

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG)**  
**FACULDADE DE EDUCAÇÃO (FaE)**  
**CENTRO DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA (CECIMIG)**  
**ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO (ENCI VI)**

**O USO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PARA O ENSINO DE  
GENÉTICA NO 8º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL II**

**Belo Horizonte**  
**Junho de 2016**

**Hugo Dias Viana Sobrinho**

**O USO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PARA O ENSINO DE  
GENÉTICA NO 8º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL II**

**Trabalho de conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Especialização  
do Centro de Ensino de Ciências e  
Matemática da Faculdade de Educação  
da Universidade de Minas Gerais, como  
requisito parcial para obtenção do título  
de especialista em Ensino de Ciências  
por Investigação.**

**Orientadora: Luiza Gabriela de Oliveira**

**Belo Horizonte  
Junho de 2016**

## **DEDICATÓRIA**

“A Todos que ainda acreditam e lutam por uma educação que faça a diferença.”

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me dar força e saúde para continuar estudando e me dedicando à profissão que gosto tanto executar;

Minha família que sempre foi compreensiva nos momentos em que não pude estar com ela, principalmente minha esposa Débora que me incentivou de várias formas, acreditando na minha capacidade;

Tutora Janaína Ferreira Hudson Borges que sempre me motivou a dar o melhor, me direcionando de uma forma gentil e firme.

À minha orientadora Luiza Gabriela de Oliveira pela atenção, prestatividade e profissionalismo com que conduziu a produção deste trabalho;

Ao Colégio Cristo Redentor que gentilmente liberou a pesquisa e acreditou no meu trabalho como professor e pesquisador, especialmente para Diretora Luciene Batista de Oliveira e a Supervisora Luciane de Almeida Ferreira;

Aos alunos do 8º ano que carinhosamente participaram de uma forma única, contribuindo enormemente para a conclusão desta pesquisa.

## Resumo

A pesquisa relata o uso de uma sequência didática, baseada nos princípios de uma atividade investigativa, para o ensino de genética no Ensino Fundamental II. O trabalho foi realizado por meio de observações, gravações de áudio, questionários e registros em caderno de campo. O estudo foi realizado durante as aulas de ciências, em uma escola particular da cidade de Belo Horizonte, em uma segunda abordagem do tema. A análise de dados foi qualitativa, e através dela foi possível confirmar que a atividade investigativa pode contribuir para a aprendizagem de um assunto de difícil aprendizagem, como a genética. Os resultados da pesquisa confirmaram que alunos os alunos do 8º ano se apropriaram de conceitos básicos da genética.

**Palavras-chaves:** genética, ensino de ciências e atividade investigativa.

## **Abstract**

The study reports the use of a didactic sequence based on the principles of an investigative activity to genetics teaching in Primary Education II. The work was carried out through observations, audio recordings, questionnaires and records in a diary. The survey was conducted during science classes in a private school in the city of Belo Horizonte, in a second approach to the subject. Data analysis was qualitative, confirming that investigative activity can contribute to as difficultas learning genetics. The survey results confirmed that students of the 8th year appropriated basics of genetics.

Keywords: genetics, science education and investigative activity.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo apresentado pelo grupo 1 .....	36
Figura 2: Modelo apresentado pelo grupo 2 .....	37
Figura 3: Modelo apresentado pelo grupo 3.....	37
Figura 4: Modelo apresentado pelo grupo 4.....	38
Figura 5: Modelo apresentado pelo grupo 5.....	39

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Critério de avaliação durante a sequência didática	21
Quadro 2: Conceito Hereditariedade – Pré-teste	23
Quadro 3: Conceito Genótipo e Fenótipo – Pré-teste	24
Quadro 4: Conceito gene, cromossomo e DNA – Pré-teste	25
Quadro 5: Conceito alelo	26
Quadro 6: Conceito Hereditariedade – Pós-teste	41
Quadro 7: Conceito Genótipo e Fenótipo – Pós-teste	42
Quadro 8: Conceito gene, cromossomo e DNA – Pós-teste	43
Quadro 9: Conceito alelo – Pós-teste	44

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>1. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	11
<b>1.1 Genética: Importância e Problemas na Aprendizagem</b> .....	11
<b>1.2 Aprendizagem de conceitos</b> .....	12
<b>1.3 Ensino por Investigação – Uma estratégia didática</b> .....	15
<b>2. METODOLOGIA</b> .....	17
<b>2.1 Contexto Geral</b> .....	17
<b>2.2 Atividade Investigativa: Compreendendo a organização do DNA</b> .....	19
<b>3. ANÁLISE DE DADOS</b> .....	22
<b>3.1 O pré-teste</b> .....	22
<b>3.2 Análise do Desenvolvimento da Sequência Didática</b> .....	28
<b>3.2.1 Problematização</b> .....	28
<b>3.2.2 Construção de Hipóteses</b> .....	33
<b>3.2.3 Verificação das hipóteses</b> .....	35
<b>3.3 Análise das respostas dos alunos ao pós-teste</b> .....	40
<b>4. Considerações finais</b> .....	45
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	46
<b>ANEXO A (PRÉ-TESTE)</b> .....	50
<b>ANEXO B (PÓS-TESTE)</b> .....	51

## INTRODUÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido como parte das exigências para conclusão da Especialização em Ensino de Ciências por Investigação- ENCI, do Centro de Ciências e Matemática de Minas Gerais- CECIMIG, da Faculdade de Educação – FaE da Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG. O trabalho relata o desenvolvimento de uma sequência didática aplicada em alunos do 8º ano, do ensino fundamental II, no ano de 2016, em uma escola da rede privada de ensino, na Cidade de Belo Horizonte/MG. Esta investigação procurou entender como o Ensino por Investigação pode contribuir para a aprendizagem do tema Genética no ensino fundamental II, buscando, também, contribuir com o instrução e a aprendizagem de conceitos relacionados à genética.

A genética tomou um grande espaço em diversos meios de comunicação tais como filmes, desenhos, programas de TV e outros, que se apropriam de termos e conceitos deste tema. Podemos perceber que ideias relacionadas à genética não estão restritas aos cientistas, pesquisadores ou às aulas de ciências e biologia, sendo relevante seu estudo (LEONOR, AMADO e LEITE, 2012). Segundo Giacóia (2006), a genética é uma ciência que está em constante evolução e vem sendo alvo de interesse pela mídia. Carboni e Soares (2008), afirmam que a todo o momento nos defrontamos com notas e discussões envolvendo temas como transgênicos, células-tronco, clonagem, entre outros. Pedrancini *et al.* (2007) também relatam que inúmeras revistas especializadas se ocupam da divulgação dos avanços científicos e tecnológicos, sem contar o empenho dos meios de comunicação de massa, como a televisão, o rádio, os jornais e revistas para levarem a público tais avanços.

No entanto, como apontam Paiva e Martins (2005), os alunos ainda levam do ensino fundamental muitas dúvidas e concepções erradas sobre os fatores hereditários. Isso significa que mesmo com a valorização do tema e seu destaque na mídia, os alunos não estão conseguindo efetivamente se apropriar dos conceitos básicos sobre a genética.

De acordo com Azevedo (2004), só há aprendizagem se o aluno se envolver com o tema estudado a partir de ações e procedimentos que o cative, levando o discente de uma atitude passiva para uma postura ativa na construção do

conhecimento, a partir de situações que direcionem o aluno para refletir, discutir, explicar e relatar. Uma das formas de promover essas posturas apontadas por Azevedo (2004) é a realização de atividades investigativas. O ensino por investigação propõe o uso de estratégias que tiram o aluno de uma situação de apenas receber o conhecimento, para refletir, buscar explicações e participar ativamente da construção do seu conhecimento (LIMA e MARTINS, 2015).

Por este motivo consideramos que uma abordagem da genética, a partir de uma perspectiva investigativa, pode contribuir com a aprendizagem do tema, levando o aluno a fazer uma correta relação dos termos e conceitos que estão presentes em seu cotidiano, promovendo a formação do cidadão, que compreende e atua em seu espaço.

Este trabalho investigou como o Ensino por Investigação pode ajudar no entendimento de conceitos básicos da genética, por alunos do 8º ano do ensino fundamental II. A sequência didática, baseada na investigação, buscou com que os discentes fossem ativos no processo de aprendizagem, sendo estes, em grande parte, responsáveis pelo seu aprendizado. Também se verificou a relevância do uso de atividades investigativas para evitar que os alunos do fundamental II levem conceitos errôneos sobre genética para o ensino médio. Do início ao fim da sequência didática, o professor/pesquisador, analisou a postura dos alunos por meio de observações registradas em cadernos de campo. Outro instrumento de coleta de dados usados foi à utilização de questionários, antes e depois da sequência didática. Ao final da série de atividades, os dados foram analisados e avaliados para determinarmos se os objetivos da investigação foram alcançados.

# 1. REFERENCIAL TEÓRICO

## 1.1 Genética: Importância e Problemas na Aprendizagem

De acordo com Brasil (2000), os temas relativos à biologia têm como função não somente ser um assunto presente na mídia e/ou como conteúdo básico do ensino escolar, mas também de ser capaz de responder perguntas sobre a origem do homem, evolução, reprodução, diversidade da vida e Interações ecológicas. Podemos dizer que a Biologia busca arraigar o ser humano novamente com a natureza e com ele mesmo, porém com fundamentos científicos. Assim o aluno percebe a grande importância que tem o homem em relação aos demais seres vivos, não por ser melhor ou pior, mas pela capacidade que a humanidade tem de intervir de maneira tanto positiva como negativa no meio em que vive.

