

Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas

**O ESTUDO DA HERANÇA GENÉTICA COM VIÉS INVESTIGATIVO E
ABORDAGEM DA INCLUSÃO ESCOLAR**
Análise e construção de uma sequência didática

RODRIGO GOMES BRAGA

in memoriam

Belo Horizonte

2020

RODRIGO GOMES BRAGA

**O ESTUDO DA HERANÇA GENÉTICA COM VIÉS INVESTIGATIVO E
ABORDAGEM DA INCLUSÃO ESCOLAR
Análise e construção de uma sequência didática**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional -PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas - ICB, da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Prof.^a Dra. Camila Dias Lopes

Belo Horizonte

2020

043

Braga, Rodrigo Gomes.

O estudo da herança genética com viés investigativo e abordagem da inclusão escolar: análise e construção de uma sequência didática [manuscrito] / Rodrigo Gomes Braga. – 2020.

112 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientadora: Prof.^a Dra. Camila Dias Lopes.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

1. Ensino - Biologia. 2. Genética. 3. Técnicas de Pesquisa. 4. Inclusão Educacional. I. Lopes, Camila Dias. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01

Este Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) foi desenvolvido junto à Universidade Federal de Minas Gerais, no programa de Mestrado profissional em ensino de Biologia – PROFBIO, sob a orientação da Prof.^a Dra. Camila Dias Lopes, do Setor de Patologia do Colégio Técnico da UFMG, e contou com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

A defesa deste trabalho foi concluída postumamente, já que o aluno faleceu antes da defesa, entretanto, já havia encerrado a aplicação da sequência didática, análise dos dados e redação do texto. Os colegas, da turma do mestrado, foram fundamentais na solicitação do pedido de defesa póstuma do trabalho. O documento final conta com contribuições da banca e da orientadora.



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional -
PROFBIO

| | |
|--|--------------------------------------|
| <i>ATA DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE MESTRADO DE RODRIGO GOMES BRAGA</i> | Defesa No. ___ entrada 2º/2018 |
|--|--------------------------------------|

No dia **03 de setembro de 2020**, às **20:30 horas**, reuniram-se, na plataforma google meet, os componentes da Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Mestrado, indicados pelo Colegiado do PROFBIO/UFMG para julgar, em exame final, o trabalho intitulado: "**O estudo da herança genética com viés investigativo e abordagem da inclusão escolar: Análise e construção de uma sequência didática**", como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia, área de concentração: **Ensino de Biologia**. O trabalho de conclusão de mestrado foi enviado para a banca previamente para leitura e avaliação do trabalho. Como o candidato faleceu recentemente, a Banca se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

| Professor examinador | Instituição | Indicação (aprovado/reprovado) |
|-----------------------------------|--------------------|---|
| Dr. Alexandre Fagundes Faria | COLTEC | Aprovado |
| Dra. Mônica Bucciarelli Rodriguez | ICB/UFMG | Aprovado |
| Dra. Camila Dias Lopes | COLTEC | Aprovado |

Pelas indicações, o candidato foi considerado: **APROVADO**

Comunicou-se ainda ao orientador que o texto final do TCM, com as alterações sugeridas pela banca, se for o caso, deverá ser entregue à Coordenação Nacional do PROFBIO, no prazo máximo de 60 dias, a contar da presente data, para que se proceda a homologação.

Nada mais havendo a tratar, a Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Banca Examinadora.

Belo Horizonte, 03 de setembro de 2020.

Dra. Camila Dias Lopes

Dr. Alexandre Fagundes Faria



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional -
PROFBIO

A handwritten signature in black ink, which appears to read 'Mônica B. Rodriguez', is written in a cursive style.

Dra. Mônica Bucciarelli Rodriguez



Belo Horizonte, 07 de dezembro de 2020

Prezado Prof. Miguel José Lopes
Coordenador PROFBIO
UFMG

Assunto: Apreciação de Trabalho de Conclusão do Mestrado

Prezado Coordenador,

A Comissão Nacional do PROFBIO manifesta-se favoravelmente à liberação do Trabalho de Conclusão do Mestrado (TCM) do mestrando RODRIGO GOMES BRAGA (*in memoriam*), para os trâmites internos para emissão de diploma.

Atenciosamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Cleida', written in a cursive style.

Profa. Cleida Aparecida de Oliveira
Coordenadora Nacional do PROFBIO

RESUMO

Alguns conceitos essenciais do ensino de genética como herança, presença de material genético em todas as células do corpo e em organismos simples são equivocados pelos estudantes do ensino médio, talvez por estes conceitos apresentarem um alto grau de abstração. Sendo assim, este trabalho se propõe a construir, aplicar e avaliar uma sequência de ensino com viés investigativo sobre herança genética, tendo uma abordagem da inclusão escolar, em uma escola pública no município de Belo Horizonte. A sequência didática inicia com uma problematização envolvendo o filme “Extraordinário”, que abre a discussão sobre a herança da síndrome do protagonista e o processo de inclusão escolar. As demais atividades propostas visam fornecer dados para subsidiar as hipóteses levantadas pelos estudantes no processo investigativo como uma simulação envolvendo a herança de características de ervilhas nos trabalhos de Mendel e uma atividade de manipulação de cromossomos de um bebê com uma doença genética. A sistematização individual dos conhecimentos trabalhados se deu com a construção de um texto dissertativo a partir de uma segunda problematização. A sequência foi aplicada para um grupo de sessenta estudantes, porém trinta e um entregam o TALE e TCLE devidamente preenchidos, sendo os questionários e áudios destes usados para análise. Os resultados mostraram que a problematização proposta foi capaz de engajar os estudantes, que elaboram nove diferentes hipóteses. Os diálogos apontam a apropriação de termos de genética pelos estudantes (genótipo, fenótipo, puro, híbrido, entre outros) durante o desenvolvimento das atividades. A atividade também estimulou a discussão com os pares e propiciou a análise de dados e formulação de novas hipóteses. A análise dos questionários anterior e posterior a sequência mostra um grande avanço na percepção de que os indivíduos possuem material genético igual em todas as células, vindo de ambos os genitores. A percepção dos estudantes sobre a atividade foi positiva, sendo que a maioria dos estudantes concordaram que a atividade ajudou na assimilação de novos conceitos, despertou o interesse na aprendizagem e propiciou a interação social.

Palavras-chave: Ensino de Genética; Ensino investigativo; Inclusão escolar; Ensino de Biologia.

ABSTRACT

High school students common mistake some essential concepts of Genetic teaching such as inheritance, the presence of genetic material in all cells of the body and in simple organisms. Perhaps because these concepts have a high degree of abstraction. Therefore, this work proposes to build, apply and evaluate an investigative teaching sequence on genetic inheritance, taking an approach to school inclusion, in a public school in the city of Belo Horizonte. The didactic sequence begins with a problematization involving the film “Extraordinary”, which opens the discussion about the inheritance of the protagonist's syndrome and his school inclusion process. The other proposed activities aim to provide data to support the hypotheses raised by students in the investigative process such as a simulation involving the inheritance of pea characteristics in Mendel's works and an activity of manipulating chromosomes from different samples of a baby with a genetic disease. The individual systematization of the knowledge worked on occurred with the construction of an essay text based on a second problematization. The sequence was applied to a group of sixty students, however only thirty-one deliver completed TALE and TCLE, from whom questionnaires and audios were used for analysis. The results showed that the proposed problematization was able to engage students, who elaborate nine different hypotheses. During the development of activities, the dialogues point to the appropriation of genetic terms by the students (genotype, phenotype, pure, hybrid, among others). The activity also stimulated discussion with peers and provided data analysis and the creation of new hypotheses. The analysis of the questionnaires before and after the sequence shows a great advance in the perception that individuals have equal genetic material in all cells, coming from both parents. The students' perception of the activity was positive, with the majority of students agreeing that the activity helped in the assimilation of new concepts, aroused interest in learning and provided social interaction.

Keywords: Genetics teaching; Investigative teaching; Inclusive education; Biology teaching.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA..... | 9 |
| 1.1. ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO..... | 10 |
| 1.2. DIRETRIZES/ASPECTOS PARA O ENSINO DE BIOLOGIA NO BRASIL..... | 12 |
| 1.3. O ENSINO DE GENÉTICA | 13 |
| 1.4. USO DE TECNOLOGIAS COMO FERRAMENTAS PEDAGÓGICAS | 17 |
| 1.5. INCLUSÃO ESCOLAR E <i>BULLYING</i> | 18 |
| 1.6. JUSTIFICATIVA | 20 |
| 2. OBJETIVOS | 22 |
| 2.1. OBJETIVO GERAL | 22 |
| 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 22 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 23 |
| 3.1. QUESTIONÁRIO INICIAL..... | 24 |
| 3.2. ATIVIDADE 1: EXIBIÇÃO E ANÁLISE DO FILME “EXTRAORDINÁRIO” | 25 |
| 3.3. ATIVIDADE 2: SIMULADOR COMPUTACIONAL MENDELIANO..... | 27 |
| 3.4. ATIVIDADE 3: CONSTRUINDO IDIOGRAMAS HUMANOS..... | 29 |
| 3.5. SISTEMATIZAÇÃO INDIVIDUAL..... | 32 |
| 3.6. QUESTIONÁRIO FINAL..... | 33 |
| 3.7. ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA..... | 33 |
| 3.7.1. <i>Os dados qualitativos e quantitativos da pesquisa</i> | 33 |
| 3.7.2. <i>IRAMUTEQ</i> | 34 |
| 3.7.3. <i>IBM® SPSS Statistics versão 23</i> | 35 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 36 |
| 4.1. PERFIL DOS ESTUDANTES | 36 |
| 4.2. ANÁLISE E DISCUSSÕES SOBRE O FILME “EXTRAORDINÁRIO” | 37 |
| 4.2.1. <i>Discussões sobre a herança da Síndrome Treacher Collins</i> | 37 |
| 4.2.2. <i>Discussões sobre o bullying e a inclusão escolar</i> | 43 |
| 4.3. AS DISCUSSÕES A PARTIR DO SIMULADOR MENDELIANO | 46 |
| 4.4. AS DISCUSSÕES NA CONSTRUÇÃO DO IDIOGRAMA HUMANO..... | 51 |
| 4.4.1. <i>A escolha da amostra para análise</i> | 51 |
| 4.4.2. <i>Os idiogramas produzidos pelos estudantes</i> | 53 |

| | |
|--|------------|
| 4.4.3. <i>Sistematização dos resultados da Atividade 3</i> | 58 |
| 4.5. A SISTEMATIZAÇÃO INDIVIDUAL | 61 |
| 4.6. QUESTIONÁRIO INICIAL X QUESTIONÁRIO FINAL | 64 |
| 4.7. AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA | 68 |
| 5. CONCLUSÃO..... | 71 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 72 |
| APÊNDICES | 77 |
| APÊNDICE A –QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA | 77 |
| APÊNDICE B – ROTEIROS DE ANÁLISE DO FILME “EXTRAORDINÁRIO” | 80 |
| APÊNDICE C –TEXTO E ROTEIRO DE ESTUDO..... | 81 |
| APÊNDICE D – ROTEIRO DE ESTUDO DO SIMULADOR COMPUTACIONAL MENDELIANO..... | 83 |
| APÊNDICE E – ROTEIRO DE ESTUDO DA ATIVIDADE ORGANIZANDO IDIOGRAMAS HUMANOS | 86 |
| APÊNDICE F –ATIVIDADE DE SISTEMATIZAÇÃO INDIVIDUAL | 89 |
| APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS CONTEÚDOS E PERCEPÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA | 90 |
| APÊNDICE H– TCLE | 93 |
| APÊNDICE I– TALE | 96 |
| APÊNDICE J –AUTORIZAÇÃO DO USO DE IMAGENS E DEPOIMENTOS..... | 99 |
| ANEXOS | 101 |
| ANEXO A – ATIVIDADE PARA MONTAR O IDIOGRAMA, SUPLEMENTO PARA O PROFESSOR DO LIVRO DIDÁTICO BIOLOGIA – VOLUME 1, AMABIS & MARTHO | 101 |
| ANEXO B –PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP | 104 |

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O processo de ensino conta com o professor que têm o desafio de buscar meios que possam despertar o desejo, a curiosidade e a atenção ao conhecimento. Por sua vez, cabe ao estudante, que também é um agente da aprendizagem, estar aberto a experimentar, degustar e mesmo construir esse conhecimento. A relação ensino e aprendizagem estão intimamente ligadas aos mecanismos de interação professor-aluno e aluno-aluno, onde cada um destes precisa desenvolver bem seu papel. O conhecimento é constituído pelo processo de interação entre os sujeitos, pois o mesmo envolve-se ativamente na produção do seu conhecimento e o amplia quando o discute com o outro. Assim, a sala de aula precisa ser encarada como um espaço de humanização, de formação onde o afeto, o respeito mútuo e o diálogo devem prevalecer para o desenvolvimento humano (SILVA, 2010).

