

# DESMISTIFICANDO O TESTE DE PATERNIDADE EM SALA DE AULA

---

## MARIA CELINA SARMENTO MARACAJÁ

Graduada em Ciências Biológicas e Mestre em Ciências e Tecnologia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba- UEPB, celinasmm@gmail.com;

## SIMONE MENDES CABRAL

Graduada em Ciências Biológicas e Mestre em Ciências e Tecnologia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba- UEPB, moninhabiologa1@gmail.com;

## CRISTIANE TAVARES DE AGUIAR

Graduada do Curso de Licenciatura em Química pela a Universidade Estadual da Paraíba – UEPB e Especialista em Educação Ambiental pela a Faculdades Integradas de patos -FIP, cristiane.taguiar@hotmail.com;

## ROSANGELA ALVES SOUTO

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba- UEPB, Mestre em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba- UFPB,. Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande- UFCG, rosangelaalsouto@hotmail.com.

## RESUMO

Temas polêmicos relacionados ao teste de paternidade, emprego de células-tronco, produção e utilização de organismos transgênicos e entre outros passam a ser discutidos dentro e fora da escola. Constata-se que os alunos apresentam dificuldades em estabelecer relações entre conceitos científicos básicos como ácidos nucleicos, cromossomos, genes, divisão celular e hereditariedade aplicada aos testes de paternidade, ou seja, conhecem o produto, mas não compreendem o conjunto de conceitos científicos atrelados ao processo. A presente pesquisa objetivou contribuir para a inserção desta temática por meio da aplicação de uma situação-problema, relacionada à Biologia Molecular e Genética aplicada ao uso do exame de DNA em teste de identificação da paternidade, aos alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública de Campina Grande – PB. Para a execução dessa atividade foi realizado um experimento com caráter investigativo, a atividade propôs a simulação de um teste de paternidade por meio da análise de fragmentos de DNA da criança, de sua mãe e de dois homens, um deles o pai biológico da criança. Os instrumentos avaliativos consistiram em: observação; debates, relatório escrito, questões-problema que foram executados ao longo de cada etapa da Situação Problema. Ao término da atividade os alunos foram capazes de relacionar os conceitos científicos aplicado aos testes de paternidade e participaram de forma satisfatória no processo de resolução da Situação Problema. A aplicação dessa estratégia metodológica contribuiu para o aumento da motivação dos estudantes, além do aporte teórico e da postura docente, o qual favoreceu o processo ensino aprendizagem.

**Palavras-chave:** Investigação Científica, Genética, Biologia Molecular, Teste de Paternidade, Alfabetização Científica.

## INTRODUÇÃO

D iariamente somos bombardeados por reportagens de divulgação científica relacionadas à biotecnologia em jornais impressos e televisivos, revistas, programas científicos ou não da televisão aberta e paga, notas em páginas da *Internet*. Temas polêmicos relacionados à pesquisa genômica, clonagem de órgãos e organismos, testes de DNA, emprego de células-tronco, produção e utilização de organismos transgênicos e entre outros passam a ser discutidos dentro e fora da escola.

A Nova Biologia, ou seja, integração entre as novas tecnologias do DNA e novas aplicações em Genética, que inclui a Biotecnologia e a Biologia Molecular, temos a exigência para que os professores de Biologia estejam atualizados e sincronizados com toda esse progresso científico. Entretanto, os professores e alunos tomam conhecimento dessas novidades ao mesmo tempo e pelos mesmos veículos de difusão científica (SANTOS, 2005). Assim, os professores devem, muitas vezes, aprender as novidades da Genética por conta própria (OLIVEIRA & SILVEIRA, 2010). Além disso, dentro dos livros didáticos mais usados no ensino de Biologia em todo o Brasil, Xavier *et al* (2006) concluíram que os atuais livros excluem objetivos educacionais importantes referentes a ela, influenciando sobremaneira o sucesso da contextualização e impedindo que o aluno sinta-se seguro para emitir julgamento ou opinião a respeito de temas socialmente relevantes.

Um dos grandes desafios está no ensino e a aprendizagem de Genética considerados, por diferentes autores, como os mais difíceis dentro da Biologia (KOVALESKI E ARAÚJO, 2013; GERICKE, 2012; KLAUTAU *et al.*, 2009; BARBOSA, 2008; CASTELÃO E AMABIS, 2008; PEREIRA, 2020). De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), o ensino da Genética tem se mostrado desinteressante, descontextualizado da realidade e de uma compreensão complexa (BRASIL, 2002). A interrelação de conteúdos e matérias, a existência de conceitos abstratos e o excesso de terminologias e metodologias inadequadas são fatores que propiciam a dificuldade da consolidação da aprendizagem (WILLIAMS *et al.*, 2012; BONETI, 2006).

Estudos mostram que os estudantes não apresentam os conhecimentos básicos de genética, como a relação genes-cromossomos- DNA e a capacidade de relacionar os processos de divisão celular com hereditariedade. Resultados semelhantes com o cenário internacional, acrescentando a fragmentação, a descontextualização do conteúdo, desatualização dos livros

didáticos, a necessidade de conteúdos de diferentes origens para a compreensão da Genética Goldbach et al, (2006), a simplificação da abordagem de temas complexos (Paiva e Martins (2005), Saka et al, (2006), Goldbach e Macedo, (2008), Lima et al, (2007), Pedrancini et al, (2007), Pedrancini et al, (2008), Pedrancini et al, (2011), Schneider et al, (2011), Scheid, Ferrari e Delizoicov, (2005), assim como em outros países (FIGINI e DE MICHELI, 2005, KNIPPELS et al, 2005, ANDO et al., 2008, MCELHINNY, et al, 2014). Como consequência temos conhecimentos equivocados e confusos sobre vários temas das Ciências Biológicas. Grande parte do saber científico transmitido na escola é rapidamente esquecida, prevalecendo ideias alternativas ou de senso comum bastante estáveis e resistentes, identificadas, até mesmo, entre estudantes universitários (MORTIMER, 1996).