De acordo com as propostas curriculares do Estado de Minas Gerais, da disciplina de ciências, o aluno do ensino fundamental II deve desenvolver as seguintes habilidades em relação à genética:

*Compreender que o meio ambiente pode alterar o fenótipo de um indivíduo.*

*Associar o processo da hereditariedade como a transmissão de características de pais para seus filhos.*

*Analisar no trabalho de Mendel, sobre a transmissão dos caracteres hereditários e a possibilidade de sua manifestação em gerações alternadas (1ª Lei de Mendel). (MINAS GERAIS, 2006, p.39)*

Frente às orientações curriculares supracitadas é de fundamental importância à apropriação dos conceitos básicos da genética, e é a partir dessa perspectiva, que este trabalho se mostra útil na consolidação destas habilidades.

Campanário e Moyá (1999) abordam que grandes são as dificuldades relacionadas à aprendizagem de Ciências, e entre elas estariam a lógica dos conceitos e conteúdos, o nível de exigência formal dos mesmos e a influência dos conhecimentos prévios e concepções dos alunos. Scheid e Ferrari (2006), também relatam que várias pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de levantar e analisar os conhecimentos e a compreensão que jovens estudantes têm sobre genética. Os resultados dessas pesquisas são preocupantes, pois revelam que nem

mesmo os conceitos básicos de genética, como a relação gene/cromossomo são compreendidos pelos estudantes do ensino médio. Esses estudos mostram que habilidades básicas do ensino fundamental não estão presentes em alunos do ensino médio. Um dos motivos dessa ausência é apontado por Leonor, Amado e Leite (2012), que relatam que jovens entre 12 e 13 anos (8º e 9ºano) consideram o tema genética complexo. A pesquisa de Paiva e Martins (2005), também afirma que os discentes do ensino médio, em sua maioria, levam do ensino fundamental pré-concepções errôneas a respeito da genética.

Cid e Neto (2005) atribuem que a complexidade do assunto seja pela grande quantidade de conceitos. O aluno recebe um enorme léxico repertório que tem pouco significado, de acordo com sua realidade. As concepções prévias dos alunos seria um fator que influencia na aprendizagem da genética, essas nem sempre são levadas em consideração nas aulas de ciências. A linguagem específica e o vasto vocabulário trariam mais dificuldades para o discente. Outro ponto colocado por Cid e Neto (2005), é a forma de ensino, dividida em várias partes, e que por muitas vezes não é devidamente alinhada para melhor compreensão.

Frente às características do ensino de Genética no Ensino Fundamental, apontadas acima, o presente trabalho será uma forma de busca de melhoria das relações da genética com o homem, no que se refere a entender, trabalhar e conviver com o assunto no cotidiano.

Oliveira (2015) apresenta, em seu trabalho, outra forma de trabalhar o tema genética, fora das formas rotineiras. Utilizando-se de histórias em quadrinhos, a autora tornou o tema genética mais próximo do aluno, trabalhando o lúdico, contribuindo para as formações de conceitos por parte dos alunos. Esta monografia se baseou em algumas informações do trabalho de Oliveira (2015), pelo fato de ter o tema genética e uma estratégia de ensino fora dos parâmetros tradicionais, em comum.

## **1.2 Aprendizagem de conceitos**

Segundo Damiani e Neves (2006), o desenvolvimento do homem acontece em quatro níveis: afetivo, cognitivo, social e motor. Todos ao seu tempo e modo

distintos, porém a influência de um nível para com o outro é óbvia e inegável. Para que possamos entender melhor como o desenvolvimento cognitivo se dá teremos que investigar como foi a linha de pensamento sobre tal desenvolvimento.

Freitas (2006), relata que inicialmente os Ambientalistas, acreditavam que as crianças têm uma mudança de comportamento resultante do treino e experiência, que aprendem tudo do ambiente, por processos de imitação. Essa teoria coloca o professor como o centro dos processos de ensino e aprendizagem, cabendo ao mesmo levar todas as informações e ao aluno somente recebê-las como uma memória de computador. Essa teoria foi defendida pelos autores Skinner, Watson, entre outros, no movimento denominado Behaviorista.

Os Inatistas, como Chomsky, acreditavam que nada se aprende no ambiente, o ser já nasce com tudo que necessita, apenas acontece um disparo dessas informações para o meio, e as experiências de vidas seriam ativadores de dados que já existem na pessoa. Damiani e Neves (2006) apontam esse pensamento, como sendo uma concepção epistemológica Racionalista, em que o professor é apenas um auxiliar do estudante, um facilitador no processo de aprendizagem. O aluno já nasce com todas as informações embutidas no seu código genético, um “saber de nascença”. Logo já se pode pensar que uns tem facilidade para aprender, e que ocorre por uma predisposição genética, e outros que tem fracasso nos estudos, seriam resultado de sua “genética ruim”.

O interacionismo vem de um mesclar entre Ambientalistas e Inatistas. Piaget não define ao certo se o indivíduo nasce com o conhecimento ou se este é dado pelo convívio social, mas de acordo com o estudo de Damiani e Neves (2006), o interacionismo afirma que o sujeito constrói o conhecimento na interação com o meio físico e social e isto vai depender das condições em que tal indivíduo se socializa e suas próprias condições físicas. A teoria de Piaget tem como pilar central o fato de que o conhecimento não vem unicamente de experiências com o meio ou de uma programação inata, previamente contida no ser humano, mas de uma união destas situações. Assim o sujeito passa por construções sucessivas resultantes das relações com o meio e sua condição física.

Vygotsky (2005) acredita que o homem é um ser histórico e produto de um conjunto de relações sociais. O desenvolvimento, então, procede das relações sociais de interação e mediação, que há através da linguagem, seja ela escrita, por

meio de sinais, simbologia e outras. A consciência é arquitetada no social, a partir das relações que os homens estabelecem entre si, por meio de uma atividade significativa, portanto pela mediação da linguagem. O homem é visto como alguém que transforma e é transformado pelas relações que acontecem em uma determinada cultura. O que acontece não é uma soma de conhecimentos prévios já contidos no indivíduo, mas adquiridos no meio. Uma interação dialética que se dá, desde do nascimento, entre o ser humano e o meio social em que está inserido. Assim, podemos ver que o ser resultante é fruto das trocas recíprocas, que se estabelecem durante a sua trajetória de vida.

Em seus estudos, Vygotsky (2005) não nega que há pessoas com predisposições favoráveis para estas interações, porém essa característica inata não seria determinante para a aprendizagem. Ele afirma que a capacidade de uma pessoa não está ancorada na sua estrutura biológica. Ele nega também, que o indivíduo seja resultado de um ambiente, colocando o ser humano como um espaço vazio e preenchido pelo meio, de forma passiva. Para ele, o homem é um agente ativo em seu processo de aprendizagem, um sujeito que realiza uma atividade organizadora na sua interação com o mundo, e assim pode até mesmo renovar sua própria cultura se achar necessário.

Vamos abordar nesta pesquisa um tema de difícil entendimento por vários aspectos, mas relevante para aprendizagem, pois não é somente um conteúdo que deve ser compreendido no período da vida escolar, mas também em várias formas que se este se encontra no cotidiano, portanto é necessário utilizar uma estratégia de ensino que faz com que o aluno possa refletir, pensar e buscar o conhecimento, promovendo a formação de um ambiente eficaz para se apreender, onde o professor direciona e orienta de uma forma discreta e positiva, e que seja em um local que alunos se cooperem e aprendam juntos, fugindo da forma tradicional. (AZEVEDO, 2004; CARBONI e SOARES, 2008; CARVALHO, 2004; GIACÓIA, 2006; LEONOR, AMADO e LEITE, 2012; OLIVEIRA, 1993, PAIVA e MARTINS, 2005).

### 1.3 Ensino por Investigação – Uma estratégia didática

A atualidade exige que o ensino científico não seja mais baseado em transmitir conhecimentos prontos e fechados, mas que seja amplo para desenvolver, não somente conceitos, mas também atitudes e procedimentos pelos alunos. Esta proposta faz com que o estudante mude sua postura, tendo um papel importante no processo de aprendizagem (CARVALHO, 2004). De acordo com Azevedo (2004) pesquisas comprovam o maior aprendizado dos alunos quando os mesmos são envolvidos em atividades investigativas, por isso o Ensino por Investigação é uma estratégia importante para retirar o aluno da passividade, fazendo com que ele trabalhe as três dimensões do conteúdo: conceituais, procedimentais e atitudinais. Estas dimensões são responsáveis pelo pensar, debater, justificar, raciocinar, buscar explicações e interação com o objeto de estudo, essenciais ao aprendizado científico.

Segundo Sá *et al.* (2007) e Azevedo (2004) a atividade investigativa se refere a uma estratégia que envolve a presença de uma situação problema, algo que questione o aluno, oriente-o, cause interesse e dúvidas. Esta questão pode estar relacionada com o cotidiano ou não, porém o mais importante é que desperte discussões e debates. Este problema estará envolvido com um ou mais conceitos e temas, que durante a atividade investigativa serão abordados. Neste momento uma importante tarefa do professor é fazer a problematização.

O segundo momento é a construção das hipóteses. Sá *et al.* (2007) e Azevedo (2004) colocam as hipóteses como norteadores da atividade, pois serão elas que irão direcionar os próximos processos. Entender o problema e propor respostas para ele será o papel do aluno e, isto poderá acontecer em pequenos grupos ou durante uma discussão coletiva. O papel do professor será primordial, mediando as discussões entre os alunos sem fornecer respostas prontas, mas direcionando de maneira sutil um caminho.