Carvalho (2012) adverte, em seu trabalho, sobre a ideia fundamental da transmissão do conhecimento sofreu modificações das gerações passadas com relação à atual. Ressalta que nos dias atuais é impossível alguém conseguir saber tudo, pois houve um crescimento exponencial do conhecimento produzido, este fato fez com que hoje passemos a privilegiar mais o processo de obtenção do conhecimento, sem esquecer o conteúdo em si, mas optando pelos conhecimentos fundamentais. Uma escolha pela qualidade e não pela quantidade.

Outro fator destacado por Carvalho (2012) está relacionado à grande influência no cotidiano das salas de aula de ciências sofrido pelos trabalhos de epistemólogos e psicólogos, mostrando como os conhecimentos eram construídos tanto em nível individual como social. Dentre estes trabalhos apontados estão as investigações e teorizações feitas pelo epistemólogo Piaget e outros pesquisadores influenciados por ele, assim como, os conhecimentos produzidos pelo psicólogo Vigotsky e seus seguidores. Estes autores mostraram, a partir de pontos de vistas bem diferentes, como as crianças e jovens constroem seus conhecimentos. Em um trecho de seu trabalho Carvalho (2012) deixa claro essa contribuição dos trabalhos de Piaget ao ensino de Ciências.

“Um dos pontos que podemos salientar, e que fica claro nas entrevistas piagetianas, é a importância de um problema para o início da construção do conhecimento. Trazendo esse conhecimento para o ensino em sala de aula, esse fato – fazer um problema para que os alunos possam resolvê-lo – vai ser o divisor de águas entre o ensino expositivo feito pelo professor e o ensino em que cria condições para que o aluno possa raciocinar e construir o seu conhecimento. No ensino expositivo toda a linha de raciocínio está com o professor, o aluno só a segue e procura entendê-la, mas não é o agente do pensamento. Ao fazer uma questão, ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocinar para o

aluno e sua ação não é mais o de expor, mas de orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento.”

(Carvalho, 2012, p. 02)

Conforme aponta Cachapuz (2005), na atualidade é difícil estar de acordo que os alunos sozinhos possam construir todos os conhecimentos científicos. Além disso, discute a ideia dos alunos como cientistas em ação e nos indica que esta metáfora possui muitas limitações. E a metáfora que contempla os alunos como investigadores principiantes comentada por Burbules e Linn (1991) *apud* Cachapuz (2005) parece traduzir melhor a situação de aprendizagem.

Cachapuz (2005) compara a sala de aula com uma equipe de cientistas, e que a busca da solução de um problema, nesta equipe, consegue alcançar com relativa rapidez um equilíbrio no conhecimento de toda equipe. Ele expõe que a proposta de organizar a aprendizagem dos alunos, como uma construção de conhecimentos, uma investigação orientada pelo professor. Além disso, sugere que os resultados obtidos devem ser reforçados, completados ou mesmo até questionados pela “comunidade científica”.

1.1. Ensino de ciências por investigação

O ensino de Ciências por investigação surgiu como um caminho a contribuir para o desenvolvimento de habilidades no estudante, no qual ele é conduzido ao protagonismo da aprendizagem. A atividade investigativa deve construir um problema que procure instigar e orientar o trabalho do aluno e do professor. Estas atividades devem valorizar o debate e a argumentação e, portanto, situação-problema deve desencadear debates e discussões entre os estudantes, como explica Sá *et al.* (2007).

Os currículos de ciências devem refletir os processos e procedimentos que geram os conhecimentos científicos na sociedade. E, para que isto ocorra, existem dois componentes essenciais: os alunos devem adquirir conhecimentos e experiências nas ciências naturais através de investigações, adotando procedimentos similares aos cientistas; e os estudantes devem estar cientes que o conhecimento está em constantes mudanças, Duschl (1994) *apud* Munford (2007).

Sasseron (2018) analisou a proposta da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) relacionada ao conteúdo de Ciências da Natureza. Ela assinala pouca ênfase efetiva na promoção do ensino por investigação, embora mencionada como um dos elementos estruturantes da proposta curricular. Sendo assim, a autora aponta que a formação de

professores e sua conduta em sala de aula possa atender a este tema. Tal análise nos indica o quanto importante o papel do professor em sala de aula na construção, análise ou aplicação de materiais didáticos adequados à investigação científica e as práticas que os acompanham.

Segundo Trópia (2009), a prática de ensinar ciências por investigação trabalha com os alunos uma visão crítica da ciência, as condições de produção e as implicações sociais da atividade científica. Com o intuito de formar cidadãos que não assumam uma postura passiva frente às implicações científicas em suas vidas, mas que utilizem essas discussões para a tomada de decisões e para a construção de uma sociedade democrática.

Zômpero (2011) aponta que os diversos autores que discutem o ensino de ciências por investigação, citados em sua pesquisa, têm em comum que uma proposta investigativa deve conter um problema para ser analisado, a emissão de hipóteses, um planejamento para a realização do processo investigativo, visando à obtenção de novas informações, a interpretação dessas novas informações e a posterior comunicação das mesmas. As atividades investigativas elaboradas, então, devem apresentar tais características.

Em seu livro, Carvalho (2014) baliza a estrutura de uma sequência de ensino investigativo iniciando por um problema contextualizado, sendo este o ponto inicial na introdução aos alunos do assunto que se deseja trabalhar. Esta problematização oferece condições para que os estudantes pensem, reflitam e trabalhem com as variáveis relevantes ao fenômeno científico que se almeja abordar. Assim, após a resolução do problema é imprescindível uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos. Essa sistematização pode ser através da leitura de um texto, debates e/ou outras levando os alunos poderem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema. É importante que se promova a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, pois assim percebem a aplicação do conhecimento construído. Carvalho (2014) esclarece que uma sequência de ensino investigativo pode ser formada por apenas um ciclo ou por vários ciclos dessas atividades principais, mas que ao final é necessário uma avaliação formativa.

O instrumento de avaliação proposto nas sequências de ensino investigativo tem maior foco na aprendizagem conceitual, ou seja, verificar se os conceitos trabalhados foram efetivamente aprendidos. Algumas destas atividades podem avaliar os conteúdos processuais e atitudinais. Sendo importante que não seja uma atividade monótona, mas contextualizada e interessante, onde os alunos nem percebem que estão sendo avaliados (CARVALHO, 2014).

1.2. Diretrizes para o ensino de Biologia no Brasil

Segundo a BNCC BRASIL (2006) temas relativos ao conhecimento em Biologia têm sido amplamente discutidos pelos diversos meios de comunicação (jornais, revistas ou mesmo na internet), instando o professor abordar tais assuntos de maneira a possibilitar ao aluno a associação a realidade e os conceitos básicos do pensamento biológico.

A Biologia, assim como outras disciplinas, apresenta o aspecto interessante de muitas vezes abordar assuntos que estão relacionados a situações ligadas ao cotidiano dos alunos, porém o número elevado de termos específicos e desconhecidos pode criar em alguns um distanciamento, gerando desinteresse e aversão. O capítulo da BNCC que trata sobre o ensino de Biologia faz destaque quanto ao ensino pautado na memorização de conceitos e a reprodução de regras e processos, limitando a natureza e seus fenômenos a eventos repetitivos e idênticos, fato que contribui para a descaracterização da disciplina enquanto ciência preocupada em explicar fenômenos da vida no planeta (BRASIL, 2006).

A nova BNCC apresentada pelo MEC (2017) em seu capítulo sobre o Ensino Médio expõe que a disciplina de Ciências da Natureza propõe aos estudantes investigar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural e tecnológico, explorar e compreender alguns de seus conceitos fundamentais e suas estruturas explicativas, além de valorizar e promover os cuidados pessoais e com o outro, o compromisso com a sustentabilidade e o exercício da cidadania. Tal proposta da nova BNCC está alinhada com o ensino de ciências por investigação, que busca trabalhar com os estudantes todas estas habilidades. Em seu texto a nova BNCC expõe que no Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, oportuniza aos estudantes o aprofundamento e a ampliação dos conhecimentos explorados no Ensino Fundamental. O ensino por investigação se torna uma ferramenta para o engajamento dos estudantes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos, e promove o domínio de linguagens específicas, o que permite aos estudantes analisar fenômenos e processos, utilizando modelos e fazendo previsões (MEC, 2017). O ensino de Ciências em um processo contínuo de contextualização histórica, social e cultural dá sentido aos conhecimentos para que os alunos compreendam, expliquem e intervenham no mundo em que vivem, estabelecendo relações entre os conhecimentos científicos e a sociedade, reconhecendo fatores que podem influenciar as transformações da realidade.

É importante que o professor busque processos de ensino que tornem os conteúdos de biologia mais palatáveis aos estudantes, e que promova a relação com os conhecimentos prévios dos mesmos. Orlando (2009) *apud* Fernandes (2018) sinaliza a importância de resgatar atividades que propiciem um ensino de biologia mais atraente e que estimule o estudante, tal ação do professor é de grande importância para a formação dos indivíduos, para que estes estejam preparados e tenham uma visão crítica neste processo de ensino e aprendizagem.

Duré (2018) discute essa intrínseca relação dos processos de ensino e aprendizagem, ressaltando a importância de o professor estar atento aos conhecimentos prévios dos estudantes.

“Na outra ponta desse dialético processo de ensino-aprendizagem, o aluno apresenta conhecimentos prévios adquiridos em sua experiência de vida, carregando também algumas resistências diante dos novos conhecimentos da escola. Assim, ao professor, é colocado o desafio de lidar com os diferentes conteúdos da Biologia, sem negligenciar as experiências dos alunos.”

(Duré, 2018, p.260)

Conforme esclarece as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, um dos desafios que o ensino da Biologia precisa enfrentar atualmente é possibilitar ao aluno participação nos debates contemporâneos que exigem o conhecimento biológico (BRASIL, 2006). É importante a construção de um conhecimento sólido de Biologia e com raciocínio crítico, pois a população apesar de bombardeada uma variedade de informações e posicionamentos, tem pouca confiança em opinar sobre temas polêmicos e que podem interferir diretamente em suas condições de vida, como o uso de transgênicos, a clonagem, a reprodução assistida, pandemia, entre outros assuntos.

1.3. O ensino de genética

A genética é uma das áreas da Biologia em que os conteúdos se encontram em constante expansão e crescente manipulação para construção de tecnologias. Dada esta relevância, torna-se importante refletir sobre o que ensinar. Dentre as preocupações da educação básica em preparar o aluno para o exercício da cidadania está em selecionar os conteúdos considerados básicos para a formação de um cidadão crítico, conforme orienta a LDB 9394 (FRANZOLIN, 2012).

Schneider (2013) pontua em seu artigo que vários estudos apontam que conceitos de genética são difíceis de serem trabalhados no Ensino de Biologia, tais como as pesquisas

genômicas, clonagem, emprego de células-tronco e utilização de organismos transgênicos, estes vem sendo apresentados de formas distorcidas por estudantes em diferentes níveis de ensino. Porém, mesmo com toda essa dificuldade de compreensão conceitual, a genética ocupa grande espaço no debate biológico nas últimas décadas, com suas diversas realizações científicas nos últimos anos, sendo frequentemente divulgadas nos meios de comunicação em massa.

Quanto ao erro na compreensão de conceitos-chaves pelos alunos em determinado conteúdo, o ensino de genética está entre os mais complexos assuntos da Biologia. Rippel e colaboradores (2002) apontaram a necessidade de buscar novos recursos e metodologias para o ensino, que visem uma efetiva alfabetização científica e tecnológica na área da genética, já que de acordo com Belmiro (2017) há uma necessidade por parte do estudante, de um elevado grau de abstração para o entendimento dos conteúdos de genética.

Outro aspecto relevante é que o conteúdo é trabalhado de forma fragmentada, temas como núcleo celular, cromossomos, DNA e síntese proteica são abordados no 1º ano do Ensino Médio e apenas no 3º ano são tratados os temas relativos à hereditariedade e genética. Klautau Guimarães (2009) confirma, em seu estudo com estudantes universitários no Brasil e em Portugal, que um dos principais problemas do ensino e aprendizagem de genética está relacionado com a sua natureza abstrata. Apontando que há uma alienação dos fenômenos biológicos reais, pois os estudantes apresentam uma falta de relação entre herança mendeliana, reprodução sexuada e meiose em particular.

Em diversos livros de Biologia utilizados no ensino médio, o conceito de herança biológica vem diluído nos textos didáticos juntamente com as explicações dos experimentos de Mendel, apontado como o pai da genética. Amabis (2006) define com maior clareza o conceito de herança biológica e expõe que herança biológica se baseia na transmissão de informações hereditárias, os genes, de geração a geração. Enquanto Júnior (2013), após discutir a confusão que pode ocorrer no uso de alguns termos (“hereditário”, “herdável”, “transmissível” e “genético”), define característica hereditária, herança genética, como sendo características que são transmitidas de uma geração para outra. A principal definição trabalhada com os estudantes do ensino médio é de que a herança genética é uma característica passada através das gerações pelos genes que são herdados de seus pais.