O século XX foi marcado pelo grande avanço da Genética nas diferentes áreas do conhecimento. Dessa forma, a escola e os professores necessitam estar conscientes sobre a importância da Alfabetização Científica relacionada aos conhecimentos em Genética, suas relações, por exemplo, com a Biotecnologia e suas aplicações (PRIMON, 2005; KIM e IRVING, 2010). As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica sugerem a importância de se adotar uma metodologia que articule a teoria e prática, e se valer de múltiplas estratégias de ensino a fim de propiciar ao estudante vivenciar formas diversas de compreensão dos princípios científicos e construção do conhecimento (BRASIL, 2013).

Ao analisarmos o panorama do ensino de Genética nas escolas brasileiras, percebemos a necessidade de uma mudança urgente, a presente pesquisa objetivou contribuir para a inserção desta temática por meio de uma Situação Problema investigativa como alternativa para inserir o ensino de Genética de forma contextualizada, não fragmentada no Ensino Médio da educação básica. Enfatizando a importância do teste de paternidade, os conceitos relacionados a Biotecnologia, evidenciando, noções básicas sobre a estrutura dos ácidos nucleicos, hereditariedade com ênfase no DNA.

## METODOLOGIA

A presente pesquisa teve como cenário a Escola Cidadã Integral Severino Cabral (ECI), escola pública estadual, localizada no município de Campina Grande- PB. A intervenção didática proposta foi desenvolvida com duas turmas dos terceiros anos do ensino médio com um total de 52 alunos, com faixa etária entre 16 a 18 anos. Com atividades planejadas para nove

encontros de 50 minutos cada, em um período de quatro semanas que aconteceram nos meses de abril a junho de 2018. Sendo estas aulas ministradas de forma expositiva e prática, buscando sempre a interação e a participação dos alunos nas atividades propostas.

O estudo foi aplicado durante as aulas de prática experimental (PEX), disciplina que faz parte do componente curricular das Escolas Cidades Integradas da Paraíba. A autora e pesquisadora deste artigo, bem como a professora efetiva da disciplina Biologia e PEX a regente responsável pela execução das atividades desenvolvidas.

Inicialmente com duração de uma aula foi realizado o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos básico em Biologia Molecular e Genética. Esta ação se deu através de uma roda de conversa com os alunos sobre os temas em destaque: Estrutura do DNA, genes e cromossomos; localização das informações hereditárias (composição química e função do material genético (DNA), código genético e relação entre DNA, cromossomos e genes.). Foram apresentadas algumas perguntas com o intuito de fomentar uma problematização que motivasse os alunos a refletir sobre o tema proposto. Por se tratar de um tema muito divulgado na mídia, os alunos já traziam consigo uma série de concepções e saberes oriundos do cotidiano e de suas vivências. As falas dos alunos foram gravadas e posteriormente transcritas para a análise.

No primeiro momento com dois encontros, tendo duração de duas aulas cada um, foi conferida mini palestras pela própria professora da disciplina Biologia na qual foi apresentado pequenas reportagens, artigos e vídeos sobre DNA, biotecnologia e engenharia genética, para que os alunos tivessem um amplo contato com o tema e se familiarizasse com os termos utilizados. Foi destacado a importância do teste de paternidade para que fossem trabalhados conceitos ligados à Genética e Biologia Molecular, tais como, estrutura da molécula de DNA e sua localização na célula, bases da hereditariedade, enzimas de restrição, PCR e informações que envolvem temas de interesse social como o uso das tecnologias de manipulação do DNA empregadas no dia-a-dia.

No segundo momento foi apresentado a proposta da Situação Problema detalhando cada etapa da atividade experimental investigativa a qual foi realizada em duas etapas correspondente a quatro aulas.

## Etapas:

1. *Situação – Problema; e 2. Simulação teste de paternidade- laboratório aberto.*

### 1- Situação problema

A partir da leitura do artigo publicado pela Ciências hoje “Revolução dos testes de DNA, em julho de 2010” (Pena, 2010) foi extraído a ideia de trabalhar a narrativa abordada como situação problema para investigação da paternidade a história do romance Dom Casmurro (ASSIS, 1899) um clássico da literatura brasileira. Na estória, Bentinho, casado com Capitu, é atormentado pela dúvida de ser ou não pai de Ezequiel, que se parece muito com Escobar, amigo do casal. No final, corroído pelas incertezas, Bentinho se separa da esposa e do filho. Hoje em dia, com o aparato tecnológicos que temos a dúvida de Bentinho poderia ser resolvida rapidamente, por meio de um teste de paternidade em DNA bem feito. A proposta da Situação problema foi simular uma situação com estes três personagens clássicos levantando o questionamento se Capitu traiu ou não seu marido Bento Santiago, o Bentinho? Bentinho é realmente pai de Ezequiel?

### Simulação teste de paternidade- laboratório aberto

Apresentada a situação-problema os alunos iniciaram a investigação em laboratório aberto que teve como principal objetivo buscar a solução de uma questão por meio experimento, foi realizado na própria sala de aula, tendo como material tesoura, lápis e papel.

**Problema a ser investigado** – A análise do DNA é o método que permite comprovar com 99,9999% de certeza se um indivíduo é o pai biológico de uma criança.