No terceiro momento o aluno verifica se suas hipóteses estavam corretas ou não. É hora de observar e analisar resultados, colocar as hipóteses à prova. Por último, os alunos, embasados de resultados, chegam às respostas individuais que serão colocadas em discussão. Uma característica marcante das atividades investigativas é a troca de ideias entre os discentes, a ajuda mútua. Mais uma vez, o

professor orienta as discussões, dando contribuições e norteando a construção do conhecimento. Depois deste processo os alunos terão questionado e respondido suas próprias dúvidas. É importante ressaltar que essa estratégia não é algo imutável, fechado e engessado, pelo contrário, é adaptável a cada realidade. Existem vários tipos e modos de se realizar uma atividade investigativa, e todos eles respeitam aos princípios descritos neste referencial (AZEVEDO, 2004; SÁ *et al.* 2007).

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Contexto Geral

Os sujeitos da pesquisa foram alunos do 8º ano do ensino fundamental II, de uma escola da rede privada de ensino da cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais. A coleta de dados foi feita em três momentos: no primeiro buscamos conhecer as habilidades já estabelecidas pelos alunos, seus conhecimentos prévios sobre o tema, por meio do pré-teste (ANEXO A), um questionário de perguntas discursivas. No segundo, ocorreu a aplicação da sequência didática baseada no Ensino por Investigação. O terceiro momento ocorreu para avaliar se os conceitos desenvolvidos durante a atividade investigativa foram apropriados pelos alunos e se houve desenvolvimento de novas habilidades por meio de um pós-teste, um novo questionário de perguntas discursivas (ANEXO B).

Já atuo na escola há 3 anos e no momento que define o tema de pesquisa e o público alvo solicitei a direção e supervisão da escola a permissão para realizar a pesquisa. Relatamos os objetivos e o método a ser implantado na turma, tendo uma permissão imediata. Como professor, conheço e leciono para a turma pesquisada desde o 6º ano (2014). Eles foram avisados sobre a pesquisa e ficaram eufóricos, alguns desconfiados pensando que iria ter coleta de sangue ou coisas do tipo, porém explicamos para eles que seria uma aula diferente, bem parecida com algumas experiências anteriores, pois no ano de 2015 essa mesma turma vivenciou a prática investigativa, sendo os mesmos alunos matriculados no ano de 2016, com o acréscimo de mais 4 alunos admitidos neste ano de 2016.

O primeiro passo foi à aplicação do pré-teste (ANEXO A), no dia 14 de março de 2016, que tinha como objetivo identificar os conceitos prévios sobre os conceitos de genética. Na turma de 19 alunos, somente 16 estavam presentes e responderam o questionário em 50 minutos.

A sequência didática foi aplicada nas aulas de ciências nas segundas, quintas e sextas feiras. A atividade investigativa aconteceu após uma segunda abordagem no conteúdo, que já tinha sido trabalhado com a turma de forma tradicional. A execução da atividade investigativa ocorreu nos dias 17, 18 e 28 de março de 2016,

tendo um intervalo durante a sequência devido ao feriado nos dias 21 e 22 de março. Durante este período de tempo ocorreram as fases de problematização, produção de hipóteses, teste das hipóteses e discussão dos resultados. O processo terminou com a aplicação do pós-teste (ANEXO B) no dia 31 de março de 2016, com a presença de 17 estudantes. O questionário tinha como objetivo analisar as concepções dos alunos sobre os conceitos da genética trabalhados após a sequência didática. O pós-teste tinha questões parecidas com o pré-teste para uma comparação entre o antes e o depois da atividade investigativa e foi respondido pelos docentes em 50 minutos. É importante ressaltar que as ausências no pós-teste e pré-teste não eram esperadas, pois a turma é muito assídua, sendo atípica a falta de alguns alunos, tal fato se deu em virtude da epidemia de dengue. Esta sequência didática se mostrou ser do tipo Investigação Estruturada, devida as inúmeras interferências realizadas no processo, oferecendo a proposta do problema a ser investigado, além do fornecimento e orientação nos momentos da atividade, mas sem perder as características básicas da atividade investigativa.

Inicialmente, os alunos responderam ao questionário pré-teste (ANEXO A) de perguntas abertas sobre conceitos do tema genética: DNA, gene, cromossomo, fenótipo, genótipo, alelo e hereditariedade. O objetivo deste instrumento de coleta de dados foi identificar se os alunos entendem a organização do DNA e o significado dos conceitos no processo de transmissão de características. Estes conceitos têm como base as duas primeiras habilidades, referentes ao conteúdo de genética para o ensino fundamental II, que é compreender a relação entre genótipo e fenótipo, e associar o conceito hereditariedade como a forma de doação de características de uma geração para a outra. (MINAS GERAIS, 2006).

Paiva e Martins (2005) relatam sobre o fato dos alunos do ensino médio terem conceitos errados sobre a genética, sendo esses, fruto do ensino que tiveram no fundamental, portanto no pré-teste verificamos esses preconceitos. Após a aplicação do pré-teste aplicamos a sequência didática com uma abordagem investigativa.

## **2.2 Atividade Investigativa: Compreendendo a organização do DNA**

### **Contexto de utilização**

Esta sequência didática foi utilizada em uma segunda abordagem sobre os conceitos básicos da genética no ensino fundamental. Na primeira abordagem o conteúdo foi visto de uma forma tradicional, sendo utilizada uma aula expositiva de conceitos, livro, vídeos e atividades. A sequência didática, portanto é uma nova oportunidade para que os alunos possam se apropriar dos conceitos referentes à genética. Paiva e Martins (2005), narram que os alunos chegam ao ensino médio com conceitos errôneos sobre a genética estudada no ensino fundamental II, portanto é relevante observar se a atividade investigativa pode ser uma ferramenta para ajudar os discentes na apropriação dos conceitos.

### **Objetivos da atividade**

É esperado que os alunos possam:

- Compreender como é a organização do DNA, no núcleo da célula;
- Ampliar o entendimento sobre os conceitos básicos da genética (DNA, gene, cromossomo, hereditariedade, alelos, genótipo e fenótipo);
- Relacionar a organização do DNA com objetos e/ou situações do cotidiano.

### **Conteúdos Conceituais**

Dentro do tema genética trabalhamos: gene, cromossomo, DNA, alelos, dominante, recessivo, genótipo e fenótipo.

### **Turma e tempo gasto**

8º ano do Ensino Fundamental. Quatro horas/aulas de 50 minutos.

## Desenvolvimento

**1° Etapa:** Contextualização e Problematização: As seguintes afirmativas iniciaram a discussão: Cada célula tem, no total, 2 metros de molécula de DNA. Se juntarmos as moléculas de DNA de todas as células do corpo humano seria capaz de ir e voltar ao sol 66 vezes. (AMABIS E MARTHO, 2010)

**Situação Problema:** Como uma molécula tão grande pode ficar contida no menor espaço da célula, o núcleo?

**2° Etapa:** Levantamento de Hipóteses: Solicitamos aos alunos propostas e/ou modelos, para entender como uma molécula tão grande pode ser contida em um lugar tão pequeno. Os alunos foram divididos em grupos, que ficaram responsáveis por representar as sugestões para solução do problema. Ressalta-se que algumas propostas foram acolhidas para serem testadas na próxima etapa.

**3° Etapa:** Testando as hipóteses e construindo modelos: Em sala, cada grupo buscou expor, de forma prática, como o DNA é organizado se utilizando de materiais fornecidos. Os alunos construíram pequenos modelos de como seria um cromossomo, gene e sua relação com o DNA.

**4° Etapa:** Cada grupo apresentou seu modelo de organização do DNA e defendeu sua aplicabilidade respondendo a situação problema.

**5° Etapa:** Discussão e socialização dos resultados: Momento de conclusão das ideias. Em um debate os alunos observaram seus modelos e os de seus colegas, na busca de obterem o modelo de organização ideal para o DNA. Toda a conversa foi direcionada pelo professor/pesquisador. Cada grupo produziu um relatório do trabalho elaborado, buscando justificar seu modelo de organização.

**Avaliação:** Durante a sequência didática, o progresso de cada aluno foi observado e registrado em um caderno de campo, sempre observando os critérios descritos no quadro abaixo. Esta avaliação foi baseada nas atitudes, no discurso e na postura do aluno durante o processo.

Quadro 1: Critérios de avaliação durante a sequência didática.

<b>Critérios de avaliação de trabalho em grupo</b>	<b>Critérios de avaliação Individual</b>
Capacidade de resolução de problemas	Pontualidade
Cooperação	Interesse
Criatividade	Participação
Envolvimento	Desenvolvimento da função
Responsabilidade	Conhecimento técnico-científico
Respeito	Qualidade do relatório elaborado
Organização	

Fonte: Dados da pesquisa.

Durante a atividade investigativa avaliamos o desenvolvimento das três dimensões do conteúdo: conceitual, atitudinal e procedimental, citadas por Azevedo (2004). Portanto, foi útil para a análise dos dados a anotação das observações feitas durante a sequência didática. Para tal foram feitas registros no caderno de campo e utilizado um gravador de voz para registrar as falas dos alunos durante as discussões. Nas falas coletadas analisamos a presença, dos conceitos da genética em estudo e se eles foram sendo empregados corretamente. Após a sequência didática houve a aplicação do pós-teste.

### 3. ANÁLISE DE DADOS

#### 3.1 O pré-teste

A base para analisar o pré-teste e pós-teste foi na metodologia de análise de dados utilizada por Oliveira (2015) que elaborou essa categorização baseada em Aguiar e Silva (2010). Os critérios para classificação das respostas foram:

- Dentro dos padrões da linguagem científica;
- Aproxima dos padrões da linguagem científica;
- Dentro dos padrões do senso comum;
- Não respondeu.