A genética, ciência da hereditariedade, é o ramo da biologia que estuda os mecanismos de transmissão das características de uma espécie, passados de uma geração para outra, além das variações que ocorrem na transmissão das características e a importância delas na constituição dos organismos e na construção de tecnologias. A genética aplicada é a base para

a construção de biotecnologias e fornece as ferramentas para a construção das técnicas de biologia molecular (CASAGRANDE, 2006).

Prochazka (2018), em sua análise de livros didáticos brasileiros, indica que vários autores defendem que o ensino das heranças genéticas não pode ser tratado apenas com casos simples de herança monogênica. A importância dos fatores ambientais para a expressão das características em cada indivíduo deve ser esclarecida. Sabemos que a maioria das características humanas não são determinadas por um padrão de herança simples, no qual a atuação de um par de genes é suficiente para explicar a expressão de uma característica (DOUGHERTY, 2009 *apud* PROCHAZKA, 2018).

Pesquisas realizadas por diferentes autores em diversas partes do Brasil, com alunos de escolas públicas e particulares demonstraram que, frequentemente, estes possuem pouco conhecimento de genética, ou apresentam ideias confusas e até mesmo erradas sobre diversos temas dessa área (CASAGRANDE, 2006).

O conteúdo de genética não é assimilado de forma correta pela maioria dos estudantes no ensino público provavelmente em função de sua complexidade. Tal situação se deve, em grande parte, a falta de preparo adequado do docente que ministra as aulas, a falta de associação dos conteúdos frente à realidade na qual o aluno está inserido e pela forma abstrata de como os conteúdos são abordados em alguns livros didáticos (MOURA, 2013).

Pesquisas no sentido de avaliar o conhecimento em genética de estudantes concluintes do Ensino Médio, ou mesmo que já estão em universidades, apontam grandes equívocos cometidos por eles. Belmiro (2017) fez sua pesquisa com alunos de um curso pré-vestibular no município de Contagem/MG, tendo como amostra um total de 208 estudantes advindos de diferentes instituições públicas (Municipais, Estaduais e Federais) e privadas e conclui que muitos estudantes ainda apresentam dificuldades no entendimento de vários temas a respeito de genética, possivelmente devido à descontinuidade no processo de ensino-aprendizagem.

Rippel (2002) indicou que seus resultados apontaram 76,27% entendem que os animais possuem material genético, porém apenas 8,47% têm a percepção que os vírus também o possuem. Além disto, quando perguntados sobre a presença dos genes nas células de um indivíduo, muitos entendem que alguns genes estão presentes apenas nos locais onde a proteína que ele codifica atua e não em todas as células do corpo, pois dados de sua pesquisa mostram que 50,85% apontaram que as células sexuais (espermatozoides e óvulos) possuem a informação genética para cor dos olhos, mas apenas 20,34% indicam que esta informação está presente nas células dos olhos.

Em seu estudo, que buscou avaliar as concepções sobre genética no Brasil e em Portugal, Klautau Guimarães (2009) fez duas perguntas aos estudantes: a) O material genético que você recebe é igual ao que você transmite aos seus descendentes? e b) Se os filhos recebem metade de seu material genético de cada um dos seus progenitores, por que dois irmãos não são idênticos? Dentre as diversas respostas dadas, percebe-se uma ideia frequente está associada ao fenômeno de ‘redução’. Os alunos baseiam-se na ideia mais generalista de que apenas “metade” do material genético de cada progenitor é transmitido à descendência, sendo essa a base das diferenças. A ideia de ‘recombinação’ de material genético dos progenitores é muito frequente. A maioria dos alunos dá uma explicação generalista ou de senso comum, com termos comuns como “combinação” ou “mistura” de material genético dos progenitores, sendo essa a explicação para que dois filhos não sejam idênticos. Poucas respostas referem explicitamente ao fenômeno de meiose, sendo pouco frequente a associação com a formação de gametas e/ou reprodução (KLAUTAU GUIMARÃES, 2009). Tal equívoco compromete muitas vezes a compreensão de conceitos básicos da herança genética.

Essa situação não se restringe ao Brasil, Shaw (2008) em seu artigo apresenta uma pesquisa realizada com estudantes no High School (Ensino Médio nos Estados Unidos) destaca vários equívocos cometidos pelos alunos em diversos assuntos trabalhados em genética. Organizações educacionais nacionais pediram aos cientistas americanos que se envolvessem na reforma educacional do ensino fundamental e médio. Essa intervenção por parte dos cientistas assumiu muitas formas. Neste caso, cientistas da Sociedade Americana de Genética Humana (ASHG), a Sociedade de Genética da América (GSA) e a Sociedade Nacional de Conselheiros Genéticos (NSGC) fizeram parceria para organizar um concurso de redação para alunos do ensino médio como parte das atividades em torno do Dia Nacional do DNA.

Shaw (2008) fez uma análise sistemática de 500 dos 2443 ensaios submetidos ao concurso. Dos 500 ensaios analisados de forma sistemática, 278 (55,6%) revelaram ao menos um equívoco óbvio. Outros 101 ensaios (20,2%) foram detectados dois ou mais equívocos. Sua análise revela a natureza dos equívocos cometidos pelos alunos em genética. Entre seus diversos apontamentos, um mostra que os alunos compreendem o DNA como material genético de seres vivos mais complexos, porém apresentam equívocos na compreensão deste em bactérias, vírus e outros seres microscópicos. Dados muito parecidos com as pesquisas realizadas no Brasil.

A preocupação com o baixo nível de conhecimento científico e tecnológico, e mais especificamente na genética, apontado nas diversas pesquisas sobre o ensino, nos faz observar

um interesse de pesquisadores pela elaboração e inserção de recursos didáticos que facilitem e aumentem a compreensão dos alunos dos diferentes graus de ensino. Estes incluem softwares, jogos, modelos didáticos, entre outros recursos (JUSTINA, 2003).

1.4. Uso de tecnologias como ferramentas pedagógicas

Nos dias atuais, a sociedade está envolvida em um processo constante de mudanças tecnológicas, uma verdadeira revolução dos equipamentos como os computadores, os smartphones, a smart TV, entre outros associados à internet. Todo esse processo tem causado alterações sociais e intelectuais dos indivíduos. Sociais porque o uso destes equipamentos mudou a forma como utilizamos diversos serviços, tais como assistir uma TV (*Streaming, Youtube* e canais de internet), na forma como nos locomovemos com o uso de aplicativos (*Uber, 99pop*), alterando a maneira como compramos diversos objetos e até como pedimos comida (*Ifood, Uber eats*, entre outras). Os alunos estão envolvidos em todo esse processo, tudo é muito rápido e dinâmico, visual e chamativo. A escola está inserida nessa sociedade, e muitas vezes permanecem da mesma forma arcaica, com aulas maçantes no quadro e atividades repetitivas, onde os alunos agem de forma passiva recebendo o conteúdo. Todo esse processo de mudanças tecnológicas exige do docente uma mudança de postura. É importante que as aulas possam ser mais abertas e interrogativas para com o estudante, sendo mais dinâmicas onde ambos, professor e aluno, sintam-se desafiados à aprendizagem.

Em seu trabalho de pesquisa Andreis (2010) compartilha sua sensação em uma experiência motivadora na aplicação de novas tecnologias no ensino de Biologia.

“Para nós, como educadora, essa foi uma experiência construtiva, pois constatamos maior índice de frequência, participação, responsabilidade e maior rendimento. Atuando como mediadora e questionadora pudemos ter a certeza de que as nossas provocações podem fazer com que os alunos sejam os protagonistas das suas aprendizagens. É importante salientar que, quando surgiam dúvidas quanto aos novos conceitos, sempre me questionavam e todos escutavam com atenção e curiosidade, parecia que o conhecimento “impregnava” em seus corpos.”

(Andreis, 2010, p.63)

O uso de novas tecnologias em sala de aula como a exibição de filmes comerciais da atualidade, rompe com a visão passiva do aluno, pois proporciona elementos para uma reflexão da realidade, como nos aponta Augustinho (2011). Em sua visão o cinema reúne entretenimento, cultura e conhecimento, daí não haver necessidade de exclusão entre entretenimento e saber escolar.

Silveira (2016) faz um importante alerta quanto ao uso de filmes, sua utilização por si só não auxilia no processo de aprendizagem. É essencial que, ao trabalhar com filmes, o aluno seja capaz de analisar e julgar as informações transmitidas, além de compará-las com a realidade. O objetivo do uso de filmes como ferramenta pedagógica precisa estar claro para o professor, assim como aos estudantes, a fim de que sua utilização não seja banalizada ou mesmo desprezada como objeto de ensino.

Em uma pesquisa realizada em escolas municipais, Oliveira (2017) sinaliza que verificou a ausência de laboratórios de Ciências nas escolas da rede municipal, o que dificulta a realização de aulas práticas pelos professores devido à falta de estrutura. Diante disso, Oliveira (2017) apontou que a utilização dos simuladores computacionais para estudar a visão das cores permitiu ao estudante ter uma visão do fenômeno estudado e, assim, o mesmo pode fazer uma síntese relevante do que estava sendo observado e, principalmente, quais os conceitos que já conhecia sobre o assunto em questão.

Em sua pesquisa com a utilização de um simulador sobre síntese proteica, Gregório (2016) aponta que o uso desta ferramenta motivou os alunos e mediou um processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico. Seus resultados demonstram que os simuladores computacionais são uma ótima ferramenta para ser utilizada nas escolas públicas brasileiras, uma vez que a maioria apresenta computadores e acesso à internet. A autora assinala ainda, que o uso dos simuladores associados a metodologias com uma abordagem investigativa pode potencializar o ensino de conteúdos abstratos em Biologia. Os simuladores computacionais são ferramentas com grande potencial para a promoção da aprendizagem, principalmente devido a sua capacidade de promover a motivação dos alunos e professores e a interatividade

Segundo Bartolomé (2001; 2002) *apud* Andreis (2010), quanto ao uso de novas tecnologias no processo de ensino, é importante que os estudantes sejam preparados para serem capazes de buscar a informação, avaliar, selecionar, estruturar e incorporar aos seus conhecimentos o que foi trabalhado. Estes ainda precisam estar preparados para interpretar e compreender a informação, a fim de analisar para a construção de novas mensagens. Os processos de ensino e aprendizagem devem ser uma junção de linguagens visuais e verbais, do audiovisual ao escrito. O autor ainda propõe que a escola deve ser ativa, divertida, participativa e livre.

1.5. Inclusão escolar e *bullying*

O enfrentamento a violência nas escolas é um dos grandes desafios enfrentados por direção e o corpo docente. Entre as formas de violência que vem ganhando destaque na mídia e nos estudos acadêmicos é o *bullying*, não apenas no Brasil, mas também em diversos países pelo mundo. A prática do *bullying* ocorre através da perseguição e intimidação de um aluno por um ou vários colegas, com a intenção clara de provocar-lhe sofrimentos e apresenta caráter repetitivo e intencional. Comumente o *bullying* é referido a um indivíduo mais fraco ou em uma posição fragilizada e que dificilmente pode se defender. Pensar o problema da violência nesta sociedade, e, principalmente, da violência irracional no ambiente escolar, considerado um dos grandes responsáveis pela socialização das crianças, e, segundo ambiente de convívio depois do familiar, é uma questão importante e urgente. Os motivos são inúmeros no que tange às consequências individuais ligadas principalmente ao sofrimento psíquico e à não adaptação (ANTUNES, 2008).

Idalgo (2009) sinaliza em seu artigo que mais importante do que somente constatar a presença da violência nas escolas é procurar meios educativos para inibir tais gestos. Devemos enfrentar esse problema de todas as formas. As ações para combate à violência devem levar em conta a divisão apresentada pelo texto base da Campanha da Fraternidade 2009 da CNBB (Conferência Nacional dos Bispos do Brasil), que classifica a violência em três tipos: estrutural, física e simbólica. Cada tipo de violência exige um tipo de abordagem, assim como diferentes encaminhamentos e critérios para sua superação.

Torna-se necessária detectar os vários tipos de violência existente no meio escolar para se escolher a melhor forma de trabalhar para combatê-la. É importante que todos compartilhem da discussão para que a responsabilidade seja dividida entre alunos e educadores. Nada se faz de modo unilateral (IDALGO, 2009).

O conceito de inclusão escolar é ambíguo, porque ele assume o significado dentro de contextos históricos determinados que lhe dão definição, conclui-se também que cada comunidade deve buscar a melhor forma de definir e fazer a sua própria política de inclusão escolar, respeitando as bases históricas, legais, filosóficas, políticas e também econômicas do contexto no qual ela irá efetivar-se (MENDES, 2006).