*Ezequiel é realmente filho de Bentinho?*

**Levantamento de hipóteses** – Neste momento o professor orientou os alunos a fazer o levantamento das prováveis hipóteses diante da situação problema.

- Com base nos fundamentos da hereditariedade o fato de Ezequiel não se assemelhar a Bentinho pode ser considerado uma evidência da traição de Capitu?

- De acordo com o mecanismo da hereditariedade explique como é transmitido o material genético dos pais para os filhos?

### Procedimentos

A atividade propôs a simulação de um Teste de Paternidade por meio da análise e comparação de fragmentos do material genético. Esta simulação experimental foi adaptada da atividade “Teste de paternidade desenvolvida pelo Projeto Embrião (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2011)” e da monografia intitulada “De Mendel aos testes de paternidade: Ensinando Genética e Miologia Molecular numa Perspectiva Investigativa” tendo como autora Neves (2014).

### Coleta do material

No roteiro de trabalho entregue aos alunos foi explicitado que o teste é feito pelo DNA com sangue, de onde são obtidos os leucócitos, ou fio de cabelo. Também foi disponibilizado as sequencias de DNA dos envolvidos Ezequiel, Capitu, Bentinho e Escobar (figura 1). É importante ressaltar que, durante o desenvolvimento das atividades práticas, priorizou-se a utilização de equipamentos de baixo custo viável para a realidade das escolas públicas.

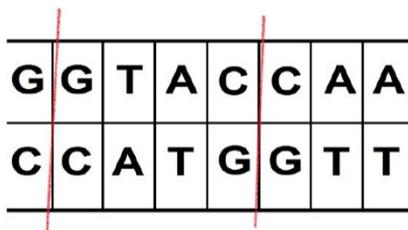
Todas as amostras possuem somente uma fita contendo os pares de bases. Os alunos completaram as fitas de DNA com as respectivas bases complementares dos fragmentos de DNA dos envolvidos. Neste momento a professora destacou a estrutura da molécula de DNA, ressaltando o pareamento das bases nitrogenadas. As bases nitrogenadas estão indicadas por letras ( a letra A corresponde à base Adenina, a letra T corresponde à base Timina, a letra C corresponde à base Citosina e a letra G corresponde à base Guanina).

**Figura 1:** Sequência hipotética de DNA dos envolvidos na Situação problema.

C	G	A	A	A	A	T	G	C	C	A	A	A	C	C	A	A	C	T	A	G	C	T	A	C	C	T	C	G	A	Capitu
A	T	A	G	C	T	C	C	A	T	G	G	C	C	C	A	A	C	T	A	G	C	T	A	C	C	T	C	G	A	Ezequiel
A	T	A	G	C	T	C	C	A	T	G	G	C	C	C	T	T	T	C	G	G	C	T	A	C	G	T	C	G	A	Bentinho
T	A	T	G	C	G	G	A	A	C	T	G	A	A	A	C	T	T	G	C	C	G	T	A	T	G	T	C	G	A	Escobar

Nesta etapa os alunos foram orientados a simular a quebra do DNA em fragmentos específicos, para se obter esta quebra a enzima de restrição utilizada reconhece a sequência de bases GG e que “corta” o DNA entre o primeiro e o segundo G. Ao encontrar a sequência GG, os alunos foi orientado fazer um traço vertical separando G de G. Em seguida deveriam contar o número de pares de bases nitrogenadas de cada fragmento e registrar na margem superior da fita (figura 2).

**Figura 2:** Sequência hipotética de DNA exemplificando o traço separando G de G. As duas sequências indicam as duas fitas de DNA da molécula.

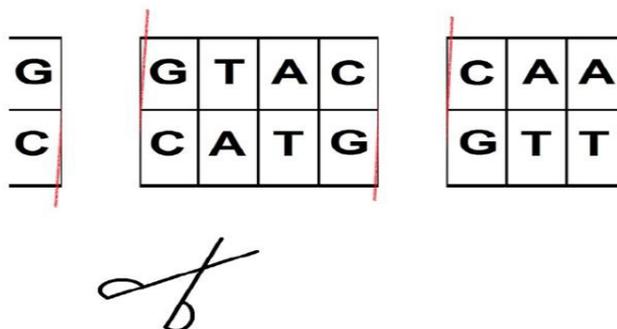


Nota: A professora chamou atenção que após a etapa de amplificação o “cromossomo”, uma estrutura identificável pela sua forma, tamanho e constituída de uma molécula de DNA específica, deixa de existir. Finalizado o tratamento com enzimas de restrição obtêm-se fragmentos de moléculas de DNA, pois a enzimas de restrição atuam como tesouras moleculares, que cortam o DNA em sequências específicas.

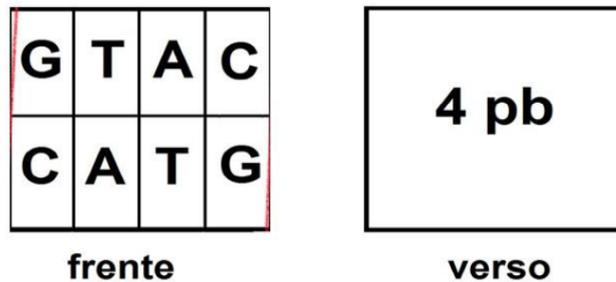
A tesoura representando a enzima de restrição, corte da fita de DNA onde foram feitos os traços verticais, para se obter os fragmentos de DNA (Figura 3);

Os alunos foram orientados a contar o número de pares de bases nitrogenadas de cada fragmento.