De acordo com esta categorização poderemos identificar se houve a apropriação dos conceitos científicos por parte dos alunos, segundo a autora:

As respostas que se enquadram na categoria “Dentro dos padrões da linguagem científica” deveriam apresentar uma correta e completa relação entre os conceitos trabalhados durante a sequência didática, que Silva e Aguiar (2010) chamam de evocação das entidades abstratas”. Para os autores, o texto científico também é permeado pela presença de nomenclatura de processos, que exprimem as relações observadas, em oposição à explicação destes. Assim, classificaremos também respostas que apresentam os nomes dos processos como sendo dentro dos padrões da linguagem científica.

Para classificar as respostas dos alunos na categoria “Aproxima dos padrões da linguagem científica”, estabelecemos, como critério, a presença de uma relação correta, porém incompleta, entre as entidades abstratas, os conceitos científicos trabalhados. Nessa categoria, se encaixaram, ainda, as respostas que não apresentam os termos científicos, e/ou a nomenclatura dos processos, que mais que expressam a compreensão dos mesmos, ou seja, a descrição e/ou explicação dos fenômenos no estudos. Por fim, as respostas que se enquadram na categoria “ Dentro dos padrões do senso comum” são aquelas que não apresentam uma relação correta entre os termos científicos trabalhados e nem mesmo as nomenclaturas dos processos observados. (OLIVEIRA, 2015, p.73).

Neste trabalho foi necessário estabelecer o padrão “não respondeu” pela quantidade considerável de alunos que deixaram questões sem responder.

### Conceito Hereditariedade

A primeira pergunta do pré-teste teve por objetivo conhecer os conceitos prévios dos alunos sobre a hereditariedade: Questão 01 – “De acordo com os seus conhecimentos sobre a genética, explique de maneira clara e objetiva, o que é a hereditariedade.” Utilize de exemplos se caso achar necessário. O quadro 2 que apresenta a categorização das respostas à primeira questão:

Quadro 2: Conceito de Hereditariedade – Pré-teste

<b>Categorias</b>	<b>Alunos</b>	<b>Exemplo de resposta dos alunos</b>
Dentro dos padrões da linguagem científica	7	<i>“ Nós podemos manifestar características de nossos antepassados. O pai dá a metade e a mãe dá a outra metade.”</i>
Aproxima dos padrões da linguagem científica	4	<i>“Hereditariedade é uma prole que pode ser passada por todas as gerações de uma família.”</i>
Dentro dos padrões do senso comum	1	<i>“O DNA de cada pessoa pode ser aplicada no filho”.</i>
Não respondeu	4	<i>“_____”</i>

Fonte: Dados da pesquisa

Entre os dezesseis participantes do pré-teste quatro não responderam a pergunta. Um aluno respondeu de acordo com o senso comum, quatro citam os conceitos, mas não conseguem fazer uma boa relação com os conceitos, tendo uma descrição que se aproxima dos padrões da linguagem científica e sete respostas conseguiram se enquadrar nos “padrões da linguagem científica”, por usarem os

conceitos sobre a hereditariedade de maneira correta e fazendo uma acertada relação.

Somando os dois primeiros padrões (Dentro dos padrões da linguagem científica e Aproxima dos padrões da linguagem científica) verificamos que onze alunos possuem algum conhecimento sobre o conceito hereditariedade, portanto sabem que as características genéticas dos pais são passadas para os filhos, e que este é um processo constante entre os seres vivos. As quatro respostas que se Aproximaram dos padrões da linguagem científica tiveram respostas em que uma ou duas palavras foram colocadas de forma confusa, porém percebemos que os mesmo tem algum conhecimento sobre o conceito.

### Conceito Genótipo e Fenótipo

A segunda pergunta buscou analisar os conceitos prévios dos alunos sobre genótipo e fenótipo: Questão 02 – “Explique com suas palavras os conceitos de genótipo e fenótipo. Faça uma relação entre eles.” O quadro abaixo demonstramos as respostas dos alunos à questão de forma categorizada:

Quadro 3: Conceitos Genótipo e Fenótipo – Pré-teste

<b>Categorias</b>	<b>Alunos</b>	<b>Exemplo de resposta dos alunos</b>
Dentro dos padrões da linguagem científica	2	<i>“Genótipo: é o DNA, responsável por características, o descendente nasce com ele. Fenótipo: é o genótipo mais a interação com o meio externo”</i>
Aproxima dos padrões da linguagem científica	6	<i>“Genótipo é o seu DNA e o fenótipo é as características de seus antepassados.”</i>
Dentro dos padrões do senso comum	2	<i>“É onde fica guardada as características recessivas e dominantes. Homozigoto e heterozigoto.”</i>
Não respondeu	6	<i>“_____”</i>

Fonte: Dados da pesquisa

Dois alunos conseguiram apresentar os conceitos, descrevendo corretamente as definições de genótipo e fenótipo e seis alunos citam os conceitos, mas não fazem uma relação correta e até confundem genótipo com fenótipo. Dois alunos ficaram dentro dos padrões do senso comum e seis alunos não responderam.

Entre os estudantes que responderam dentro do senso comum a utilização de termos totalmente diferentes e somando aos que não responderam verificamos que a quantidade de alunos correspondem à metade da amostra sendo bem expressivo o contingente de estudantes que não se apropriaram dos conceitos genótipo e fenótipo, na primeira abordagem do tema na forma tradicional. Os dois alunos que responderam dentro dos padrões da linguagem científica foram bem precisos em suas repostas e os seis que se aproximaram dos padrões da linguagem científica deixaram de descrever o conceito fenótipo.

### **Conceitos Gene, Cromossomo e DNA**

Nesta pergunta é questionada a organização do DNA: “Utilizando sua linguagem aluno, faça uma descrição sobre gene, cromossomo e DNA. Utilize-se de comparações do cotidiano, se necessário.” Assim como nas questões anteriores, apresentamos abaixo um quadro contendo as respostas dos alunos, categorizadas de acordo com a proposta de Oliveira (2015):

Quadro 4: Conceitos Gene, Cromossomo e DNA – Pré-teste

<b>Categorias</b>	<b>Alunos</b>	<b>Exemplo de resposta dos alunos</b>
Dentro dos padrões da linguagem científica	3	<i>“DNA é composto por todos os cromossomos. O gene forma o cromossomo, onde tem nossas características.</i>
Aproxima dos padrões da linguagem científica	5	<i>“são aqueles recessivos e dominantes. Cromossomos é onde fica o DNA. DNA é como se fosse uma característica sua, serve para tudo: reconhecimento e etc.</i>

Dentro dos padrões do senso comum	5	“Alelo que guarda o DNA. DNA é onde fica as características pessoas.”
Não respondeu	3	“_____”

Fonte: Dados da pesquisa

Nessa terceira pergunta somente três alunos fizeram uma descrição correta sobre os conceitos, que se enquadra dentro dos padrões da linguagem científica. Cinco alunos relacionam de forma errônea os conceitos, porém se percebe que existe alguma propriedade em suas respostas se aproximando dos padrões da linguagem científica. Os outros cinco ficam dentro dos padrões do senso comum e seis não responderam.

De acordo com as respostas apresentadas no pré-teste os alunos não conseguem entender a organização do DNA, não sabem diferenciar gene de cromossomo, confirmando as ideias de Scheid e Ferrari (2006). Cid e Neto (2005) atribuem esta dificuldade em entender estes conceitos pela complexidade do assunto, sendo a organização do DNA algo bem complexo para alguns, como demonstrou o pré-teste.

### Conceito Alelo

Na quarta pergunta é sobre o conceito alelo: Questão 04 – “É comum ouvirmos na genética a palavra alelos. O que significa esta palavra?” Abaixo apresentamos as respostas dos alunos categorizadas:

Quadro 5: Conceito Alelo – Pré-teste

<b>Categorias</b>	<b>Alunos</b>	<b>Exemplo de resposta dos alunos</b>
Dentro dos padrões da linguagem científica	1	“São as características dos seres (genes), podendo ser dominante ou recessiva.”
Aproxima dos padrões da linguagem científica	5	“Cada pessoa possui dois alelos para a sua formação.”

Dentro dos padrões do senso comum	5	<i>“Alelos é a genética de cada uma.”</i>
Não respondeu	5	“ _____ ”

Fonte: Dados da pesquisa

A grande maioria dos alunos não responderam ou responderam de forma errônea, sem nenhuma relação correta. Um aluno conseguiu descrever dentro da linguagem científica e cinco alunos se aproximam da mesma. Cid e Neto (2005) atribuem a dificuldade do tema genética, à grande quantidade de conceitos, sendo este o caso do termo alelo que é um conceito que pode ter outro nome como gene, e também ser representado por letras. Campanário e Moyá (1999) observaram em seus estudos que a lógica e a linguagem formal exigida pelo conteúdo são agravantes para o não aprendizado da genética.

A turma em que a pesquisa foi realizada respondeu a este questionário após ter sido trabalhado o conteúdo genética em sala de aula. Para explicar o tema foram utilizados vídeos, aulas expositivas, questionários e atividades em grupo e mesmo assim, os resultados concordaram com Campanário e Moyá (1999), Scheid e Ferrari (2006) e Leonor, Amado e Leite (2012), sobre a dificuldade no aprendizado do tema genética e por consequência a perpetuação de conceitos errados até o Ensino Médio.

O motivo da sequência didática ser aplicada em uma segunda abordagem é para tentar suprir um déficit na aprendizagem, devido seu potencial em agregar conhecimento. Paiva e Martins (2005) comentam sobre os conceitos errôneos que os alunos do ensino médio levam do ensino fundamental, logo, por ser uma segunda abordagem, no pré-teste, foi possível confirmar as dificuldades de aquisição de conhecimento sobre o tema genética.