Mendes (2006) ainda ressalta que a ciência será essencial para que a sociedade brasileira busque contribuir, de maneira intencional e planejada, para a superação de uma educação que tem atuado contra os ideais de inclusão social e plena cidadania. É necessário que se faça uma pesquisa mais engajada nos problemas da realidade e que tenham implicações práticas e políticas mais claras.

Min (2019) em seu estudo com alunos do ensino médio, apontou o baixo nível de conhecimento dos alunos sobre TEA (Transtorno do Espectro Autista), TDAH (Transtorno de Déficit de Atenção Hiperatividade) e epilepsia. Ela enfatiza a necessidade de programas de conscientização sobre a inclusão escolar através da divulgação neurocientífica, para que diminua a formação de estigmas e, conseqüentemente, da ocorrência de bullying com tais alunos. Conhecer os diversos fatores que podem acometer um indivíduo e ocasionar deficiência é de extrema importância para o processo de sensibilização para evitar situações de *bullying* na escola.

Francisco (2009) ressalta que no Brasil o interesse pelo estudo do *bullying* é recente, sendo necessário a ampliação de esforços para sua compreensão e proposição intervenções mais articuladas com a realidade do país. Várias frentes de enfrentamento ao *bullying* são feitas por diferentes instituições no Brasil. A escola precisa se enquadrar entre elas, buscando uma política contínua de enfrentamento em suas dependências. Muitos estudantes entendem as situações de *bullying* como uma simples brincadeira, não mensurando suas possíveis conseqüências na vida daqueles que recebem essa violência.

1.6. Justificativa

Tendo em vista os diversos apontamentos na literatura relativos ao ensino de Biologia e sua importância na formação de cidadãos conscientes e críticos, indivíduos capazes de compreender e se posicionarem diante dos desafios da sociedade atual. Em especial atenção aos conhecimentos relativos à genética, observamos a dificuldade de compreensão de conceitos básicos devido à necessidade de alto grau de abstração por parte dos estudantes e os inúmeros termos distantes do cotidiano dos alunos, além da constatação de várias concepções equivocadas dos estudantes com respeito a este conteúdo curricular, tais como os aspectos relativos a herança biológica, a formação e constituição do material genético de cada indivíduo.

Com o crescente aumento de tecnologias ligadas a área da biologia (genética), e a necessidade de compreensão dos estudantes sobre estas tecnologias para tomada de decisão é de fundamental importância oportunizar e facilitar a compreensão destes assuntos. O ensino de biologia através de atividades investigativas está de acordo com o apontamento da BNCC para o desenvolvimento de habilidades científicas, críticas e não passividade dos estudantes.

O uso de atividades investigativas e, também, de ferramentas de tecnologias participativas podem proporcionar a compreensão do processo científico e não apenas dos

conteúdos escolares, desenvolvendo indivíduos críticos, autônomos e participativos, capazes de observar, analisar e construir o conhecimento diante das situações apresentadas. A prática do *bullying* nas escolas é uma preocupação na atualidade, diversas doenças que podem acometer estudantes que sofrem com esta violência podem ter sua origem genética. Compreender a origem e as características de alguns destes males podem contribuir para sensibilizar os estudantes e contribuir para minimizar a prática do *bullying*. Neste sentido, o ensino de biologia tem sua responsabilidade social e ética em contribuir nas discussões relativas a este tema fundamental nos dias atuais.

Diante destas questões apontadas este trabalho se propõe desenvolver, aplicar e avaliar uma sequência de ensino com viés investigativo trabalhando os aspectos ligados a herança genética, tendo como pano de fundo algumas doenças de origem genéticas no sentido de sensibilizar os estudantes a inclusão escolar evitando a prática do *bullying*.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Construir uma sequência de ensino com viés investigativo abordando conceitos básicos em genética, buscando sensibilizar os discentes a situações de *bullying*, aplicar em uma escola pública da periferia do município de Belo Horizonte e avaliar seu potencial na aprendizagem dos estudantes.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Promover uma problematização através de uma sequência de ensino com viés investigativo que proporcione a aprendizagem de conceitos básicos em genética;
- Propor o uso de recursos associados as novas tecnologias como filme e simulador computacional como ferramentas pedagógicas no sentido de facilitar o envolvimento e compreensão dos discentes;
- Estimular a observação e análise crítica de dados e evidências no processo de aprendizagem;
- Instigar a discussão entre os alunos sobre a inclusão escolar, sensibilizando os mesmos a tomada de consciência no sentido de mitigar a ocorrência do *bullying* na escola;
- Verificar o potencial da sequência didática produzida através da análise dos resultados apresentação em cada uma das etapas de seu desenvolvimento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Diante dos grandes desafios do ensino de Genética e na busca dos objetivos apresentados, este trabalho de mestrado propõe uma sequência didática para o estudo da herança genética com viés investigativo. A sequência didática proposta foi desenvolvida em duas turmas do 1º ano do Ensino Médio Regular em uma Escola da rede Estadual de Minas Gerais no município de Belo Horizonte, localizada na periferia da cidade.

A Sequência didática proposta está organizada com atividades de ensino com viés investigativo, possui momentos de sistematização do conhecimento trabalhado e outros de verificação dos conhecimentos construídos, conforme apresentado no QUADRO 1.

Quadro 1 – Estrutura da Sequência didática

| ETAPA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA | NÚMERO DE AULAS (50 minutos) | ROTEIRO |
|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Questionário inicial | 01 aula | Apêndice A |
| Atividade 1 | 05 aulas | Apêndice B |
| Atividade 2 | 04 aulas | Apêndice C Apêndice D |
| Atividade 3 | 03 aulas | Apêndice E Anexo A |
| Sistematização individual | 01 aula | Apêndice F |
| Questionário final | 01 aula | Apêndice G |

Fonte: Quadro construído pelo autor

A aplicação da sequência ocorreu processualmente sem interrupções até sua conclusão. As turmas tomaram conhecimento sobre o processo de ensino que iniciaria com o desenvolvimento da sequência didática e que os mesmos deveriam evitar faltas, pois as atividades eram parte de um processo.

Todo processo de ensino e aprendizagem se desenvolveu em doze aulas, de cinquenta minutos, e mais três aulas para verificação dos conhecimentos anteriores e posteriores a sequência, conforme descritos a seguir.

3.1. Questionário inicial

Quadro 2 – Estrutura do questionário inicial

| OBJETIVO TCM | QUESTÕES GERADORAS | MÉTODO DE COLETA DE DADOS PARA ANÁLISE |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Verificar as concepções prévias dos estudantes | Qual entendimento dos estudantes sobre herança genética? E sobre a transmissão do material genético? E sobre a constituição genética das células do corpo do indivíduo? | <ul style="list-style-type: none"> • Formulário com questões objetivas e discursivas. |

Fonte: Quadro construído pelo autor

No primeiro momento, antes de iniciar as atividades da sequência didática, foi aplicado um questionário diagnóstico (APÊNDICE A) com intuito de apurar os conhecimentos prévios apresentados pelos estudantes com respeito aos temas abordados. O questionário foi elaborado com base nos trabalhos de Belmiro (2017) e Paiva (2005) com as devidas adaptações, que abordam concepções prévias de estudantes acerca desses temas. O questionário também apresenta questões relativas à inclusão escolar e seus mitos devido a condições genéticas, e um pequeno levantamento socioeconômico.

A sequência didática apresenta três atividades de ensino sequenciais, e cada uma delas busca trabalhar aspectos relativos à herança genética. Com uma abordagem diferenciada e dinâmica explora o viés investigativo do ensino de Biologia.

3.2. Atividade 1: Exibição e análise do filme “Extraordinário”

Quadro 3 – Estrutura da Atividade 1

| OBJETIVOS TCM | ETAPA INVESTIGATIVA | MÉTODO DE COLETA DE DADOS PARA ANÁLISE |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Promover o ensino investigativo do tema herança genética e a expressão de características nas gerações • Instigar a discussão entre os alunos sobre a inclusão escolar | Pergunta norteadora e elaboração de hipóteses | <ul style="list-style-type: none"> • Formulário de registros das respostas • Gravação de áudio das discussões • Fotos • Sistematização dos conteúdos em um debate |

Fonte: Quadro construído pelo autor

A Atividade 1 tem como objetivo despertar inquietações nos estudantes. A atividade inicial foi a exibição do filme “Extraordinário” (IMAGEM 1). O filme possui [01:53:10] e para sua exibição foram necessários duas aulas e mais vinte minutos da aula seguinte.

Imagem 1 - Cartaz do Filme Extraordinário



Fonte: CineOrna (2017)

O filme “Extraordinário” conta a história de um garoto que nasceu com a síndrome de *Treacher-Collins*, uma patologia congênita, causada principalmente por mutações no gene TCOF1 (cerca de 90% dos casos). A síndrome apresenta padrão de herança autossômico

dominante. A síndrome é caracterizada por várias deformidades no rosto¹. No filme, o garoto já realizou 27 cirurgias plásticas, buscando melhorar suas condições. Ele nunca frequentou uma escola, e agora terá que conviver com outras crianças e claro devido suas condições físicas terá a constante sensação de ser observado e avaliado por todos à sua volta, passando por diversas situações de *Bullying*.

O principal objetivo com a exibição do filme está em envolver os estudantes com toda história vivenciada pelo garoto com sua síndrome. Para tornar efetiva a análise do filme buscando extrair do mesmo o conhecimento que pretendemos construir, foi elaborado algumas questões com intuito de direcionar a discussão (APÊNDICE B). Estas questões foram divididas em dois momentos de discussão, sendo o primeiro momento com objetivo de discutir as questões relativas herança genética, e um segundo momento para discussões relativas à inclusão e *Bullying*.

Assim que foi encerrada a exibição do filme, os estudantes foram organizados em grupos pequenos (entre 4 e 5 estudantes cada), para o primeiro momento de discussão. Os grupos receberam as questões 1 e 2 (APÊNDICE B), que tratavam da herança genética apresentada no filme. Os alunos deveriam discutir e construir uma resposta para cada uma das questões e registrar na folha entregando ao professor ao final da aula. Durante a discussão das questões, os alunos pesquisaram sobre a síndrome de *Treacher-Collins* para que pudessem ter embasamento teórico para responder as questões propostas. Estes foram conduzidos a entender o mecanismo de ação dos genes para gerar tal síndrome e os possíveis motivos pelos quais os pais não a apresentam. O desenvolvimento de cada etapa da atividade constituiu um processo investigativo, em que os alunos buscaram compreender os mecanismos de expressão gênica. E mais, puderam propor hipóteses sobre o mecanismo de transmissão da herança em uma família.

No segundo momento da atividade, na aula seguinte, os grupos receberam as questões 1 a 4 (APÊNDICE B) para serem discutidas. Tais questões buscaram explorar a discussão do *Bullying* sofrido pela personagem do filme e as reações mostradas no filme. Além de propor uma reflexão aos alunos às posturas adotadas por eles diante de fatos como estes. Assim como ocorreu no primeiro momento, os grupos deveriam registrar sua resposta na folha com as questões e entregar ao professor ao final da aula.

Encerrada, então, a exibição, análise e discussão sobre o filme. Na aula que se seguiu foi organizado um debate com toda a turma. O objetivo deste debate foi levar a sistematização

¹ Informações obtidas em: <http://genoma.ib.usp.br/pt-br/servicos/consultas-e-testes-geneticos/doencas-atendidas/sindrome-de-Treacher-Collins>

das hipóteses elaboradas a partir das questões relativas à transmissão de informações genéticas ao longo das gerações, além disso, abrir a discussão sobre a inclusão escolar.

3.3. Atividade 2: Simulador Computacional Mendeliano

Quadro 4 – Estrutura da Atividade 2

| OBJETIVO TCM | ETAPA INVESTIGATIVA | MÉTODO DE COLETA DE DADOS PARA ANÁLISE |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Propiciar a compreensão, de forma investigativa, da formação do material genético do indivíduo oriunda de ambos os genitores | Promover a análise de dados pelos alunos para reformulação das hipóteses | <ul style="list-style-type: none"> • Formulário de registros das respostas • Fotos e vídeos • Sistematização dos conteúdos em um debate |

Fonte: Quadro construído pelo autor

A Atividade 2, desenvolvida em quatro aulas, foi iniciada com a leitura e interpretação do texto: “As leis de Mendel, o pai da Genética”, com objetivo de contextualizar os estudantes (APÊNDICE C). Os alunos leram o texto e responderam as questões individualmente nos primeiros trinta minutos de aula e nos outros vinte minutos foi aberta uma discussão sobre as questões.