**Figura 3:** Sequência hipotética de DNA exemplificando o corte em que foram feitos os traços.



**Figura 4:** Frente e verso do fragmento formado pela quebra da sequência hipotética de DNA mostrada nas figuras 1 e 2.



*Separação dos fragmentos por eletroforese*

### **Preparo do Gel**

O gel é representado pela tabela 1.

### **Corrida do DNA – Eletroforese**

Nesta etapa foi simulada um procedimento denominado eletroforese. Ele consiste na separação dos pares de base do DNA ao longo de um gel próprio para esse procedimento. O DNA apresenta carga negativa. Por esse motivo, os pares de base se deslocarão no sentido de aproximação do cátodo (polo positivo) e afastamento do ânodo (polo negativo). Como os fragmentos possuem a mesma carga, eles serão separados por tamanho no gel e não pela sua sequência de pares de base. Fragmentos menores terão mais facilidade para passar pelos espaços do gel e, por isso, migrarão rapidamente, atingindo uma distância maior que os fragmentos maiores de DNA. Após cortados os fragmentos, pintar os quadrados (representação das bandas) de acordo com os fragmentos originados, na coluna representativa do material de coleta recebido (tabela 1).

**Tabela 1:** Resultado da simulação da corrida da eletroforese com as amostras dos DNA dos envolvidos.

	Capitu	Ezequiel	Bentinho	Escobar
30				
29				
28				
27				
26				
25				
24				
23				
22				
21				
20				
19				
18				
17				
16				
15				
14				
13				
12				
11				
10				
9				
8				
7				
6				
5				
4				
3				
2				
1				

Uma vez quebrado o DNA, isolam-se fragmentos de diferentes tamanhos, que são separados por uma técnica eletroforese. Após identificarem os fragmentos, os alunos pintaram os retângulos, que consistem em uma representação das bandas de DNA, de acordo com os fragmentos originados, na tabela que representou o gel utilizado na eletroforese (tabela1). Conforme o modelo a seguir para amostra de Bentinho foi encontrado os fragmentos com 10, 7, 6, 4, 2 e 1 par de bases, portanto os alunos pintaram os retângulos nas colunas correspondentes a esses fragmentos. Esse procedimento foi repetido para as demais amostras.

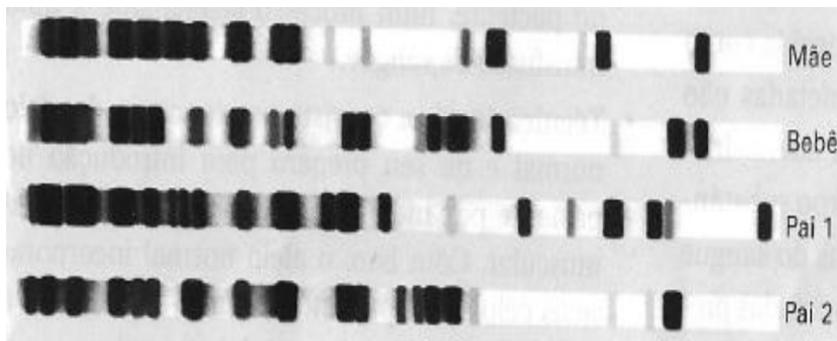
Com os resultados obtidos, os alunos analisaram as informações para então desvendar a situação problema. *Capitu traiu ou não seu marido Bento Santiago, o Bentinho?*

Durante a resolução foram feitos alguns questionamentos:

- De acordo com os fundamentos da hereditariedade, por que metade das bandas do DNA dos pais coincide com as do filho?
- Quais fragmentos do DNA (quantidade de pares de base) do filho são herdados do pai? E da mãe?

Ao realizar esta investigação os alunos tiveram a oportunidade de fazer uma comparação dos segmentos de DNA de pessoas diferentes relacionando as informações adquiridas com a atividade prática, simulando a realidade. Além disso foi apresentado aos alunos, um resultado real de um Teste de Paternidade (figura 5) teste real de paternidade).

**Figura 5:** Imagem do resultado de um teste de paternidade.



Fonte: LOPES, 2008

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a realização desta pesquisa, utilizando a atividade Situação Problema como metodologia de aprendizagem, pôde-se evidenciar a importância das três etapas para o desenvolvimento de atividades experimentais no Ensino Médio. Inicialmente o tema proposto foi problematizado e levantado os conhecimentos prévios do aluno que servira de ancoragem para construir os novos conhecimentos. De acordo com Moreira (2020), as concepções prévias constituem um importante instrumento para a organização do ensino, pois, a partir delas, se constrói situações de aprendizagem capazes de promover a atribuição de significados aos temas tratados. Em seguida diante dos conhecimentos prévios do aluno foi feita uma discussão com mais profundidade sobre os temas polêmica da biotecnologia, enfocando teste de paternidade, instigando no aluno a reflexão o qual torna fundamental para a proposição dos experimentos, a qual foi realizado na etapa

da investigação, que se caracteriza por oportunizar à turma uma forma diferente de aprendizagem, pois os alunos precisavam se envolver em todas as aulas para o desenvolvimento da atividade experimental e, então, relacioná-la com as características teóricas que havíamos discutido. A etapa da discussão final possibilitou aos alunos expor suas impressões sobre o que investigaram, relacionar os conceitos estudados com situações reais e de laboratório, constituindo-se em uma das etapas mais desafiadoras para os alunos do Ensino Médio.

### Levantamento dos conhecimentos prévios

Esta ação iniciou-se com uma roda de conversa com os alunos, a fim de levantar os conhecimentos prévios sobre o tema. Com este intuito foram discutidos temas polêmicos na área de Biotecnologia, abrangendo conceitos básicos variados acerca da: Estrutura do DNA, genes e cromossomos; divisão celular, localização das informações hereditárias (composição química e função do material genético (DNA), código genético e relação entre DNA, cromossomos e genes.). Dessa maneira, foram apresentadas algumas perguntas com objetivo de fomentar uma problematização que motivasse os alunos a refletir sobre o tema proposto.