No pré-teste era esperado que alguns alunos pudessem descrever os conceitos, devido à primeira abordagem tradicional que foi feita, nos quais foram trabalhados os conceitos de forma teórica por meio de textos, livros, vídeos e atividades. Porém, também se supunha que muitos conceitos errôneos seriam cometidos devido as dificuldades na apropriação destes, no que se refere à complexidade do assunto, ao pensamento lógico, à exigência formal e à grande

quantidade de conceitos, dificuldades estas citadas por Campanário e Moyá, 1999; Cid e Neto, 2005; Scheid e Ferrari, 2006. Foi importante esta coleta de dados para analisar o nível de aprendizado do tema pelos alunos e poder comparar com o pós-teste.

### **3.2 Análise do Desenvolvimento da Sequência Didática**

A sequência didática baseada na Atividade Investigativa proposta por Azevedo (2004) e Carvalho (2004) é dividida em: problematização, construção de hipóteses, verificação das hipóteses e análise de resultados. A seguir, apresentamos a descrição dessas etapas na construção e aplicação da sequência investigativa analisada nessa pesquisa.

#### **3.2.1 Problematização**

Foi proposto para os alunos o seguinte problema: “Como a molécula de DNA é tão grande e pode ficar contida no menor espaço da célula, o núcleo?”. Explicamos para os alunos sobre a grandiosidade de informações que há na molécula de DNA, sua importância e dimensões. Logo foi passado o discurso para os alunos, abaixo apresentamos a transcrição dos diálogos entre professor e alunos, cujo os nomes são fictícios:

**Professor:** *Como a molécula de DNA sendo tão grande pode ficar contida no menor espaço da célula, o núcleo?*

**Vitória:** *O DNA diminui professor.*

**Gabriel:** *Tipo um barbante se enrolando.*

**Amanda:** *Um pequeno fio se enrolando.*

**Gabriel:** *É professor, ele vai enrolando.*

**Ítalo:** *O DNA é projetado para ficar menor.*

**Professor:** *Como assim, projetado para ficar menor?*

**Gabriel:** *Ele se organiza professor, ele se enrola como um durex. O durex enrolado fica menor que desenrolado.*

**Professor:** Gostei das respostas, creio que vocês estão no caminho certo.

Interessante esses exemplos. Como seria a organização? Tem mais alguma coisa envolvida nesta organização?

**Gabriel:** O durex professor, o DNA é a fita de durex, que se enrola para diminuir o espaço ocupado.

**Professor:** Mais alguém quer comentar?

**Vários alunos:** Seria isso mesmo professor.

**Professor:** Se é desta maneira turma, tem mais alguma coisa envolvida, pois o durex não se enrola sozinho, não é?

**Gabriel:** O senhor não falou de mais nada.

**Professor:** Sim, eu não falei, mas tem algo a mais galera! Teria a função do rolo do durex. Além deste rolo tem outra organização, depois dos “rolos de durex”? E sobre isso nós falamos sim.

**Amanda:** Seria o cromossomo professor.

**Professor:** Como funcionaria o cromossomo nesta organização?

**Amanda:** Não sei professor, mas lembro do senhor falar sobre o cromossomo.

**Erick:** O senhor falou que o cromossomo são partes do DNA.

**Gabriel:** Sim, todo o DNA seria dividido em partes, tipo os cromossomos sexuais. O X e o Y.

**Professor:** Atenção alunos, temos três conceitos importantes, relacionados a tudo que foi falado: DNA, cromossomo e gene. Alguém sabe me dizer diferenças e semelhanças entre estes?

**Gabriel:** O gene professor é que define uma característica. O nome Genética tem a ver com gene professor.

**Professor:** Ok, muito bom! Mas o que o gene tem a ver com o cromossomo e DNA?

**Amanda:** Mas, o gene não é feito de DNA.

**Professor:** O que vocês acham turma?

**Ítalo:** O DNA não está no cromossomo?

**Professor:** Será que tudo não poderia ser uma coisa? Já falamos que o DNA se organiza em partes chamadas cromossomos. Vamos tentar relacionar.

**Amanda:** Então, o DNA é organizado em partes, que são os cromossomos, mas não entende o gene.

**Gabriel:** O gene não seria feito de DNA também professor? Mas, isso é meio confuso.

**Professor:** Parece ser confuso, mas foi o que você disse Gabriel e Amanda, só que o inverso. Os genes são pedaços do DNA, que são responsáveis por produzir proteínas que formam características. Nós temos falado muito sobre uma palavra, que sempre confunde a cabeça de vocês nos exercícios. Seria a palavra Alelo, o que significa?

**Lucas:** Seria o “azinho” e “azão” professor?

**Ítalo:** Tem a ver com o cromossomo, igual você disse sobre os cromossomos do sexo, X e o Y.

**Professor:** Mais alguém quer comentar? Pensem nos exercícios que fizemos e com que relacionávamos a palavra alelo.

**Lucas:** Então professor, as letras que utilizamos nos exercícios.

**Professor:** Sim Lucas, desculpe, acho que não te ouvi. E o que teria a haver com Gene, cromossomo e DNA? Lembrem dos exercícios. O que estas letras significavam.

**Vitória:** Elas eram dominantes ou recessivas, isso tem relação professor?

**Lucas:** Cada letra cuidava de uma característica, será que tem a ver com o gene. Então, a gente tem dois gene, parecidos, pois sempre tinha um A (azao) e um a (azinho).

**Professor:** Isso Lucas, na verdade, cada tipo gene tem dois alelos, aqueles fatores mendelianos. Vocês lembram que temos o dobro de cromossomos, pois recebemos um grupo do pai e outro grupo de cromossomos da mãe? Comentei com vocês que temos o dobro de cromossomos para cada tipo, um veio do pai e outro recebemos da mãe, eles se chamam cromossomos homólogos. Não são dois alelos para cada tipo de gene, podendo ser, por exemplo: Aa ou AA ou aa? Então, um vem do pai e

outro da mãe, quer dizer, você recebe um alelo da mãe e outro pai para cada tipo gene. Tem uma palavra que define este negócio de receber gene dos pais, como se chama?

**Ítalo:** genética?

**Amanda:** Hereditariedade. Isso tem haver com aquelas doenças passadas dos pais para filhos.

**Gabriel:** Só uma pergunta professor. Então o que tem dentro do núcleo é DNA, que se organiza em cromossomos e os pedaços são os alelos.

**Professor:** Sim Amanda, hereditariedade, é essa relação das características sendo passada pelas gerações, dos pais para os filhos. Gabriel você está quase lá. Só no final que há uma pequena confusão, pois não dizemos alelos, e sim gen, porém no final, como você percebeu, de certa forma “é tudo a mesma coisa”, um gene tem tipos de alelo. Vamos terminar esta conversa fechando com duas palavras que vocês também estão tendo dificuldades em entender. O que é genótipo e fenótipo? Falamos bastante sobre isso.

**Vitória:** O fenótipo tem haver com o meio e o genótipo não.

**Gabriel:** genótipo tem haver com gene professor?

**Professor:** Sim.

**Amanda:** O genótipo é característica no DNA. Tipo os alelos.

**Professor:** E o fenótipo Amanda?

**Amanda:** Eu não sei professor.

**Lucas:** Eu lembro professor, os dois são quase a mesma coisa, só que o fenótipo é mexido pelo meio.

**Professor:** Tá ficando bom! Vamos gente, quero ouvir vocês!

**Ítalo:** O genótipo seria o gene?

**Professor:** Quase isso Ítalo. Pensa no plural.

**Ítalo:** Tipo os alelos, AA ou aa.

**Professor:** O que fazem esses dois alelos quando estão juntos?

**Gabriel:** Vão determinar uma característica.

**Lucas:** *Então são os genes determinando uma característica.*

**Professor:** *Isso mesmo, são genes determinando característica. E o fenótipo?*

**Vitória:** *São essas característica alteradas pelo meio, como o Senhor explicou a pele clara que escurece por causa do sol.*

**Professor:** *Muito bom gente, creio que foi muito produtivo nossa conversa.*

Analisando o discurso frente aos parâmetros citados em Aguiar Jr. e Paula (2015), inspirado por Mortimer e Scott (2002), o discurso, no que diz respeito ao grau de interatividade dos alunos se mostrou com baixo grau de interação uma vez que os alunos apresentam falas curtas e poucos alunos participam de fato da discussão, porém alguns têm pronunciamentos maiores, mas sempre com perguntas, quando afirmam apresentam falas menores, na maioria das vezes. Em vários momentos tentamos mobilizar os alunos para participarem na tentativa de aumentar esta interação. Era esperada uma participação maior dos alunos durante o discurso pelo fato de esta não ser a primeira experiência com o ensino por investigação e eles terem gostado da atividade investigativa anterior, e também, por ser uma turma participativa nas aulas de ciências. Percebemos que eles ficaram acanhados com o gravador, tendo um receio de falar algo errado e/ou incoerente e ser gravado e analisado posteriormente. Mas, com o prosseguir do diálogo alguns começaram a participar, sendo a discussão obtida satisfatória para levantar hipóteses, trabalhar a linguagem científica e rever conceitos.

Oliveira (1993) afirma que a relação entre os alunos, por meio do discurso, propicia o processo de aprendizagem, uma vez que este procede de relações sociais, pois ninguém aprende sozinho, e sim com ajuda de outros, a partir de intervenções de outros por meio de sinais, escrita, símbolos e outros meio de comunicação. Portanto, é notório que os diálogos expostos neste trabalho se tornaram momentos de interação e construção do conhecimento. Todos os questionamentos, perguntas e reflexões sobre o tema são compartilhadas entre todos dentro da sala de aula, ato que estimula o aprendizado.