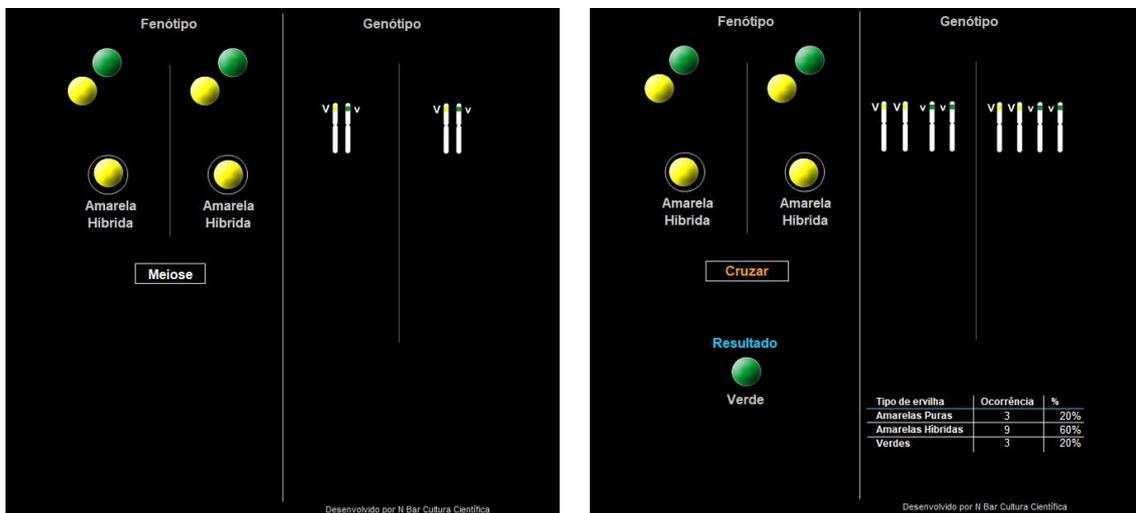
Na elaboração da sequência didática proposta, a atividade quando planejada os estudantes seriam levados ao laboratório de informática da escola, e em duplas estes pudessem explorar um Simulador Computacional em Biologia. Porém o Simulador escolhido para ser utilizado não operou no Sistema Operacional Linux, presente nos computadores na sala de informática da escola. O Simulador Mendeliano ² rodou apenas em versões mais recentes do Windows®, por este motivo foi necessário alterações na proposta, mas sem qualquer prejuízo ao processo de ensino e aprendizagem.

A Atividade 2 propõe a investigação das experiências realizadas por Mendel, demonstrando que as características genéticas de um indivíduo são oriundas em proporções iguais de seus genitores e a compreensão de alguns princípios relacionados à transmissão hereditária, que permitam aos alunos elaborem novas hipóteses sobre a herança genética.

²Disponível em <http://eic.ifsc.usp.br/2014/07/16/simulador-mendeliano/>. Acesso em novembro de 2018.

Na aula seguinte a leitura e interpretação do texto, os estudantes foram encaminhados a sala de multimídias, onde estava montado um notebook com o Simulador Mendeliano instalado e um Data show para projeção. Os estudantes se organizaram em grupos com no máximo quatro integrantes, cada um destes recebeu o Roteiro de Estudo do Simulador Mendeliano (APÊNDICE D). Os alunos foram instruídos a acompanhar juntos cada uma das etapas propostas no Roteiro.

O Simulador Biológico trabalha um dos diversos cruzamentos realizados por Gregor Mendel em seus experimentos com Ervilha, observação da herança cor da semente (FIGURA 1). O simulador dispõe ao aluno selecionar a geração parental entre: Amarela pura ou Amarela híbrida ou verde pura, para ambos os genitores. Após esta seleção é possível fazer o cruzamento aleatoriamente e observar os possíveis descendentes. À medida que são feitos diversos cruzamentos as proporções dos descendentes são apresentadas em um quadro.



FONTE: *Print da tela*

Figura 1: Tela do Simulador Mendeliano

O roteiro tem a finalidade de direcionar os estudantes durante a manipulação do Simulador Mendeliano, o mesmo está organizado em duas etapas a serem executadas em duas aulas. Para subsidiar a análise, cada etapa apresenta questões que devem ser respondidas pelos estudantes. A execução do roteiro deve ser realizada simultaneamente com a manipulação do simulador, assegurando-se assim o máximo de aproveitamento dos recursos disponíveis. Na aula seguinte a utilização do Simulador Mendeliano, com objetivo de sistematizar o conteúdo trabalhado, foi promovida uma roda de discussão sobre as questões no sentido de alinhar e consolidar a compreensão da transmissão das informações genéticas por ambos os genitores.

3.4. Atividade 3: Construindo Idiogramas Humanos

Quadro 5 – Estrutura da Atividade 3

| OBJETIVO TCM | ETAPA INVESTIGATIVA | MÉTODO DE COLETA DE DADOS PARA ANÁLISE |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Promover o entendimento da presença do material genético em qualquer célula do corpo | Pergunta norteadora, elaboração de hipóteses e análise de dados | <ul style="list-style-type: none"> • Formulário de registros das respostas • Gravação de áudio das discussões • Fotos • Sistematização dos conteúdos em um debate |

Fonte: Quadro construído pelo autor

Finalizando o processo de ensino da sequência didática proposta, os estudantes realizaram a Atividade 3: “Organizando idiogramas humanos”. A Atividade 3 teve como base em sua elaboração, a atividade presente no suplemento para o professor do livro didático *Biologia – Volume 1, Amabis & Martho*. Parte deste suplemento foi utilizada no desenvolvimento da Atividade 3 com as devidas modificações (descritas no próximo parágrafo), o material utilizado encontra-se nos Anexos deste trabalho (ANEXO A).

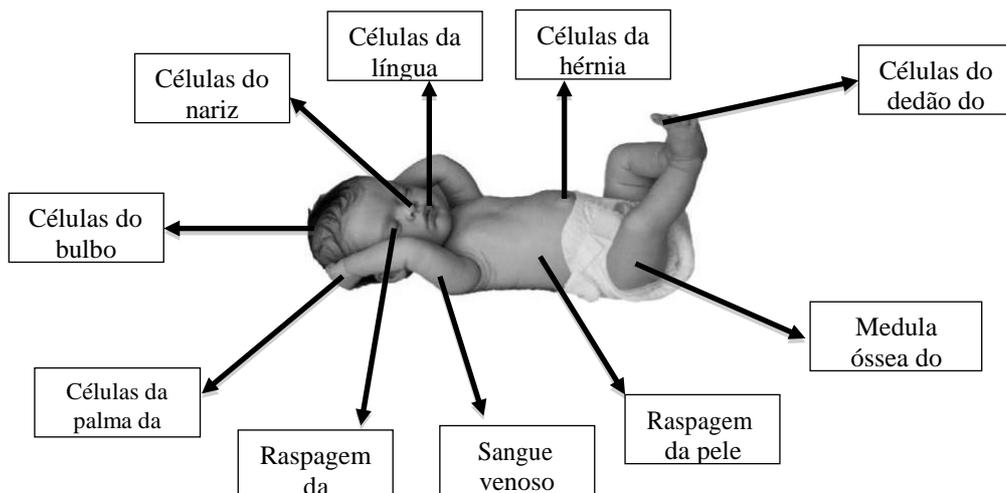
Para o desenvolvimento da Atividade 3 os alunos foram convidados a trabalhar como citogeneticistas na montagem de idiogramas humanos, pois assim poderiam compreender melhor a constituição genética das células do corpo do indivíduo conforme objetivo proposto. A turma dividida em cinco grupos (4 a 5 alunos cada), os grupos receberam o Roteiro da Atividade (APÊNDICE E). O professor apresenta aos estudantes uma boneca bebê envolvida em uma manta, sem qualquer identificação de sexo (Figura 2).



Fonte: Fotografia do autor

Figura 2: Boneca bebê utilizada durante Atividade 3

Na proposta os grupos devem fazer a coleta de uma amostra de células do corpo do bebê. Os estudantes, dos grupos, foram até o boneco que está sobre a mesa e pegam um envelope contendo idiogramas do mesmo. O grupo justifica o motivo da escolha da amostra. Cada envelope correspondente a uma parte do corpo do bebê, conforme mostrado na FIGURA 3.



Fonte: Figura construída pelo autor

Figura 3: Locais de coleta de amostras cromossômicas para análise.

O professor desafia os grupos a organizarem seus idiogramas, estes irão receber uma folha resposta onde serão colados os cromossomos organizando o cariótipo (ANEXO A). Ao terminarem a construção do cariótipo, o grupo deverá dar o perfil diagnóstico correto do bebê, indicando o sexo, e se o mesmo é normal ou apresenta alguma síndrome associada aos cromossomos.

O cariótipo construído por todos os alunos se refere a um indivíduo do sexo masculino, e o mesmo apresenta a trissomia do cromossomo 21, síndrome de Down.

Ao final da atividade, de construção dos cariótipos, os grupos apresentaram aos colegas: o local de onde foi recolhido o material biológico para o exame, os cariótipos produzidos fazendo o diagnóstico e explicando os motivos que os levaram a essa conclusão.

A proposta desta atividade é que os alunos consigam perceber a existência de material genético em qualquer célula do corpo (que possua o núcleo celular). Assim como, entender o trabalho dos geneticistas na análise do conjunto de cromossomos humanos e sua relação quanto à determinação do sexo do indivíduo. Além de serem trabalhadas questões relacionadas à síndrome de Down provocada por alterações no número de cromossomos. Para construção e análise do cariótipo do bebê foram utilizadas duas aulas, e para conclusão e sistematização do conhecimento construído uma aula, com isso, para realização da Atividade 3 foi usada três aulas.

Após cada uma das atividades realizadas durante a sequência didática proposta foi realizada junto com toda turma uma sistematização dos conteúdos trabalhados no processo de ensino. Estas dinâmicas de sistematização do conteúdo em grupo tinham por objetivo a consolidação da aprendizagem pelos alunos. Deste modo, é importante que tenha ficado claro as seguintes questões:

1. Como se dá a transmissão de características hereditárias ao longo das gerações?
2. Qual a participação dos genitores na constituição genética do indivíduo?
3. Onde está localizado o material genético no corpo do indivíduo?

3.5. Sistematização Individual

Quadro 6 – Estrutura da Sistematização individual

| OBJETIVO TCM | ETAPA INVESTIGATIVA | MÉTODO DE COLETA DE DADOS PARA ANÁLISE |
|---|---------------------------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar a sistematização individual dos conteúdos trabalhados • Verificar a eficiência da sequência didática no processo de ensino e aprendizagem | Sistematização individual | <ul style="list-style-type: none"> • Formulário de registros das respostas |

Fonte: Quadro construído pelo autor

Ao fim das atividades realizadas foi realizada uma sistematização individual dos conteúdos trabalhados. Em sua pesquisa Shaw (2008) coloca que quando os alunos aprendem apenas através de palestras, lendo, fazendo tarefas, ou em uma pesquisa superficial na internet não conseguem desenvolver um pensamento crítico com a competência necessária para um nível de alfabetização e a capacidade de aplicar o conhecimento científico. Fornecer aos alunos a oportunidade de explorar seu conhecimento através da escrita é uma maneira de alcançar esse objetivo. Com base nos resultados apontados por Shaw (2008) será proposto à produção de um texto por cada estudante, com a seguinte problematização:

“Jonathan e Karen, ambos com 25 anos, acabaram de ter um bebê e o mesmo foi diagnosticado com a síndrome de Treacher-Collins. Apesar do susto inicial e da tristeza com tal situação, o casal está sendo forte e acompanhando de perto o tratamento inicial que vem sendo feito. O hospital disponibilizou um conselheiro em genética, pois eles estão com muitas dúvidas sobre o diagnóstico. Querem entender como pode ser uma doença genética, se eles não apresentam tal doença? Qual a participação na constituição genética que eles tiveram na formação de seu filho? E essa doença está no corpo toda da criança ou apenas em sua face, onde eles estão vendo os sintomas?” Você é o(a) conselheiro(a) em genética que atenderá o casal, escreva um texto dissertativo esclarecendo as dúvidas do casal e detalhando os aspectos genéticos da síndrome.

Os textos produzidos pelos alunos poderão fornecer dados sobre a eficiência da sequência didática aqui proposta. Diante dos argumentos e ideias expostos no texto será possível verificar se equívocos apontados na literatura utilizada como referencial teórico deste projeto ainda é cometidos pelos estudantes após a aplicação da sequência didática. Repensar o

processo de ensino e o fazer pedagógico diante dos resultados de aprendizagem é o caminho a ser trilhado na carreira docente.

3.6. Questionário final

Quadro 7 – Estrutura do questionário final

| OBJETIVO TCM | QUESTÕES GERADORAS | MÉTODO DE COLETA DE DADOS PARA ANÁLISE |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Verificar as concepções apreendidas pelos estudantes • Avaliar a efetividade da sequência didática | <p>Qual a percepção dos estudantes sobre sequência didática?</p> <p>A sequência didática conseguiu proporcionar a construção do conhecimento sobre a herança genética?</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Formulário com questões objetivas e discursivas. |

Fonte: Quadro construído pelo autor

Com o fim das atividades da sequência didática foi aplicado um questionário (APÊNDICE G) que tinha dois objetivos. O primeiro objetivo foi buscar um diagnóstico da percepção dos estudantes com relação à sequência didática. As questões tiveram o intuito de apurar se aulas puderam proporcionar maior interesse e envolvimento dos mesmos.