Na análise desses dados constatou-se que apesar dos alunos estarem no terceiro ano do ensino médio e terem estudado estes conceitos no primeiro ano, pois, a base conceitual sobre Biologia Molecular está incluída no programa de Biologia do primeiro ano, ainda apresentam concepções equivocadas com argumentos superficiais, confusos e sem embasamento científico, mostrando uma carência de informações em estabelecer relações conceituais entre os termos (DNA, gene e cromossomos) dificultando a compreensão em Genética. Resultados semelhantes encontrados nos trabalhos desenvolvido por (CHATTOPADHYAY, 2005, SAKA et al., 2006, LIMA et al., 2007, PEDRANCINI et al. 2007, PEDRANCINI et al., 2008, KLAUTAU et al., 2011, PEDRANCINI et al., 2011, WILLIAMS et al., 2012; TEMP e BARTHOLOMEI-SANTOS, 2013, MORTIMER et al 2014, PEREIRA et al., 2020). Uma possível explicação para este resultado de acordo com Cid e Neto (2005) destaca que em genética temos um complexo vocabulário próprio com característica abstrata e uma quantidade considerável de informações e descobertas científicas e tecnológicas distante das experiências cotidianas dos estudantes, no qual o professor precisa acompanhar e se atualizar frequentemente. Temos a sala de aula, local em que esses assuntos são apresentados de forma

desconectada e na maioria das vezes, devido a grande quantidade de conteúdos e a falta de tempo, não há oportunidade para o professor de levar os alunos a estabelecer uma relação lógica entre esses conceitos. O ensino se torna fragmentado, descontextualizado, compartimentado, desenvolvido por um processo de acúmulo de informações, baseado na memorização, é pouco representativo para o estudante que passa a construir explicações próprias, ou seja, desenvolvendo assim concepções alternativas (PEDRANCINI et al., 2008). Dessa maneira a mídia e o senso comum influenciam os alunos com uma força muito maior do que a própria escola os professores não conseguem desmistificar e retirar completamente os equívocos produzidos por este meio. De acordo com Montimer, (1996) o saber científico transmitido na escola é rapidamente esquecido justamente pela forma que estes conceitos são abordados fragmentados e sem conexão, prevalecendo ideias alternativas ou de senso comum bastante estáveis e resistentes, identificadas, até mesmo, no seio dos estudantes universitários.

### *Primeiro momento*

Iniciamos esta etapa realizando uma apresentação de pequenas reportagens, artigos e vídeos sobre DNA, Biotecnologia e Engenharia Genética, para que os alunos tivessem um amplo contato com o tema e se familiarizasse com os termos utilizados. Além disso, utilizarmos textos com informações atualizadas que não se encontra no material didático tradicional. Para apresentação, começamos mostrando, por meio de *slides*, foi destacado a importância do teste de paternidade para que fossem trabalhados conceitos ligados à Genética e Biologia Molecular, tais como, estrutura da molécula de DNA e sua localização na célula, bases da hereditariedade, enzimas de restrição, PCR e informações que envolvem temas de interesse social como o uso das tecnologias de manipulação do DNA. Foi ressaltado aos alunos a influência da Genética no nosso cotidiano, mostrando com isso que o que é visto em sala de aula tem grande utilidade na nossa vida fora dos muros da escola. Instigando o protagonismo juvenil nas decisões de saber os conceitos básicos da Genética para que possamos nos manter atualizados dentro das novas descobertas.

### *Segundo momento*

Esta etapa centralizou na discussão sobre o artigo publicado pela Ciências Hoje intitulado “Revolução dos testes de DNA, em julho de 2010” (

PENA, 2010) destacando a história do clássico romance de Dom Casmurro. Utilizamos esta narrativa como Situação Problema para investigação da paternidade. Capitu traiu ou não Bentinho? Durante estes questionamentos, além de simular a técnica utilizada no teste de paternidade o aluno teve a oportunidade de discutir sobre os princípios da igualdade, da justiça, e da qualidade que norteiam esta tecnologia. Durante a simulação do teste de paternidade os estudantes interagiram significativamente com os materiais, demonstraram predisposição para participar e aprender em cada etapa de investigação, por meio de suas respostas, apresentaram entendimento desejável dos conceitos envolvidos.

Os alunos iniciaram refletindo sobre a semelhança física entre Ezequiel e Escobar. Supondo que as semelhanças físicas poderá ser uma evidência da hereditariedade entre eles. Contudo esta suposição gerou polêmica entre os alunos e foi logo desconsiderada “a semelhança física não pode ser considerada uma evidência hereditária”. Os alunos continuaram “o DNA é uma molécula relacionada com o mecanismo da hereditariedade”. “É responsável pelas características que herdamos dos pais”. O DNA é o material genético que determina todas as nossas características como cor da pele, cor dos cabelos, cor dos olhos, entre outros”.