Baseado nos estudos de Mortimer e Scott (2002), a intenção do discurso do professor inicialmente, tem objetivo de apresentar o problema, questionando os estudantes na tentativa de aumentar a interação e participação dos mesmos, após

algumas ideias básicas colocadas por alguns alunos o professor tem a intenção de explorar as ideias que os alunos já tem, seus conhecimentos prévios, porém não baseado no senso comum e/ou sua história de vida, mas no que o aluno já estudou nas aulas de ciências, lembrando que esta sequência didática é uma segunda abordagem sobre genética. Neste caso o discurso que imperou foi o de autoridade, onde predomina a voz da ciência, o que é comprovado cientificamente, deixando de lado conceitos prévios e opiniões pessoais. É garantido que no início foram observadas as opiniões dos alunos sobre como resolver o problema, no entanto, posteriormente direcionamos o assunto somente para os conceitos científicos em estudo, não sendo mais relevante as concepções de senso comum dos alunos e sim da ciência.

O discurso de autoridade foi exposto com a intenção de explorar as ideias dos alunos baseada na ciência, porém com um baixo grau de interação, por ser uma segunda abordagem do tema. Foi confirmada neste trabalho a função do professor como norteador do discurso em sala de aula é de extrema relevância, pois mesmo se tratando de uma atividade onde o aluno tem uma função proativa, a atuação do professor como direcionador das atividades é imprescindível. (MORTIMER; SCOTT, 2002).

### **3.2.2 Construção de Hipóteses**

Apenas alguns alunos participaram do momento de discussão e problematização, portanto sugerimos que eles formassem grupos de três a quatro pessoas e pensassem em modelos e/ou exemplos do cotidiano, para representar a organização do DNA e posteriormente fizessem um registro. Durante as discussões dos grupos o professor era questionado e ouvia as ideias dos mesmos. Um aluno afirmou que o DNA fica enrolado em uma proteína e imediatamente, solicitamos ao mesmo que compartilhasse esta informação com todos os alunos da classe. Fizemos um comentário dizendo que não haveria restrição de consultas, portanto o livro didático e até mesmo os celulares poderiam ser usados para uma pesquisa, porém poucos fizeram. Próximo do fim da aula, cada grupo expôs seus exemplos e motivos de os terem escolhidos. Percebemos que nos grupos os alunos discutiram mais e trocaram ideias, eles voltavam nas falas da problematização, discutidas com toda a sala, e acrescentavam novas.

Foi observado que os alunos ainda estavam tendo dificuldades em propor hipóteses sobre a organização do DNA e não tiveram interesse em fazer uma pesquisa e poucos recorreram ao livro didático. Os exemplos do cotidiano seriam suas hipóteses, uma forma de saber como eles estavam imaginando a solução da situação-problema. Abaixo são demonstrados os exemplos sugeridos pelos grupos:

**1° Grupo:** Uma pessoa com cabelo enrolado em rolinhos. O cabelo é o DNA e o rolinho seria a proteína (histona).

**2° Grupo:** Um guarda roupa cheio de roupas. O guarda roupa seria o DNA e as gavetas as proteínas.

**3° Grupo:** A lã enrolada em um rolo. A lã é o DNA e o rolo seria a proteína.

**4° Grupo:** Um armário pequeno cheio de roupas. Não souberam identificar bem o que é DNA e o que é proteína, pois nem citaram com clareza a organização.

**5° Grupo:** O rolo de papel higiênico, o papel é o DNA e o rolo é a proteína. Este foi o grupo que primeiro pesquisou sobre as proteínas e influenciou todos os demais.

Cada grupo levantou e leu seu exemplo e o defendeu explicando como seria a organização do DNA, de acordo com seu entendimento, essa atitude confirmou o que diz Lima e Martins (2015), que em uma atividade investigativa deve haver este momento de desenvolvimento de argumentos, e neste caso foram expressos por objetos do cotidiano, considerando a forma de ver do aluno.

A atividade em grupo para produzir hipóteses buscou fornecer momentos de discussão entre os pares, como sugerem Driver *et al* (1999), em que os alunos juntos e determinados em resolver um problema promova o estímulo para reflexão e aprendizagem, e o papel do professor de mediador é fornecer estas situações. As ideias de Driver *et al* (1999), vão ao encontro as de Vygotsky (2005), pois o homem é um ser histórico e produto de um conjunto de relações sociais, e o seu desenvolvimento ocorre por meio das relações sociais de interação e mediação, que ocorrem através da linguagem e/ou da transmissão de informação no ambiente onde o ser está inserido, sendo a sala de aula um lugar adequado para momentos assim.

### 3.2.3 Verificação das hipóteses

De acordo com os exemplos, que eram as hipóteses dos alunos, não seria fácil materializar em um modelo, como foi proposto na sequência didática, portanto seria inviável a verificação de algumas hipóteses. E por perceber que a grande maioria dos alunos estava confusa, usamos na etapa destinada a produção de modelos, algo diferente do planejado, para verificar hipóteses. Fornecemos materiais como fios de telefone, fios antenas de TV, barbante, cano de chuveiro, palito de sorvete, fita e outras coisas com a finalidade de que os alunos tentassem expressar em modelos a organização do DNA. Posteriormente eles foram novamente divididos em grupos e o material ficou a escolha deles. Durante esta montagem do modelo os alunos foram questionados sobre seus modelos e como estariam representando a organização do DNA, cromossomo e gene. Durante esta conversa percebemos que alguns grupos conseguiram entender como é a organização do DNA, no entanto, outros ainda não sabiam diferenciar os conceitos, em virtude disso foram dadas sugestões de mudanças na montagem, de forma sutil. Três grupos foram bem práticos e conseguiram discernir o que é DNA, cromossomo e gene, os outros ainda estavam confusos.

Cada equipe apresentou seu projeto e demonstrou como seria a organização do DNA, relatando também para toda a sala o que era DNA, cromossomo e gene. Após as apresentações começamos a mostrar os modelos criados por cada grupo e citar os equívocos e acertos nas representações. Alguns alunos acharam que seria ruim ter errado, porém foi explicado, que já eram esperados algumas incertezas e erros, pois fazem parte do processo de aprendizagem. Voltamos ao problema inicial, explicando e demonstrando, a partir dos modelos feitos pelos mesmos, como o DNA se organiza dentro do núcleo, usando por várias vezes as falas dos próprios alunos e adequando o discurso dos discentes com os conceitos científicos abordados. Alguns fizeram perguntas e outros confirmaram ou reformularam suas falas sobre os conceitos.

Esse momento da sequência didática vai ao encontro do que diz Lima e Martins (2015), sobre a interação dos alunos e fato de poderem explorar a ciência. O processo investigativo contribuiu para construir e elaborar hipóteses, analisar evidências, produzindo conclusões e compartilhando respostas com seus pares. A

atividade investigativa se mostrou uma ferramenta útil para tirar os alunos da passividade e os tornarem protagonistas ativos da tomada do conhecimento

Abaixo será feita uma descrição do modelo e o que foi proposto por cada grupo.

Figura 1: Modelo apresentado pelo Grupo 1



Fonte: Dados da pesquisa

O material escolhido pelo Grupo 1 foram somente os fios retirados de cabo de internet. Os alunos explicaram que o modelo deles era um cromossomo e ressaltaram que uma célula é formada por vários cromossomos iguais a eles. Ao serem questionado o fato das cores diferentes presentes no mesmo cromossomo. Os alunos relataram que não havia pretensão em relação à cor, porém lembraram que em um cromossomos tem vários genes, logo cada cor seria correspondente a genes e características diferentes.

Foi o modelo que mais nos impressionou pela união das unidades organizadas de fios, lembrando bem a organização de um cromossomo. Percebe que eles não se preocuparam em buscar informações sobre como é a organização do DNA para fazer o modelo, mas conseguiram criar o um mais próximo da ideal, se utilizando apenas das informações que surgiram das discussões em sala. Chamaram o professor algumas vezes, mas foram feitas poucas contribuições.

Figura 2: Modelo apresentado pelo Grupo 2



Fonte: Dados da Pesquisa

O Grupo 2 pegou um pedaço de palito de picolé, o enrolou em um pedaço de elástico e depois veio com dois fios de cabo de internet enrolados um sobre o outro e depois sobre o palito. Os alunos explicaram que o palito de picolé seria a proteína onde o DNA se enrola. Para representar o DNA utilizaram o elástico e os fios. Questionamos sobre o uso de materiais diferentes para representar a mesma estrutura, porém eles não souberam responder qual seria o motivo.

Era esperado deste grupo um modelo melhor, pois a maioria dos envolvidos participou e contribuiu muito no momento de problematização. O modelo em si seguiu o padrão de uma fita de elástico e/ou fio, simbolizando o DNA, se enrolando em um pedaço de palito, que representou a histona. Nota-se que os alunos não se preocuparam em padronizar o material que iria representar o DNA, porém os fios eles tiveram a preocupação em colocar dois fios se enrolando para depois envolvê-los no palito, lembrando a de fita dupla de DNA, algo que nem foi tão discutido no trabalho.

Figura 3: Modelo apresentado pelo Grupo 3



Fonte: Dados da Pesquisa

O grupo 3 produziu um modelo bem parecido com o do grupo 2. Eles representaram a histona sendo enrolada pelo DNA, usando dois materiais para reproduzir o DNA e deixaram um pedaço de fio para representar um gene. As explicações do grupo foram próximas ao do grupo 2, podendo até inferir que eles fizeram uma cópia. A grande parte dos alunos deste grupo apresentou certa dificuldade em aprendizagem, e normalmente, quando ficam frustrados em uma tarefa se dispersam com brincadeiras.