O segundo objetivo foi verificar se os estudantes teriam construído os conhecimentos relativos à herança genética. Algumas questões do questionário inicial foram novamente utilizadas, além de outras semelhantes que buscaram avaliar as mesmas habilidades.

3.7. Análise dos dados da pesquisa

3.7.1. Os dados qualitativos e quantitativos da pesquisa

Neste trabalho de pesquisa foram produzidos dados qualitativos e também alguns dados quantitativos. Todos os dados qualitativos coletados tinham o objetivo de compreender através das narrativas dos estudantes suas experiências individuais e particulares na execução das atividades da sequência didática. Já os dados quantitativos foram obtidos especificamente nas pesquisas inicial e final, e tinham como objetivo apurar através de dados numéricos, o

perfil, as preferências, os comportamentos e outras ações dos indivíduos frente a todas as atividades propostas na sequência didática aplicada.

Os dados qualitativos foram coletados de forma escrita em respostas diretas a algumas questões propostas durante as atividades, na forma de narrativa com a gravação dos áudios de debates e conversas realizadas em grupos pequenos e até com toda turma nos processos de sistematização em grupos de cada uma das atividades. Os dados qualitativos foram coletados nos questionários, como já apontado, e os mesmos foram codificados usando um sistema numérico.

A análise dos dados qualitativos foi realizada de uma forma descritiva, com o agrupamento das respostas dos alunos por temas, além da utilização do software IRAMUTEQ, descrito logo a seguir. Os dados numéricos do estudo foram analisados utilizando como suporte o software IBM® SPSS Statistics versão 23, utilizando os dados diretos de algumas informações e também a comparação de dados iniciais e finais chegarem a uma conclusão.

3.7.2. IRAMUTEQ

A análise de um volume grande de textos é desgastante, e uma demanda complexa ao pesquisador. Por isso têm sido utilizados softwares específicos de análise textual, entre estes temos o Iramuteq.

“O software Iramuteq - Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires foi criado em 2009 por Pierre Ratinaud. É um software gratuito de código fonte aberto, licenciado por GNU GPL (v2), que utiliza o ambiente estatístico do software R. Assim como os outros softwares de fonte aberta, ele pode ser alterado e expandido por meio da linguagem Python (www.python.org). Ele é utilizado no estudo das Ciências Humanas e Sociais e utiliza o mesmo algoritmo do software Alceste para realizar análises estatísticas de textos, porém, incorpora, além da CHD - Classificação Hierárquica Descendente, outras análises lexicais que auxiliam na análise e interpretação de textos.”

(Salviati, 2017, p. 04)

A utilização desta técnica de manipulação e análise dos dados apresenta várias possibilidades de representação dos resultados. Apesar de o software possuir grande diversidade destas representações neste trabalho foram usadas apenas: Análise de Similitude e a Nuvem de palavras. Salviati (2017) esclarece que a análise de similitude expõe a ligação entre o conjunto de palavras que apareciam no texto do qual foi feita a análise. Com a imagem da análise de similitude é possível inferir a estrutura de construção do texto e os temas de relativa importância. Na análise por meio de nuvem de palavras é apresentado um conjunto de palavras agrupadas, organizadas e estruturadas em forma de nuvem. As palavras

são apresentadas com tamanhos diferentes, ou seja, as palavras maiores são aquelas que detêm maior importância no corpo do texto, a partir do indicador de frequência. É uma análise mais simples, porém, bastante interessante, na medida em que possibilita rápida identificação das palavras-chaves de um texto.

3.7.3. IBM® SPSS Statistics versão 23

Este software é um dos programas de análise estatísticos mais utilizados nas mais diversas áreas de pesquisas, como em áreas sociais, a saúde, no governo, educação e outros. Sua primeira versão foi lançada em 1968, inventado por um grupo de pesquisadores da Universidade de Chicago. O SPSS é útil para fazer testes estatísticos, tais como os testes da correlação, multicolinearidade, e de hipóteses; pode também providenciar ao pesquisador contagens de frequência, ordenar dados, reorganizar a informação, e serve também como um mecanismo de entrada dos dados, com rótulos para pequenas entradas³.

Os dados quantitativos dos questionários iniciais e finais foram lançados no banco de dados do software e foram produzidas diversas análises com gráficos de informações e alguns com cruzamentos de dados. Com objetivo de uma melhor diagramação dos gráficos e tabelas, algumas delas foram refeitas utilizando o Excel.

³Informações disponíveis em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/SPSS>> acesso em 08 abr. 2020.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto foi aprovado no comitê de ética (CEP/UFMG) de numeração no CAAE: 14486719.7.0000.5149, na data de 03 de julho de 2019 (ANEXO B). A aplicação ocorreu nos meses de outubro, novembro e dezembro (4º Bimestre) de 2019.

As turmas de 1º ano do Ensino Médio, com as quais foram desenvolvidas as atividades da sequência didática totalizaram sessenta estudantes. Todo processo de ensino com a aplicação das atividades da sequência didática foi desenvolvido com toda turma, pois se tratavam do processo de ensino aplicado pelo professor de Biologia. Porém os dados analisados neste trabalho foram de trinta e um alunos, porque somente estes apresentaram os documentos TCLE (APÊNDICE H), TALE (APÊNDICE I) e Autorização do uso de imagens e depoimentos (APÊNDICE J) devidamente assinados por eles e seus responsáveis.

4.1. Perfil dos estudantes

O questionário inicial permitiu traçar o perfil dos estudantes das turmas as quais foi aplicada a sequência didática. Dos estudantes participantes desta pesquisa, dezessete são do sexo masculino (55%) e quatorze (45%) são do sexo feminino. A faixa etária destes está entre os 15 e 18 anos, sendo que a maioria, vinte e cinco (81%) está entre os 15 e 16 anos. Quanto à formação escolar dos pais destes alunos, 44% dos pais e 43% das mães concluíram o ensino médio. O núcleo familiar, com os quais este estudante reside, apresenta uma grande variedade de seus membros (mãe, pai, madrasta, padrasto, irmãos, tia, tio avó, avô, primos, primas, entre outros), sendo que grande parte (41%) possui entorno de quatro membros. Entre os estudantes apenas oito (28%) trabalham até vinte horas semanais, dentre os principais motivos para trabalhar está em tornar se independente financeiramente (75%), adquirir experiência no mercado de trabalho (63%) e contribuir com as despesas da família (38%).

Com relação a sua história escolar, vinte e cinco (81%) tiveram sua formação no Ensino Fundamental em escolas públicas, quatro são oriundos de escolas particulares e dois não responderam. Destes que responderam à questão, vinte e sete (93%) cursaram o ensino regular, um deles cursou a EJA juvenil (Educação de Jovens e Adultos acima de 14 anos) e um cursou a Tele sala (Programa de aceleração de alunos fora da idade/ano escolar do Governo de Minas Gerais). Dentre esses, onze (36%) já estudavam nesta Escola em anos anteriores.

O perfil apresentado pelos estudantes mostra uma grande diversidade das famílias nesse ambiente escolar. As dificuldades enfrentadas pelas famílias no sentido de colaborar com as atividades da escola são inúmeras, que vão desde baixa escolaridade dos pais quanto às condições financeiras da família.

4.2. Análise e discussões sobre o filme “Extraordinário”

O professor mediador da sequência observou que o filme provocou o engajamento de toda turma e percebeu a ansiedade dos estudantes em continuar a assistir ao filme nas aulas que se seguiam. Em grupos, as discussões das questões propostas estimularam a pesquisa, permitida nos celulares dos estudantes, o que proporcionou embasamento teórico sobre a Síndrome de *Treacher Collins*.

1. Discussões sobre a herança da Síndrome *Treacher Collins*

Inicialmente, os grupos discutiram as questões referentes à herança tratadas no filme (APÊNDICE B). Um diálogo foi transcrito abaixo relativo à questão: **1.** O garoto Auggie Pullman possui uma doença genética. Em cenas, entre os 58 minutos e 60 minutos do filme, Via (irmã de Auggie) cita que um gene presente em seus pais causou a situação de seu irmão e que por sorte ela não apresenta o mesmo quadro. Sendo assim por que seus pais ou mesmo sua irmã não apresentam nenhum sintoma da doença?

Aluno 1: *eu acho que ele teve uma... O que você acha?*

Aluno 2: *eu acho que é uma coisa do pai e da mãe, um gene.*

Aluno 3: *mas é da mãe, é da mãe.*

Aluno 2: *do pai e da mãe.*

Aluno 3: *os dois têm a doença.*

Aluno 4: *É do pai e da mãe.*

Aluno 2: *Só que... eu acho que a menina tem aí... mas não...*

Aluno 4: *Não veio à tona, não veio à tona.*

Aluno 2: *Não afetou ela... aí afetou mais o menino, eu acho.*
(inaudível)

Aluno 4: *É acho né, é quase...*

Aluno 2: *O que é o difícil, sabe?...*

O diálogo mostra os alunos buscando formular uma hipótese no sentido de explicar o fenômeno proposto pela questão. O grupo continua a discussão, agora utilizando as informações que buscaram para responder à questão: **2.** Tente explicar, com as informações

do filme e as informações prévias de seu conhecimento, como as alterações genéticas levam a alterações na face de Auggie. Em quais células acontecem estas alterações genéticas? Acompanhe a continuação da transcrição do áudio do mesmo grupo.

Aluno 3: *O que? O que? Achei a dois... É é é é é... (inaudível) ocorre durante a sétima semana de gestação devido a ação i_ni_bi_tó_ria genética contra os ossos faciais que estão sendo formados, ou seja, tipo ela não tá coisa. Literalmente é má formação nos genes na hora que a criança está dentro da barriga da mãe.*

(inaudível)

Aluno 4: *Essa é a dois ou a um?*

Aluno 1: *A dois.*

Aluno 4: *Beleza, a dois já temos, agora falta a um.*

Aluno 3: *E a um?*

Aluno 4: *A um é mais opinião porquê..., a dois também... mas a um em específico é mais.*

Aluno 2: *Tá bom.*

Aluno 4: *Porque está perguntando...*

(inaudível)

Aluno 2: *Aquilo que você falou, eu falei, o aluno3 falou...*

Aluno 4: *É aquilo que vocês falaram.*

(inaudível)

Aluno 3: *É porque eu só lembro da minha... não lembro a de vocês.*

Aluno 4: *Mas é a mesma.*

Aluno 2: *Qual a sua opinião?*

Aluno 4: *É a mesma. Ele falou...o pai e a mãe têm, o Auggie tem só que a dele é mais aparente. O pai dele é meio estranho. A cara do pai dele é meia estranha.*

(risos)

Aluno 3: *Ou... o aluno 4 tá forçando...*

Aluno 4: *O pai dele é meio engraçado... Não é por causa da cara dele só não, é o jeito dele também*

(inaudível)

Aluno 4: *Você descobriu o nome da célula?*

Aluno 2: *Peguei aqui.*

(inaudível)

Aluno 3: *Mano, tipo assim... É é é é é... a criança, ela pode ser identificada com a doença na hora que ela nasce (inaudível) eu juro aqui pra vocês que eu não consigo ter a mesma visão (inaudível) pra entender o que estava acontecendo.*

Aluno 4: *Em que parte?*

Aluno 3: *Gene, da mãe e do pai (inaudível) a Via não teve, mas o Auggie teve. Na hora da formação ele teve literalmente uma uma formação genética que ele teve um gene a mais.*

(inaudível)

Aluno 1: *Será que na hora de juntar?...*

Aluno 3: *Ele teve um gene a que ele deveria ter.*

Aluno 4: *Será que é um gene a mais ou a menos?*

Aluno 3: *Eu acho que ele tem um gene a mais*

Aluno 1: *Ele tem uma má formação no gene ou... quando juntou deu uma má formação. Não tem o que falar velho...*

Aluno 4: *Mano isso aí, a gente não é biólogo para saber essa... então a gente tá dando nossa teoria.*

Aluno 1: *É... é uma teoria ué. A gente tá chegando próximo do que o professor quer, porque exato não vai ser.*

(inaudível)

Aluno 4: *Na hora que ele nasceu, ele já nasceu meio deformado né, mostrando a reação.*

Aluno 3: *Não meio. Ele já nasceu com a doença. Ela acontece dentro da barriga da mãe.*

Aluno 4: *A má formação né.*

Aluno 3: *Ele desenvolve desde ali, porque...as pessoas... tipo, lembra quando a gente tava fazendo aquele trabalho⁴. Eu falei tipo um negócio que a pessoa tem tipo 45 cromossomos, aí aquela doença tinha 46, é tipo isso. Era para ele ter tipo um gene, aí ele tem dois...*

(inaudível)

Aluno 3: *Juro que eu quero descobrir o que o Auggie tem...*

(inaudível)

Pela análise do diálogo é possível perceber que estudantes discutem com seus pares possíveis explicações, foram capazes de construir suas próprias hipóteses, organizar suas ideias e tentar explicar o fenômeno proposto. O grupo, composto por quatro alunos, tem a participação de todos os estudantes no diálogo. Além disso, a pergunta elaborada para esta sequência didática despertou curiosidade e interesse dos estudantes, alcançando o objetivo da etapa elaboração de um problema da atividade investigativa.