Ao serem questionados sobre os tipos de amostras biológicas que deve ser coletada para realização do teste de paternidade citaram com facilidade amostras de “sangue, fio de cabelo, pele ou outros tecidos dos indivíduos envolvidos”. À medida que os alunos manifestavam suas opiniões a professora entrevistava fazendo algumas considerações importantes, sobretudo no que diz respeito ao fato da amostra de DNA ser provenientes de células nucleadas do sangue, sendo assim as hemácias não poderiam ser fontes de material genético e quanto ao fio de cabelo enfatizou que também pode ser amostra das sobrancelhas, cílios, pelos dos braços, das pernas, pubianos e perianais, desde que esteja presente o bulbo, para que a extração do DNA seja bem sucedida. Segundo Borges (2002) No decorrer da atividade investigativa, o professor atua como um mediador entre o grupo e a tarefa, intervindo nos momentos em que há indecisão, falta de clareza ou consenso. Entretanto seu objetivo deve ser deixar que o grupo, progressivamente, assumam maior controle sobre sua atividade.

Quanto ao pareamento das bases nitrogenadas das moléculas de DNA dos envolvidos os alunos apresentaram facilidade tanto em realizar o pareamento como em comparar os fragmentos de DNA dos envolvidos ou seja, conseguiram com êxito esclarecer a Situação Problema excluindo

a possibilidade de Capitu ter traído Bentinho o qual foi identificado como pai de Ezequiel. Destaca que os alunos durante a mini palestra tiveram a oportunidade de analisar o resultado real de um Teste de Paternidade o que permitiu melhor compreensão.

As dificuldades encontradas pelos alunos ficaram evidente em compreender a técnica de Reação em Cadeia de Polimerase e do comportamento das bandas de DNA ao serem submetidas à técnica Eletroforese. Dificuldades essas que podem ser explicadas pela complexidade do tema e por este demandar conhecimentos técnicos da própria área de Biotecnologia e também da carência de conhecimentos da base como conceitos Genéticos e da Biologia Molecular, por exemplo relacionar a meiose a hereditariedade; diferenciar gene, cromossomo e DNA entre outros. Tais resultados não implica necessariamente na falta de aprendizagem significativa, mas sim uma dificuldade dos alunos de apresentar reflexões sobre os resultados encontrados. Esta evidencia reforçar a importância de refletir sobre o conteúdo estudado, por isso as atividades desenvolvidas devem ser predominantemente qualitativas.

Incentivar os alunos a refletirem mais, a relacionar os conteúdos já estudados para então elaborar respostas com discussões mais embasadas nos argumentos científicos. A implementação periódica destas estratégias em sala de aula poderá tornar uma ferramenta importante, estabelecendo relação indissociável entre teoria e prática (BEVILACQUA E COUTINHO-SILVA, 2007).

Com a aplicação de novos métodos didáticos, temos exemplos de vários trabalhos semelhantes a estes com resultados significativos. A Genética e Biologia Molecular são considerada uma área de difícil transmissão e compreensão, tendo o professor que introduzir os conceitos científicos com a preocupação de fornecer suas analogias com exemplos do dia-a-dia Benite, Benite, & Vilela-Ribeiro, (2014). Pereira et., al (2020), que reuniu um conjunto de estratégias compreendendo entre aulas experimentais e lúdicas. Escodino & Souza Góes, (2013) para promover a aprendizagem significativa optou pelo uso do mapa conceitual. Para Krasilchik (2008), a compreensão do ensino de biologia possibilita ao aluno a capacidade de assimilar, refletir, criticar e aprofundar seus conhecimentos em relação aos processos biológicos e a entender a importância dos mesmos na construção de tecnologia que irão gerar produtos que beneficiarão ou não a sociedade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste estudo foi possível encontrar evidências da importância da utilização de estratégias alternativas didático-pedagógicas no processo de ensino-aprendizagem de Genética. Estas estratégias se tornam viáveis capazes de auxiliar os professores em seu planejamento de aula, e assim, contribuir para a melhoria do processo ensino aprendizagem. Destacando que os conteúdos de Genética são considerados conteúdos abstratos de difícil assimilação pelo aluno, a sua compreensão é fundamental para o entendimento dos processos básicos de hereditariedade dos seres vivos, que podem contribuir para elucidar questões polêmicas como células-tronco, transgênicos e clonagem, temas complexos que estão inseridos no cotidiano dos alunos e que envolvem opinião pública. Dessa forma, é necessário que tais questões sejam devidamente esclarecidas para os alunos dando a eles embasamento teórico, tornando-o capaz de desenvolver senso crítico na tomada de decisões conscientes pautadas em conhecimento técnico-científico.

## REFERÊNCIAS

ANDO, N; Et Al. Journal Compilation – **Clinical Genetics Printed In Singapore**, P.75-81, 2008.

BARBOSA, M.v. Oficinas Práticas De Genética Molecular Para Estudantes Do Ensino Fundamental E Médio No Município De Garanhuns. In 54º **Congresso Brasileiro De Genética**, P.2 Salvador, 2008.

BENITE, A. M. C., BENITE, C. R. M., & VILELA-RIBEIRO, E. B. (2014). Educação Inclusiva, Ensino De Ciências E Linguagem Científica: Possíveis Relações. **Revista Educação Especial**, 1(1), 83-92. [Http://Dx.doi.org/10.5902/1984686X7687](http://Dx.doi.org/10.5902/1984686X7687) Acesso Em Junho De 2020.

BEVILACQUA, G.d. E COUTINHO-SILVA, R. (2007). O Ensino De Ciências Nas 5ª Série Através Da Experimentação. **Ciências & Cognição**, 10, 84-92. Disponível No World Wide Web: [Http://Www.cienciasecognicao.org](http://Www.cienciasecognicao.org) Acesso Em Junho De 2020.

BONETI, L.w. **Educação, Exclusão E Cidadania**. 3. Ed. Rio Grande Do Sul: Unijuí, 2006.

BORGES, A. T. (2002). **Novos Rumos Para O Laboratório Escolar De Ciências.** Caderno Brasileiro De Ensino De Física, 19(13), 291-313.