Figura 4: Modelo apresentado pelo Grupo 4



Fonte: Dados da Pesquisa

O grupo 4 utilizou um pedaço de palito de picolé e fita para amarrar presentes. Eles enrolaram a fita em volta do palito, mas ao serem questionado sobre o significado do que fizeram não sabiam responder e foi observado que o resultado foi influenciado pelos outros grupos e seus modelos. Por muitas vezes questionamos o grupo, tentando direcioná-los para um modelo mais próximo do ideal, entretanto verificou-se que não conseguiram compreender a organização DNA. Este grupo se mostrando-se confusos, tanto que o modelo final demonstrado na imagem só surgiu depois de várias interferências e direcionamentos.

Figura 5: Modelo apresentado pelo Grupo 5



Fonte: Dados da Pesquisa

O grupo 5 fez dois modelos, utilizando fita de elástico e palito de picolé em um modelo e no outro, palito de picolé e fio de cabo de internet. Quando questionados souberam descrever que os fios e o elástico eram o DNA e o palito seria a proteína onde o DNA se enrola. Eles não tinham pretensão de relacionar os dois projetos, sendo apenas uma representação de duas formas diferentes.

Todos os grupos expressaram, por meio de seus modelos, que o DNA consegue ficar guardado dentro do núcleo por causa do seu condensamento, gerado pelo enrolamento da fita de DNA em volta de histonas, mesmo com a presença de alguns equívocos.

Este momento é o final da atividade investigativa, o professor fecha com um discurso de autoridade e expando os modelos e discriminando os erros e acertos de cada grupo. Houve cautela para que os alunos não ficassem chateados por terem errado, em virtude disso explicamos que este é um processo natural e necessário para aprendizagem. Elegemos (professor e alunos) os modelos mais próximos do real e ao mesmo tempo refletindo sobre todo o processo de organização do DNA, exemplificando o que seria Gene, cromossomo e DNA. Os discentes conseguiram observar o que aprenderam acerca do assunto discutido, puderam sintetizar suas ideias e tirar dúvidas com o professor, levantar novas discussões. O processo termina e há a socialização de ideias entre professor e alunos e o mais admirável é que tal situação ocorre, também entre os próprios estudantes. (LIMA e MARTINS, 2015).

### **3.3 Análise das respostas dos alunos ao pós-teste**

O questionário foi feito com perguntas abertas, bem parecidas com o pré-teste. Dezesete alunos responderam no espaço de tempo de 50 minutos. Tem como objetivo, este pós-teste, comparar em relação ao pré-teste, como foi a apropriação dos conceitos em estudo pelos alunos, observando os critérios de Oliveira (2015). A seguir estão as respostas dos alunos por questão, do pós-teste, para apreciação:

#### **Conceito Hereditariedade**

A pergunta proposta: “É constante observar a semelhança física entre pessoas da família. Explique porque isso acontece e escreva uma palavra que defina este fato de maneira prática”.

No pré-teste sete alunos conseguiram descrever o conceito sobre hereditariedade, dentro dos padrões da linguagem científica e no pós-teste foram doze dentre os quais expressaram o conceito sem relacionar corretamente e dois alunos tiveram uma linguagem fora dos padrões da linguagem científica. O aumento de alunos que conseguiram expressar o conceito dentro dos padrões da linguagem científica foi significativo. É bom ressaltar que nenhum dos alunos deixou de responder e somente dois continuam com uma linguagem dentro dos padrões do senso comum.

No pré-teste o conceito hereditariedade já era o mais entendido entre os discentes, porém as respostas melhoraram, pois apresentaram mais detalhes e utilizaram os termos corretos. Podemos deduzir que os dois alunos que não tiveram uma resposta dentro dos padrões do senso comum, são considerados como problemáticos e que não se interessam em fazer qualquer atividade proposta ou simplesmente não conseguiram se apropriar dos conceitos durante a sequência didática.

Quadro 6: Conceito Hereditariedade – Pós-teste

<b>Categorias</b>	<b>Alunos</b>	<b>Exemplo de resposta dos alunos</b>
Dentro dos padrões da linguagem científica	12	<i>“O DNA é passado para seus os descendentes com características específicas, Hereditariedade.”</i>
Aproxima dos padrões da linguagem científica	3	<i>“Sim. Você recebe o DNA a mais, tipo da sua mãe, então você fica igual a sua mãe, como eu. Hereditariedade.”</i>
Dentro dos padrões do senso comum	2	<i>“É por causa do DNA, gene e cromossomo.”</i>
Não respondeu	0	“_____”

Fonte: Dados da Pesquisa

### **Conceito Genótipo e Fenótipo**

No pré-teste somente dois alunos conseguiram diferenciar e conceituar corretamente genótipo e fenótipo, oito citaram os conceitos sem ter uma relação correta e seis descreveram dentro dos padrões do senso comum. No pós-teste colocamos um pequeno parágrafo, que trazia um contexto de genótipo de fenótipo e foi solicitado que citassem o que eram tais termos. Dez alunos conseguiram citar os conceitos e relacioná-los de forma correta, seis escreveram sem fazer corretamente a relação e um aluno teve uma resposta que está dentro dos padrões da linguagem do senso comum. O pós-teste mostrou, que sobre estes conceitos, houve um aumento do número de estudantes que conseguiram descrevê-los corretamente e, novamente, a quantidade de alunos que não respondeu foi reduzida a zero.

A grande maioria das respostas dentro dos padrões da linguagem científica e a que se aproxima dos padrões foram feitas acrescidas de exemplos, retirados do enunciado, mostrando que eles talvez não soubessem expressar os conceitos, mas conseguiram identificá-los dentro de um contexto. Nas respostas que se aproximaram dos padrões da linguagem científica, muito alunos confundiam genótipo e fenótipo pela similaridade das palavras e os que responderam de forma correta, sempre quando falavam o termo genótipo, citavam que se relacionava ao gene, algo discutido na problematização.

Quadro 7: Conceito genótipo e fenótipo – Pós-teste

<b>Categorias</b>	<b>Alunos</b>	<b>Exemplo de resposta dos alunos</b>
Dentro dos padrões da linguagem científica	10	<i>“fenótipo é o albinismo e o genótipo é os genes.”</i>
Aproxima dos padrões da linguagem científica	6	<i>“o fenótipo é o albinismo e o genótipo é a ausência parcial ou total de pigmentação.”</i>
Dentro dos padrões do senso comum	1	<i>“o fenótipo só se manifesta em pessoas que possuem os genes recessivos. O genótipo é uma característica definida geneticamente.”</i>
Não respondeu	0	“_____”

Fonte: Dados da Pesquisa.

### **Conceito Gene, cromossomo e DNA**

No pré-teste somente quatro alunos conseguiram diferenciar e conceituar os termos de forma correta, já no pós-teste seis conseguiram usá-los de maneira acertada, seis sabem os conceitos, mas não fazem uma boa relação e somente três estão dentro dos padrões do senso comum. Um aluno não respondeu a pergunta, deixando o espaço em branco. Estes conceitos eram a base da atividade investigativa, sendo considerados como os mais difíceis.

Não foi tão significativo o aumento de alunos que descreveram de forma correta, quando comparados a outros conceitos trabalhados nesta pesquisa, porém oito alunos no pré-teste estavam dentro do senso comum ou não responderam, sendo este número reduzido para quatro. Isso significa que quatro alunos conseguiram se apropriar de algo sobre Gene, Cromossomo e DNA. Esta informação nos motiva a continuar trabalhando. Podemos concluir que a atividade investigativa teve um reflexo positivo neste resultado, comprovando ser uma ferramenta útil para o processo de aprendizagem (CARVALHO, 2004; AZEVEDO 2004).

Quadro 8: Conceito Gene, Cromossomo e DNA – Pós-teste

<b>Categorias</b>	<b>Alunos</b>	<b>Exemplo de resposta dos alunos</b>
Dentro dos padrões da linguagem científica	6	“O gene é um pedaço de todo o DNA. O cromossomo é o DNA organizado, em partes, dentro da célula. DNA é responsável por ter todo o material genético, e é o conjunto de todos os gens e cromossomos.
Aproxima dos padrões da linguagem científica	6	“DNA é o responsável para guardar as características, o gene é a mistura de DNA do pai e da mãe (recessivos e dominantes). Cromossomo é o que envolve o DNA, em partes.”
Dentro dos padrões do senso comum	3	“gene é o cromossomo e o cromossomo é o DNA.”
Não respondeu	1	“_____”

Fonte: Dados da Pesquisa

### **Conceito Alelos**

No pré-teste somente dois alunos conseguiram fazer uma relação boa com o conceito de alelos. A pergunta do pós-teste foi: “Utilizando sua linguagem, faça uma descrição sobre gene, cromossomo e DNA. Utilize-se de comparações do cotidiano, se necessário.” Analisando as respostas, onze alunos conseguiram ter uma linguagem dentro dos padrões científicos, nenhum relacionou ou citou o conceito de forma errada, seis tiveram uma linguagem fora dos padrões da ciência e dois deixaram as respostas em branco.

O aumento de estudantes com um linguajar dentro dos padrões da linguagem científica aumentou consideravelmente, e o mais é interessante que o número de alunos que não respondeu também diminuiu, mostrando uma evolução no processo de aprendizagem dos mesmo, nesta amostra, devido ao uso da atividade investigativa.

As respostas expressaram um alto teor de termos científicos, mostrando um aumento do vocabulário técnico dos discentes, mas não como uma simples

repetição do que foi ouvido pelo professor, e sim como algo que era expresso por eles durante os questionamentos e reflexões nas etapas da atividade investigativa.