Zompero (2019) aponta que as atividades investigativas, além de facilitar a aprendizagem de conceitos, proporciona também aos estudantes o desenvolvimento de habilidades cognitivas relativas à investigação científica como a capacidade de observar, registrar, analisar dados, comparar, perceber evidências, fazer inferências e concluir. Toda discussão do grupo no sentido de responder as questões propostas ilustram tal apontamento, e demonstra o viés investigativo que permeia o conjunto proposto na Atividade 1. O ensino investigativo permite aos estudantes a aquisição de habilidades fundamentais proporcionando uma melhora na aprendizagem de conteúdos escolares (Lima, 2012).

Na busca por chegar a uma resposta, os alunos correlacionaram a Síndrome de *Treacher Collins* com o trabalho que haviam realizado sobre as doenças associadas às alterações numéricas dos cromossomos. O equívoco está relacionado a uma associação direta de gene e cromossomo, ao afirmarem que os personagens poderiam ter um cromossomo a mais, eles fazem uma relação direta que os personagens teriam um gene a mais. E este grupo, apresenta como hipótese que Via (irmã de Auggie) apresenta o gene relativo à doença, porém

⁴ Os alunos realizaram um trabalho de pesquisa, com apresentação escrita e oral sobre as doenças relacionadas as alterações numéricas dos cromossomos durante o bimestre anterior ao desenvolvimento da sequência didática.

no caso dela este não se expressou. Entretanto, os estudantes não conseguem justificar a hipótese que propõe. Para eles, também, os pais também possuem o gene para doença, também não expressam a mesma.

Os outros grupos também ressaltaram a ideia de que os genes que formaram a constituição genética do garoto teriam vindo de seus pais, mas apontam que algo aconteceu na sua formação, o que fez com que ele, Auggie, apresentasse a doença. Então ressaltam que nos seus pais e irmã não aparece, apesar de possuir informação genética para tal. O QUADRO oito exibe algumas respostas dadas por escrito pelos outros grupos como hipótese da explicar o mecanismo de herança no filme.

Quadro 8 – Hipóteses apresentadas para questão da herança da doença no filme

| HIPÓTESES | |
|-------------------|---|
| Hipótese 1 | <i>Nós achamos que tinha um gene no corpo da mãe e outro no corpo do pai, com isso os dois juntos podia ter como resultado essa síndrome. Talvez no corpo da filha tinha alguma célula que combatesse esses genes.</i> |
| Hipótese 2 | <i>Os pais e a irmã têm a doença não aparente, portanto, Auggie pode ter alguma substância na célula que fez essa síndrome se desenvolver acarretando a doença visível.</i> |
| Hipótese 3 | <i>A junção de ambos os genes (do pai e da mãe) causa a mudança no seu corpo. Já sua irmã por “sorte” não manifestou, às vezes por ela ter puxado os genes mais de seus avós e outras pessoas da família. Também a doença que causa com frequência ou maior chance na gravidez mais velha. Assim por ser mais novo os pais já estavam mais velhos e os genes se agravaram ou se modificaram mais.</i> |
| Hipótese 4 | <i>Talvez os genes não tenham conseguido se alterar e modificar. A estrutura genética da irmã e dos pais, apesar de ambos possuírem os genes, a chance de herdar o gene defeituoso dele era de 50%.</i> |
| Hipótese 5 | <i>Talvez os genes não tenham conseguido modificar a estrutura genética dos pais e da irmã do garoto.</i> |
| Hipótese 6 | <i>Pelo fato que a menina (Via) não nasceu com a doença é porque ela, pelo fato de ser mulher, ela recebeu mais cromossomos da mãe do que do pai, e Auggie mais cromossomos do pai que no filme é citado que o mesmo poderia vir com a doença e pelo fato de não ter tido a doença a célula que seria a causadora da doença vai para o DNA do garoto, onde surge a síndrome de Treacher Collins.</i> |
| Hipótese 7 | <i>Via, a irmã de Auggie, não teve a doença por sorte. Já Auggie, teve a síndrome, por talvez a família já possuir histórico da síndrome.</i> |

| | |
|-------------------|---|
| Hipótese 8 | <i>Se trata de probabilidade, os pais do menino são normais porque podem ter a sorte de não contrair um gene, isso explicaria a ausência da síndrome na irmã, no pai e na mãe.</i> |
| Hipótese 9 | <i>Sabemos que há tipos de genes específicos que levam a malformação, dependendo da dominância, podem aumentar a recorrência da síndrome nas próximas gerações. Acredito que quando o pai e a mãe não possuem as características, se pode tratar de uma mutação na formação do bebê. A partir do primeiro caso na família, há bastante risco de as próximas gerações nascerem com a síndrome.</i> |

Fonte: Quadro construído pelo autor

Nas hipóteses 1, 2 e 3 os estudantes demonstram compreender que os descendentes do casal receberam de seus pais os genes referentes à doença. Porém, enquanto a hipótese 1 busca explicar a ausência de sintomas na filha pela presença de alguma célula, a hipótese 2 aponta que há algo nas células do garoto que fazem seu corpo expressar tal síndrome. A hipótese 3 expõe uma visão que a gravidez de mulheres mais velhas poderia ser o motivo, uma hipótese, mas sem nenhum embasamento para tal suposição. Tal afirmação na hipótese 3, provavelmente esteja relacionada à Síndrome de Down que os alunos podem ter obtido por informações divulgadas na mídia.

As hipóteses 4 e 5 postularam suas hipóteses apontando que este gene, que determinou a síndrome no garoto, não conseguiu fazer alterações na estrutura genética dos pais e da menina. Isso demonstra que os alunos não compreendem o que é estrutura genética ou como eles são modificados.

A hipótese 6, distinta das outras respostas, expõe uma explicação um pouco confusa, mas fica evidente que este grupo demonstra um dos equívocos que apontamos como foco deste trabalho. Os alunos não compreendem que o indivíduo é formado por materiais genéticos vindos de seus genitores em iguais proporções e, ainda, sugere que a deficiência é ligada ao sexo. Este grupo deixa claro que o garoto recebeu mais informações de seu pai por ser homem e a menina recebeu mais informações de sua mãe. Equívocos semelhantes e outros em genética são apontados nas pesquisas Rippel (2002), Shaw (2008), Klautau Guimarães (2009) e Belmiro (2017) evidenciando a dificuldade de compreensão dos estudantes relativos a temas em genética. Tal equívoco apresentado pelos alunos deste grupo foi trabalhado na atividade 2, buscando que eles compreendam a formação da constituição genética de cada indivíduo.

As hipóteses 7 e 8 dispõem que tudo estaria ligada a questão de “sorte”, provavelmente se baseando em uma frase dita pela irmã de Auggie em uma das cenas do filme. Em uma das hipóteses foi apontada uma relação entre sorte e probabilidade no apontamento de um dos grupos.

A hipótese 9 também destoa das outras hipóteses, nela o grupo aponta o gene como responsável pelas alterações que causaram tal síndrome, mas ao tentar propor o que poderia ter ocorrido propõe uma mutação como a causa. Contudo, o grupo não explica os mecanismos envolvidos em um processo de mutação gênica.

Diante das discussões acompanhadas na transcrição de um dos grupos e após a leitura das respostas apresentadas pelos diferentes grupos podemos sugerir que estudantes compreendem que há um gene com a informação da característica do garoto, porém não conseguem entender muito bem o mecanismo pelo qual isso acontece, já que não conseguem explicar quando há um fenômeno de complexidade maior, como o fato dos pais e irmã terem materiais genéticos similares, mas não terem a doença. Entretanto, os estudantes demonstraram interesse e são capazes de elaborar hipóteses diferentes. Fica claro também, que uma pesquisa realizada no celular não permitiu aos alunos desvendar o mecanismo envolvido, demonstrando que a pergunta demanda raciocínio e habilidades cognitivas dos alunos.

Dentre os diversos temas que podem ter uma abordagem no ensino por investigação, a genética é um dos mais favorecidos, visto que competências trabalhadas na investigação são extremamente importantes para a sua compreensão. Trabalhar o conteúdo de Genética baseado nas informações reais, através de casos de investigação ou situações cotidianas torna o ensino mais atraente e próximo do aluno, facilitando o entendimento e colocando os alunos como cidadãos capazes de argumentar e se posicionar diante dos assuntos atuais (LIMA, 2012). Os alunos de fato apresentaram grande interesse ao tema tendo o filme como pano de fundo as discussões sobre o tema herança genética.

Entre os Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica apontados por Sasseron (2012) está à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais e concerne na possibilidade de trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos científicos necessários para que seja possível a eles aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia-a-dia. A herança genética é um conceito fundamental para compreender todos os temas relativos à genética básica.

2. Discussões sobre o *bullying* e a inclusão escolar

O filme possibilitou a abordagem de uma situação de extrema relevância nas escolas, a inclusão, um desafio a ser enfrentado por professores e todos profissionais envolvidos neste processo. As primeiras questões propostas para o debate (APÊNDICE B) tinham por objetivo contextualizar os alunos sobre a situação do protagonista do filme e portador de uma síndrome rara. Em suas respostas os alunos expuseram a compreensão que mesmo sendo uma criança com uma aparência “diferente”, Auggie era uma criança como todas as outras, mas extraordinariamente inteligente.

A reflexão sobre as condições físicas e cognitivas do garoto foram pano de fundo para que os grupos apresentassem suas ponderações sobre o papel da escola e das famílias com relação ao *bullying*. Vejamos algumas respostas dadas pelos grupos:

“Conversas com os alunos, relatar aos pais do acontecido, e os deixar cientes. E também fazer reuniões com os alunos pra tentar ver se eles se colocam no lugar do outro.”

O grupo em sua proposta para tratar a questão envolve toda comunidade escolar, direção, docentes, discentes e pais um dos melhores caminhos e que tem sido apontado por estudiosos neste assunto. O ambiente escolar deve servir a educação integral para a cidadania, e essa mudança social passa necessariamente pelo caminho da educação. Educação no sentido amplo, onde a direção das escolas deve levar em conta no Projeto Político Pedagógico e no planejamento geral, que a segurança se torne um eixo transversal de todo o processo de ensino. Essa realização não deve atingir somente os alunos, mas também os professores, funcionários e os familiares (IDALGO, 2009).

Observe outras posições apresentadas pelos alunos diante da questão propostas:

“É de essencial importância a escola ter o principal controle sobre o combate ao bullying, a punição deveria ser mais rígida, para coisas desse tipo não voltarem a acontecer”

“Ter apresentações contra o bullying e ter uma punição para quem fizer o bullying. Para isso não se repetir em nenhuma escola e de preferência em lugar nenhum, pois não deveríamos julgar as pessoas pela aparência e pelo ponto de vista.”

“Chamar os responsáveis dos alunos e comunicar o que anda acontecendo, se caso não resolva tomar decisões mais severas, como expulsão.”