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais Para A Educação Ambiental. In: Brasil. Ministério Da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais Da Educação Básica. Ministério Da Educação.** Secretaria De Educação Básica. Diretoria De Currículos E Educação Integral. Brasília: Mec, Seb, Dicei, 2013. P. 534- 562.

BRASIL. Ministério Da Educação E Do Desporto. Secretaria De Educação Média E Tecnológica. Pcn+ Ensino Médio: **Orientações Educacionais Complementares Aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Ciências Da Natureza, Matemática E Suas Tecnologias. Brasília: Mec: Semtec, 2002.

CASTELÃO, T.b. Amabis, J. M. Motivação E Ensino De Genética: Um Enfoque Atribucional Sobre A Escolha Da Área, Prática Docente E Aprendizagem. In 54º **Congresso Brasileiro De Genética**, P.5 Salvador, 2008.

CHATTOPADHYAY, A. Understanding Of Genetic Information In Higher Secondary Students In Northeast India And The Implications For Genetics Education. **Cell Biology Education**, Bethesda, V. 4, P. 97-104, 2005.

CID, M. & SANTOS-NETO, A. J. (2005). Dificuldades De Aprendizagem E Conhecimento Pedagógico Do Conteúdo: O Caso Da Genética. **Enseñanza De Las Ciencias** (Pp. 1-5).

ESCODINO, D.A., & DE SOUZA GÓES, A. C. (2013). Alfabetização Científica E Aprendizagem Significativa: Situação De Alunos De Escolas Estaduais Do Rio De Janeiro Com Relação A Conceitos De Biologia Molecular. **Investigações Em Ensino De Ciências**, 18(3), 563-579.

FIGINI, E.; DE MICHELI, A. - La Enseñanza De La Genética En El Nivel Medio Y La Educación Polimodal: Contenidos Conceptuales En Las Actividades De Los Libros De Texto. **Enseñanza De Las Ciencias. Vii Congreso.** Número Extra. 2005.

GERICKE, N.m., EL-HANI, C.n., DOS SANTOS V.c. Conceptual Variations Or Incoherence? Textbook Discourse On Genes In Six Countries. **Science & Education.** V. 23, N. 2, P. 381-416, 2012.

GOLDBACH, T. Entre Receitas Programas E Códigos: **As Idéias Sobre Gene Em Diferentes Contextos**. Rio De Janeiro, Programa De Difusão De C&T - Coppe/Ufrj, Tese De Doutorado, 2006.

GOLDBACH, T.; MACEDO, A.g. Produção Científica E Saberes Escolares Na Área De Ensino De Genética: Olhares E Tendências. In: **Jornadas Latino-Americanas De Estudos Sociais Das Ciências E Tecnologias (Esocite)**, 7., 2008, Rio De Janeiro. Anais. Rio De Janeiro: Ufrj, 2008.

KIM, S. Y.; IRVING, K. E. History Of Science As An Instructional Context: Student Learning In Genetics And Nature Of Science. **Science & Education**. V. 19, N.2, P. 187-215, 2010.

KLAUTAU-GUIMARÃES, M.n.; AURORA, A.; DULCE, D.; SILVIENE, F.o.; HELENA, Y CORREIA, A. Relação Entre Herança Genética, Reprodução E Meiose: Um Estudo Das Concepções De Estudantes Universitários Do Brasil E Portugal. Enseñanza De Las Ciencias, **Número Extra Viii Congreso Internacional Sobre Investigación En Didáctica De Las Ciencias**, Barcelona, Pp. 2267-2270, 2009.

KLAUTAU-GUIMARÃES, M.n.; RESENDE, T.a.; LOBO, J.a. E SILVIENE, F.o. Entendendo A Variação Genética. *Genética Na Escola*, 6 (1): 31–41, 2011.

KNIPPELS, M. C. P.J; Et Al. Design Criteria For Learning And Teaching Genetics. **Jounal Of Biological Education**. N. 39, 2005, P. 108-112.

KOVALESKI, A. B., DE ARAÚJO, M. C. P. A História Da Ciência E Bioética No Ensino De Genética. **Revista Genética Na Escola**, 2013.

KRASILCHIK, M. **Prática De Ensino De Biologia**. São Paulo: Edusp, 2008

LIMA, A. C.; PINTON, M. R. G. M. & CHAVES, A. C. L. (2007). O Entendimento E A Imagem De Três Conceitos: Dna, Gene E Cromossomo No Ensino Médio. **Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 6. Acesso Em 16 De Set. De 2020, [Http://Www.nutes.ufrj.br/Abrapec/Vienpec/Cr2/P464.Pdf](http://Www.nutes.ufrj.br/Abrapec/Vienpec/Cr2/P464.Pdf).

LOPES, Sônia. **Bio**: Volume Único. São Paulo: Saraiva, 2008.

MCELHINNY, T. L., Et AL. The Status Of Genetics Curriculum In Higher Education In The United States: Goals And Assessment. **Science & Education**. N. 23, 2014. P. 445–464.

MOREIRA, M. A. O Que É Afinal Aprendizagem Significativa? **Revista Cultural La Laguna Espanha**, 2012. Disponível Em: [Http://Moreira.if.ufrgs.br/Oqueeafinal.pdf](http://Moreira.if.ufrgs.br/Oqueeafinal.pdf). Acesso Em: 22/2/2020.

MORTIMER, E. F. Et AL. Conceptual Profiles: Theoretical Methodological Bases Of Research Program. In: MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. **Conceptual Profiles: A Theory Of Teaching And Learning Scientific Concepts** .Dordrecht: Springer, 2014. P. 3-33.