Tabela 9 – Conceito Alelo – Pós-teste

<b>Categorias</b>	<b>Alunos</b>	<b>Exemplo de resposta dos alunos</b>
Dentro dos padrões da linguagem científica	11	“Os genes.”
Aproxima dos padrões da linguagem científica	0	“_____”
Dentro dos padrões do senso comum	6	“Os cromossomos.”
Não respondeu	2	“_____”

Fonte: Dados da Pesquisa

#### 4. Considerações finais

Ao comparar o pré-teste com o pós-teste é perceptível a evolução nas respostas dos alunos, levando a crer que houve aprendizagem por parte dos mesmo em relação aos conceitos da genética, e que a atividade investigativa contribuiu para a apropriação dos conceitos. Podemos ver que esta estratégia se mostrou uma boa opção para retirar os alunos da passividade, fazendo com que a postura e atitude dos discentes sejam revistas por eles mesmos. Durante as aulas foi repetitiva a fala por parte de alguns alunos: “*O professor não responde o que a gente pergunta, só fica perguntando mais e mais*”, isso significa que a situação-problema se mostrou eficaz para perturbar a paz dos alunos, envolvendo-os em um questionamento construtivo, fazendo com que os alunos buscassem pensar mais, ao invés de somente receber as informações do professor (AZEVEDO, 2004; CARVALHO, 2004; SÁ *et. al.*, 2007).

Os resultados da pesquisa mostraram que mesmo um tema tido com complexo e de difícil aprendizagem como a genética, fato citado por Campanário e Moyá (1999); Leonor, Amado e Leite (2012); Paiva e Martins (2005) pode ser trabalhado de uma forma diferente da tradicional. Era esperado que os discentes tivessem conceitos errôneos da genética, algo que foi verificado no pré-teste, porém boa parte dos mesmos que tinham uma linguagem dentro dos padrões do senso comum ou simplesmente não respondia as questões, verificou-se no pós-teste que isto foi reduzido. Portanto, estes se apropriaram de conceitos da genética tendo um vocabulário dentro dos padrões da linguagem científica ou se aproximando deles, sendo este fato importante para reduzir a quantidade de conceitos errôneos que estes alunos irão levar para o ensino médio, sobre a genética. A produção dos modelos e as justificativas colocadas pelos discentes mostraram que eles não estavam só reproduzindo, mas se apropriando daquele conhecimento (SÁ *et al.* 2013; LIMA e MARTINS,2015).

Mesmo havendo uma pequena participação nas discussões, vemos que os alunos que se ocultaram em fala, ficaram pensando sobre o que foi discutido, prova disso temos a redução do número de estudantes que não responderam e dos outros padrões. A sequência didática conseguiu alcançar boa parte dos discentes, de formas e intensidades diferentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR JR, O. G. J; PAULA, H, F. **Ensino de Ciências com Caráter Investigativo D/ ENCI-D**. Belo Horizonte: Centro de Ensino de Ciências e Matemática-Faculdade de Educação/UFMG, 2015.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia**. v. 1 3. ed. São Paulo: Moderna, 2010. P. 219 -235.

AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa a Prática**. São Paulo: Pioneira Thompson, 2004. p.19-32.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais** – Ensino Médio, p. 1 – 109, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>> Acesso em: 25 jun. 2015.

CAMPANÁRIO. J.M; MOYA, A. **Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. Enseñanza de Las Ciências, Madrid**, v. 17, n. 2, 1999. Disponível em: < <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21572/21406>> Acesso em: 25 jun. 2015.

CARBONI, P. B.; SOARES, M. A. M. **A Genética Molecular no Ensino Médio. Dia – a- dia-educação**, 2008. Disponível em: < [http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes\\_pde/artigo\\_patricia\\_berticelli\\_carboni.pdf](http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_patricia_berticelli_carboni.pdf) > Acesso em: 17 fev. 2015.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thompson, 2004. p. 01 – 17.

CID, Marília; NETO, Antônio J. **Dificuldades de Aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso genética**. 2005. 5 f. Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora, Portugal. 2005. Disponível em: <[http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2005nEXTRA/edlc\\_a2005nEXTRA270difapr.pdf](http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRA270difapr.pdf)> Acesso em: 01 jul. 2015.

DAMIANI, Magda F; NEVES, Rita A. **Vygotsky e as Teorias da Aprendizagem. UNlrevista**. Rio Grande do Sul, v.1, n. 2, abr. 2006. Disponível em: <<http://www.miniweb.com.br/Educadores/Artigos/PDF/vygotsky.pdf>> Acesso em: 06 abr. 2010.

DRIVER, R. *et al.* **Construindo conhecimento científico na sala de aula**. QUIMICA NOVA ESCOLA. N°9, Maio 1999.

FREITAS, N. K. Desenvolvimento Humano: organização funcional do cérebro e aprendizagem no pensamento de Luria e de Vygotsky. **Revista Ciências e Cognição**. Santa Catarina ,v.9 ,p. 91 – 96. , nov.2006. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v09/m346121.pdf>> Acesso em: 04 abr. 2015.

GIACÓIA, Luciano R.L. **Conhecimento básico de genética: concluintes do ensino médio e graduandos de ciências biológicas** – UNESP- Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. Bauru,p.13-88.2006. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp012255.pdf> > Acessado em: 25 jun. 2015.

LEONOR, P. B; RUI, L. M. G; AMADO, M. V; LEITE, S. Q. M. **Revolução Genômica: uma sequência didática para contextualizar o ensino de genética no Ensino fundamental dentro de uma perspectiva CTSA** .Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica. Vitória. v. 2, n. 2, dez. 2012. Disponível em:< [http://educimat.vi.ifes.edu.br/wp-content/uploads/2014/04/Artigo-8\\_Revolucao-Genomica-Sequencia-didatica-de-Genetica.pdf](http://educimat.vi.ifes.edu.br/wp-content/uploads/2014/04/Artigo-8_Revolucao-Genomica-Sequencia-didatica-de-Genetica.pdf)> Acesso em: 27 mai. 2015.

LIMA, M. E. C.C; MARTINS, C. M. C. **ENCI A, Ensino por Investigação A.** Universidade Federal de Minas Gerais/Cecimig, Belo Horizonte. 2015.

MINAS GERAIS. **Proposta Curricular de Ciências do Ensino Fundamental - 6ºA 9º ANO.** 2006. Disponível em: < [http://www.colombiaaprende.edu.co/html/micrositios/1752/articles-349441\\_PDF\\_CIENCIAS\\_MINAS.pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/micrositios/1752/articles-349441_PDF_CIENCIAS_MINAS.pdf)> Acesso em: 13 jun. 2015.

MORTIMER, F; SCOTT, P. Atividade Discursiva nas salas de aula de Ciências: Uma fermenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ciências**, v.7 n.3, 2002. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID94/v7\\_n3\\_a2002.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID94/v7_n3_a2002.pdf) > Acesso em: 14 mai. 2016.

OLIVEIRA, L. G. **Super Almanaque de Ciências da Professora Genna: Uso didático de historias em quadrinhos para o ensino de genética no Ensino Fundamental.** 2015. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas (ICEB), Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2015.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: Aprendizado e Desenvolvimento. Um processo sócio-histórico.** São Paulo: Scipione, 1993.

PAIVA, A. L. B; MARTINS, C. M. de C. **Concepções prévias de alunos de terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de Genética.** Revista Ensaio. Belo Horizonte. v. 7, n. 3, 2005. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/99/148>> Acesso em: 27 mai. 2015.

PEDRANCINI, V. D. et al. **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, n. 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) > Acesso em : 25 abr. 2015.

SÁ. E. F. de, *et al.* **As Características das Atividades Investigativas Segundo Tutores e Coordenadores de um Curso de Especialização em Ensino de Ciências.** In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Atas. SBF. Florianópolis, 2007. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p820.pdf>> Acesso em: 13 jun. 2015.

SCHEID, N. M. J. FERRARI, N. **A história da ciência como aliada no ensino de genética.** Genética na Escola, Ribeirão Preto, v. 1, n. 1, p. 17-18, 2006. Disponível em:< [http://media.wix.com/ugd/b703be\\_9adf6718f00948e0b5ca\\_5777848f3eb5.pdf](http://media.wix.com/ugd/b703be_9adf6718f00948e0b5ca_5777848f3eb5.pdf)> Acesso em: 12 jun. 2015.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 2005.

## **ANEXO A (PRÉ-TESTE)**

- 1- De acordo com os seus conhecimentos sobre a genética, descreva de maneira clara e objetiva sobre a hereditariedade. Utilize-se de exemplos se caso achar necessário.
- 2- Explique com suas palavras os conceitos de genótipo e fenótipo. Faça uma relação entre eles.
- 3- Utilizando sua linguagem, caro aluno, faça uma descrição sobre gene, cromossomo e DNA. Utilize-se de comparações do cotidiano, se necessário.
- 4- É comum ouvirmos na genética a palavra alelos. O que significa esta palavra?

## ANEXO B (PÓS-TESTE)

- 1- É constante observar a semelhança física entre pessoas da família. Explique porque isso acontece e escreva uma palavra que defina este fato de maneira prática.
  
- 2- O **albinismo** é uma característica definida geneticamente, na qual ocorre uma ausência na produção de melanina (pigmentação da pele), gerando a ausência total ou parcial de pigmentação da pele, dos olhos e dos cabelos. Ela só se manifesta em pessoas que possuem os dois genes recessivos (aa).  
Responda:
  - a) Identifique no texto acima o Fenótipo.
  - b) Identifique no texto acima o genótipo.
  
- 3- Utilizando sua linguagem aluno, faça uma descrição sobre gene, cromossomo e DNA. Utilize-se de comparações do cotidiano, se necessário.
  
- 4- Um geneticista disse que os alelos que definem o tipo sanguíneo são dois. Um alelo define o tipo sanguíneo A e o outro tipo sanguíneo B e a ausência de ambos define o tipo O e se houver a presença de ambos será tipo AB. De acordo com seus conhecimentos da genética, o que seriam esses tais alelos?