a aprendizagem somente serve para que os alunos possam responder questionamentos que o professor considere relevante e que muitas vezes os discentes nem sequer compreendem porque devem possuir este ou aquele conhecimento.

Apesar do número relevante de pesquisas nesta área e muitas comprovações de que os alunos não estão de fato aprendendo o que devem aprender nada muda, porque este problema continua ocorrendo o tempo todo e aparentemente na maioria das escolas. Esse fato é preocupante, pois trazendo o problema para o contexto desta pesquisa, há de se perceber que esta falta de aprendizagem influencia diretamente nos resultados da pesquisa, afinal como pode uma aluno compreender um texto sobre Organismos Transgênicos quando não consegue compreender a diferença entre o gene e o DNA, nem mesmo saber de sua função?

Para compreender os assuntos e conceitos de genética é necessário que haja não somente empenho do professor, mas a disponibilidade do discente em querer aprender, isso é mais importante do que qualquer outro pressuposto, não somente na genética, mas em qualquer aprendizagem, uma vez que, ninguém é capaz de coagir ninguém a aprender. É essa disposição que atualmente pouco se observa nos discentes, na verdade há um desestímulo

total em relação à aprendizagem, esse fato também foi claramente observado no momento da aplicação dos questionários em ambas as escolas, uma vez que, houve pouca disponibilidade dos alunos em responder aos mesmos e uma parcela destes somente respondeu no intuito de poder sair da sala de aula.

Um aspecto relevante é que há muita confusão entre os conceitos de gene e DNA e quase nenhum aluno consegue compreender de fato o que é um cromossomo. Assim como seu papel, funcionamento e sua composição. Essa observação se situa como explicação para o fato de que, a maioria dos participantes, não obteve êxito na interpretação do texto, nem mesmo de maneira contextualizada foi possível que os discentes em sua maioria conseguissem compreender eficientemente o que se discutiu no mesmo.

Essa comprovação é resultante dos diversos erros observados na análise dos questionários de interpretação do texto, tais erros estão intimamente relacionados com a não compreensão dos conceitos de genética, pois se entende que é impossível apreender o processo de produção de um Organismo Transgênico sem compreender o funcionamento da hereditariedade, o papel dos genes, a organização da molécula de DNA, o conteúdo do genoma das espécies, ou ainda o que torna uma espécie diferente da outra do ponto de vista molecular. Tais conhecimentos são indispensáveis no entendimento desta e de tantas outras biotecnologias, afinal como entender de manipulação gênica se o aluno não sabe sequer o que é um gene?

Deste modo aqui se constata que os discentes participantes da pesquisa não têm possibilidades de compreender verdadeiramente o texto trabalhado para interpretação, principalmente porque não têm a competência conceitual necessária para tal, a qual é construída a partir do entendimento dos conceitos de genética e que tais conceitos apesar de haverem sido trabalhados em sala de aula não foram aprendidos de maneira significativa pelos alunos, por esta razão não contribuíram para auxiliá-los na interpretação do texto.

Aponta-se ainda que o Ensino Médio tem falhado no seu papel de educar para cidadania, de formar cidadãos críticos e atuantes, pois tanto para atuar como para criticar é necessário conhecimento, não conteúdo, mas competência para utilizar-se de tais conhecimentos de maneira que estes deem suporte para que os indivíduos possam colocar-se diante de questões pertinentes a constituição de uma sociedade. E pelo menos através do que foi aqui comprovado isso não ocorre, de modo que, os egressos do Ensino Médio não possuem embasamento intelectual suficiente para compreender as inovações biotecnológicas relativas aos Organismos Transgênicos e por esta razão tem muita dificuldade em se

posicionar contra ou a favor da utilização desta tecnologia, compartilhando muitas vezes de opiniões sensacionalistas que na maioria das vezes eles sequer sabem do que se trata.

A partir desta percepção, perduram-se ainda diversos questionamentos acerca dos problemas no processo de ensino e aprendizagem da genética, dentre eles o mais relevante pode estar relacionado com a questão da formação docente, pois o que ficou claro é que uma das maiores dificuldades é a ocorrência aprendizagem mecânica em vez da aprendizagem significativa, este problema pode estar diretamente relacionado com a didática do professor que prioriza a memorização em lugar da apropriação do conhecimento, esta constatação é merecedora de uma investigação mais aprofundada neste sentido, em vistas de esclarecer e buscar soluções para as dificuldades encontradas pelos docentes no processo de ensino da genética.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, Maralise Dorneles; COSTA, Gustavo Marques. Ácidos Nucléicos: Como entender isso? Revista Genética na Escola. V. 6 p. 06 -10, 2011. Disponível em: <http://geneticaaescola.com.br/vol-vi2-artigo-02/>. , acessado em: 23/03/2013.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da educação Nacional (LDBN), 1996. Disponível em: , acessado em 20/06/2014.

BROWN, T. A. Genética um enfoque molecular . Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A., 1998. 336p.

CHAPUZ, Antonio; Pérez, Daniel Gil; Carvalho, Anna Maria Pessoa de; Praia, João; Viches, Amparo. A Necessária Renovação do Ensino das ciências. São Paulo: Cortez, 2011.

GRECO, Alessandro. Transgênicos, o avanço da biotecnologia. São Paulo: Oirã, 2009. P.93.

MOREIRA, M.A; CABALLERO, M.C.; RODRIGUEZ, M.L. Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente. Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, España. P.19 – 44. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>. Acessado em: 02/04/2013.

MOSER, Antônio. Biotecnologia e Bioética: Para onde vamos? Petrópolis – Rio de Janeiro: Vozes, 2004. P.453.

PEDRACINI, Vanessa Daiane; CORAZZA-NUNES, Maria Júlia; GALUCH, Terezinha Bellanda; MOREIRA, Ana Lúcia Olivo Rosas; RIBEIRO, Alessandra Claudia. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias .V. 6, Nº 2, p. 299-309, 2007. Disponível em: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5\\_Vol6\\_N2.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N2.pdf), acessado em: 10/04/2013.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. A Aprendizagem e o Ensino de Ciências, do Conhecimento Cotidiano ao Conhecimento Científico. 5ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. P. 296.

SALÉ, Isabel. Aprendizagem Significativa. In: Coll, César (org.) O Construtivismo na sala de aula. São Paulo: Editora Ática, 2001.

VEIGA, José Eli da. Transgênicos sementes da discórdia. São Paulo: Editora Senac, 2007, p.171.

WATSON, James. DNA: O segredo da vida. São Paulo: Companhia das letras, 2005. p.470