MORTIMER, E.f. Construtivismo, Mudança Conceitual E O Ensino De Ciências: Para Onde Vamos? **Investigações Em Ensino De Ciências**, V. 1, P. 20-39, 1996.

NEVES, A. P. P. (2014) **De Mendel Aos Testes De Paternidade: Ensinando Genética E Biologia Molecular Numa Perspectiva Investigativa**. Monografia Apresentada Ao Curso De Especialização Enci-Uab Do Cecimig Fae/Ufmg Como Requisito Parcial Para Obtenção De Título De Especialista Em Ensino De Ciências Por Investigação.

OLIVEIRA, F. b.; SILVEIRA, R. m. v. O Teste De Dna Na Sala De Aula: É Possível Ensinar Biologia A Partir De Temas Atuais? **Genética Na Escola**, V.5, N.1, P.01-04, 2010.

PAIVA, A. L. b.; MARTINS, C. M. C. concepções Prévias De Alunos De Terceiro Ano Do Ensino Médio A Respeito De Temas Na Área De Genética. **Ensaio – Pesquisa Em Educação Em Ciências**. V.7, Número Especial, 2005.

PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA, M. J.; GALUCH, M. T. B. Mediação Pedagógica E A Formação De Conceitos Científicos Sobre Hereditariedade. **Revista Electrónica De Enseñanza De Las Ciencias**, V. 10, N. 1, P. 109-132, 2011.

PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. Ensino E Aprendizagem De Biologia No Ensino Médio E Apropriação Do Saber Científico E Tecnológico. **Revista Electrónica De Enseñanza De Las Ciencias**. V.6, N.2, 299-309, 2007.

PEDRANCINI, V. D; Et AL. Saber Científicos E Conhecimento Espontâneo: Opiniões De Alunos Do Ensino Médio Sobre Transgênicos. **Ciência & Educação**. V. 14, N. 1, 2008, P. 135-146.

PENA, Sérgio Danilo. A Revolução Dos Testes De Dna. **Revista Ciência Hoje**, Rio De Janeiro, Julho 2010. Disponível Em: <https://Cienciahoje.org.br/Coluna/A-Revolucao-Dos-Testes-De-Dna>, Acesso Em Jul. 2018.

PEREIRA, S. De S., CUNHA, J. S., & De Lima, E.m. (2020). **Estratégias Didático-Pedagógicas Para O Ensino-Aprendizagem De Genética**. **Investigações Em Ensino De Ciências**, 25(1), 41-59. Recuperado De <https://www.if.ufrgs.br/Cref/Ojs/Index.php/lenci/Article/View/1462>

PRIMON, C.s.f. **Análise Do Conhecimento De Conteúdos Fundamentais De Genética E Biologia Celular Apresentado Por Graduandos Em Ciências Biológicas**. São Paulo. Instituto De Biociências, Universidade De São Paulo, 2005. Dissertação De Mestrado Em Biologia/Genética, 2005.

SAKA, A.; CERRAH, L.; AKDENIZ, A. R.; AYAS, A. A Cross-Age Study Of The Understanding Of Three Genetic Concepts: How Do They Image The Gene, Dna And Chromosome? **Journal Of Science Education And Technology**. V.15, N.2, P.192-202. 2006.

SANTOS, S. **Para Geneticistas E Educadores: O Conhecimento Cotidiano Sobre A Herança Biológica**. São Paulo: Annablume, 2005.

SCHEID, N. M. J; Et AL. A Construção Coletiva Do Conhecimento Cientifico Sobre A Estrutura Do Dna. **Ciência & Educação**. V. 11, N. 2, 2005.

SCHEID, N. M.; Delizoicov, D. & Ferrari, N. A. (2003). Proposição Do Modelo De Dna: Um Exemplo De Como A História Da Ciência Pode Contribuir Para O Ensino De Genética. **Atas Do Iv Encontro Nacional De Pesquisa Em Ensino De Ciências**. 4, 25- <http://fep.if.usp.br/~Profis/Arquivos/lvenpec/Arquivos/Orais/Oral021.Pdf>.

SCHNEIDER, E.m.; Et AL. Conceitos De Gene: Construção Histórico-Epistemológica E Percepções De Professores Do Ensino Superior. **Investigações Em Ensino De Ciências**. V.16, N. 2, 2011, P. 201-222

SMITH, Michelle, K. And KNIGHT, Jennifer, K. Using The Genetics Concept Assessment To Document Persistent Conceptual Difficulties In Undergraduate Genetics Courses. **Genetics** 191: 21-32. 2012.

TEMP, D. S.; BARTHOLOMEI- SANTOS, M. L. Desenvolvimento E Uso De Um Modelo Didático Para Facilitar A Correlação Genótipo-Fenótipo. **Revista Electrónica De Investigação Em Educação Em Ciências**. V.8, N.2., P. 13-20, 2013.

UNICAMP. Projeto Embrion. **Identidade Dos Seres Vivos- Tecnologia De Manipulação Do Dna**. 2011. Disponível <https://www.embriao.ib.unicamp.br/Embriao2/Index.php> Acesso Em Jul De 2018.

WILLIAMS, M., MONTGOMERY, B. L., MANOKORE, V. **From Phenotype To Genotype: Exploring Middle School Student's Understanding Of Genetic Inheritance In A Web-Based Environment**. V. 74, N. 1, P. 35-40, 2012.

XAVIER, M., C. F.; De Sá Freire, A.; MORAES, M. O. **A Nova (Moderna) Biologia E Genética Nos Livros Didáticos De Biologia No Ensino Médio**. *Ciência E Educação*. V.12, N.3, P.275-289, 2006.