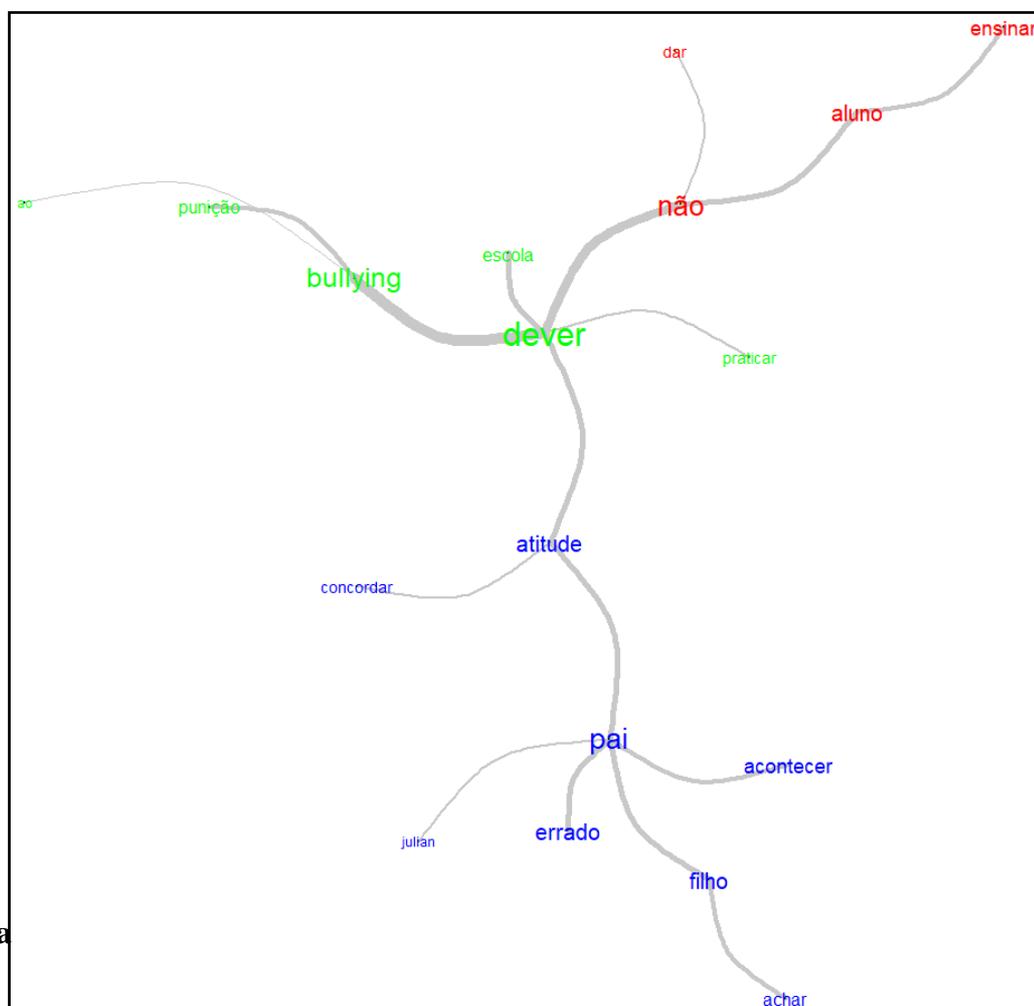
Assim como grupo anterior, estes não deixam de apontar a necessidade do envolvimento de todos no âmbito escolar, mas apontam com maior ênfase a necessidade de medidas duras com quem praticarem o *bullying*. Apontando até mesmo uma evolução no grau de punição ao agressor. Tal caminho se faz necessário quando os processos de conversa e sensibilização não alcançam os resultados esperados. Francisco (2009) aponta que os projetos de combate ao *bullying* devem envolver a comunidade escolar (professores, funcionários, pais e alunos), de forma que tal participação assegure estabelecimento de normas, diretrizes e ações coerentes. Promovendo ações que visam promover vivências, debates e conscientização geral, além de explicitar valores fundamentais de respeito mútuo, solidariedade e diálogo, durante todos os momentos da vida escolar.

Assim como tivemos pensamentos bem semelhantes entre os estudantes e o que a sociedade tem entendido sobre a prática do *bullying*, o contraditório também apareceu entre as respostas.

“Bullying é uma brincadeira entre alunos, não deveria ser uma preocupação.”

O *bullying* não pode ser considerado apenas como uma brincadeira, uma ofensa ou mesmo um simples conflito, a prática de *bullying* vai muito além disso, é violência contra a pessoa que recebe o *bullying*. A prática do *bullying* em muitos momentos tem aparência de algo sem importância e é vista como “coisas de estudante”, desenvolvidas por brincadeiras comuns da idade. Porém quando as agressões (física e moral) se tornam frequentes e o ato visa o sofrimento do outro, agindo com maldade e tendo prazer em fazê-la repetitivamente, o nome disso é *bullying* (PETRIAGGI, 2014).

Utilizando o software Iramuteq foi feita uma análise das respostas dadas pelos estudantes. No Iramuteq, a análise de similitude mostra em um conjunto de palavras qual a ligação entre essas palavras do corpo do texto. A partir desta análise é possível inferir a estrutura de construção do texto e os temas de relativa importância. Esta análise auxilia o pesquisador na identificação da estrutura da base de dados, distinguindo as partes comuns e as especificidades (SALVIATI, 2017, p. 69). A Figura 4 apresenta a análise de similitude destas respostas.



Figura

As palavras em destaque na análise de similitude são “ensinar”, “aluno”, “não”, “dever”, “*bullying*”, “atitude”, “pai” e “filho”. A análise mostra uma separação do conteúdo das respostas em três setores. Dois setores apontam para a escola, como duas frentes de trabalho para atacar a prática do *bullying*, o papel de ensinar aos estudantes a não praticar e, também, o papel de punir aos que insistem em continuar o *bullying*. Após leitura individual das respostas, esta mesma tendência é observada. Outro setor exibido na Figura 2 é o papel da família, ensinando e corrigindo o filho para que tal atitude não aconteça.

O futuro da inclusão escolar no Brasil irá depender do esforço coletivo, que obrigará a uma revisão na postura de pesquisadores, políticos, prestadores de serviços, familiares e indivíduos com necessidades educacionais especiais, para trabalhar numa meta comum, que seria a de garantir uma educação de melhor qualidade para todos (MENDES, 2006).

4.3. As discussões a partir do Simulador Mendeliano

A leitura do texto: “As leis de Mendel, o pai da Genética” (APÊNDICE C), atingiu seu objetivo de contextualizar os estudantes sobre os trabalhos de Mendel. Essa contextualização é importante para que os alunos possam se ambientar dos experimentos trabalhados no simulador computacional.

Conforme pontuado, foram necessárias adaptações na aplicação da Atividade 3 devidos aos computadores e programas disponíveis na sala de informática da Escola. Os estudantes em grupos de cinco alunos (Figura 5) acompanharam o uso do simulador pelo professor em uma tela, porém eram a todo instante instigados a refletir sobre os possíveis resultados e, também, eles próprios faziam a análise destes resultados conforme roteiro (APÊNDICE D). O uso de um roteiro estruturado proporciona aos estudantes a observação dos eventos principais, sem que estes se percam nas inúmeras informações apresentadas pela simulação. Uma atividade investigativa estruturada direciona o aluno na execução da simulação, além de direcionar para as habilidades que deverão ser trabalhadas (GREGÓRIO, 2016).



Fonte: Fotografia do autor

Figura 5 – Grupos realizando o roteiro da Atividade 2

Os primeiros cruzamentos propostos pelo roteiro a serem realizados eram entre plantas puras amarelas (VV) X amarela (VV) e verde (vv) X verde (vv), por isso o resultado encontrado sempre foi 100% puras com fenótipo e genótipo iguais aos genitores. Os

estudantes refletiram sobre os resultados encontrados e tinham que apresentar uma explicação aos mesmos, abaixo foram transcritas algumas respostas.

“Reprodutores com genes iguais dão origem a um gene igual.”

“Que o cruzamento de cor pura gera a mesma cor pura”.

“Que quando se trata de um cruzamento puro o resultado será o mesmo”.

“Quando os gametas se repetem o resultado encontrado é o mesmo.”

“Mostraram que se o tipo de ervilha é igual, ele permanece igual após os cruzamentos.

“Que se os dois genes forem predominantes o resultado também é predominante.”

“Que dois fenótipos da mesma cor pura, obtêm o mesmo resultado.”

O cruzamento que se seguiu foi entre plantas amarelas puras (VV) X verdes puras (vv). O resultado de 100% de plantas amarelas híbridas (Vv), como esperado, foi analisado pelos estudantes. Estes deveriam responder duas questões, a primeira foi o que ficou evidente para eles neste resultado, repare algumas respostas.

“Que quando acontece a mistura do amarelo com o verde sempre dará tipo híbrido e o genótipo sempre dará um v e um V.”

“Existe sempre um gene predominante que define as características do produto.”

“Ficou evidente que quando cruzamos amarelo puro com verde independente se o amarelo vir primeiro resulta no mesmo resultado v e V ou V e v.”

As respostas dadas mostram a compreensão, neste tipo de herança, há uma relação de ‘dominância’. É importante mencionar que o professor não havia mencionado a palavra dominante ou dominância. O gene que determina a cor amarela para as sementes é visto pelos alunos com uma ‘predominância’ sobre o verde. O que eles confirmam ao responderem a segunda questão, que buscou deles uma explicação para o que teria ocorrido com a característica verde para as sementes. Abaixo algumas respostas transcritas da questão.

“Pelo fato de o amarelo sobressair ao verde.”

“O gene amarelo anula o de cor verde”.

“Porque o gene amarelo sobressaiu, e mesmo com a mistura dos dois deu amarelo híbrido.”

“Porque o genótipo dela não tem predominância sobre o amarelo.”

Estes trechos mostram que os alunos começam a se apropriar de vários termos em genética que lhe são apresentados no simulador biológico (genótipo, fenótipo, puro, híbrido, entre outros), estes não haviam sido trabalhados pelo professor. Esta apropriação poderia ser explicada pelo fato de os alunos estarem interessados em entender os padrões de herança e/ou pelo protagonismo dos alunos na aquisição do conhecimento e/ou pelo entusiasmo de usar uma ferramenta diferente para elaborar ou sistematizar os conceitos. Os simuladores, se aplicados em momentos adequados, podem auxiliar os estudantes a adquirirem novos conhecimentos (SOUSA, 2011).

O último cruzamento solicitado no roteiro para os grupos foi entre plantas amarelas híbridas (Vv). Para melhorar os resultados foi solicitado aos alunos que fizéssemos 10 cruzamentos e buscássemos apurar a frequência total de cada fenótipo e genótipo obtido. Vejam a frequência encontradas pelas turmas nas TABELAS 1 e 2.

Tabela 1 – Frequência encontrada nos cruzamentos de plantas híbridas – Turma 1

| TURMA 1 | | |
|----------------------|----------------------------|---------------------------|
| Tipo de ervilha | Ocorrência (N° encontrado) | Ocorrência (% encontrada) |
| Amarela pura (VV) | 2 | 20% |
| Amarela híbrida (Vv) | 6 | 60% |
| Verde pura (vv) | 2 | 20% |

Fonte: Tabela construída pelo autor

Tabela 2 – Frequência encontrada nos cruzamentos de plantas híbridas – Turma 2

| TURMA 2 | | |
|----------------------|----------------------------|---------------------------|
| Tipo de ervilha | Ocorrência (N° encontrado) | Ocorrência (% encontrada) |
| Amarela pura (VV) | 2 | 20% |
| Amarela híbrida (Vv) | 5 | 50% |
| Verde pura (vv) | 3 | 30% |

Fonte: Tabela construída pelo autor

Solicitamos que os alunos explicassem o reaparecimento de plantas com sementes verdes nestes cruzamentos, atente as respostas dadas.

“Porque elas puxaram os genes antigos das amostras híbridas.”

“Porque foi cruzamento de amarelo híbrido X amarelo híbrido, e o amarelo híbrido é uma mistura de amarelo puro com verde puro.”

“Porque se trata de um cruzamento híbrido, por tanto o resultado poderia obter os três resultados possíveis.”

“Porque amarela híbrida é a combinação de duas cores e depois que fazemos a meiose e cruzarmos tem 50% de vir híbrida e os outros 50% pode vir amarelo puro ou verde puro.”

As análises dos diversos cruzamentos presentes na Atividade 2 em seu roteiro serviram como subsídios aos estudantes. A última questão do roteiro buscou que os alunos formulassem uma hipótese para explicar o porquê de os descendentes apresentarem características diferentes de seus genitores. O QUADRO 9 apresenta essas hipóteses.

Quadro 9 – Hipóteses apresentadas sobre herança, tendo como referência os cruzamentos realizados no Simulador Computacional

| HIPÓTESES | |
|-------------------|---|
| Hipótese 1 | <i>Porque no passado pode ter tido um antecedente que é diferente do casal, assim o descendente pode puxar alguns traços dos antepassados.</i> |
| Hipótese 2 | <i>Pelo fato de um se sobressair ao outro aleatoriamente, já que se trata de um tipo híbrido, e não puro, tendo tendência a se diferenciarem.</i> |
| Hipótese 3 | <i>Pelo fato de um sobressair ao outro aleatoriamente, ou porque podem ser os</i> |

| | |
|-------------------|--|
| | <i>mesmos genes, mas em quantidades diferentes.</i> |
| Hipótese 4 | <i>Porque em algum momento no passado uma genética diferente foi apresentada e causou uma alteração no descendente.</i> |
| Hipótese 5 | <i>Eles são diferentes, pois a mistura dos cromossomos, às vezes, alguns deles se misturam de forma diferente da anterior.</i> |
| Hipótese 6 | <i>Porque os pais descendem de outras pessoas e assim por diante, podendo ter inúmeros resultados, tudo é probabilidade.</i> |
| Hipótese 7 | <i>Porque nem sempre os filhos do mesmo fenótipo puxam as mesmas características.</i> |

Fonte: Quadro construído pelo autor

A Atividade 2 apresentou o viés investigativo em sua estruturação. As características da metodologia de ensino baseada em investigação, propõe o que denominam de fases gerais, sendo elas: a orientação referente a uma contextualização inicial realizando uma problematização; conceitualização, envolvendo o questionamento e a emissão de hipóteses (ZOMPERO, 2019).

A utilização do simulador biológico permitiu a visualização, aos estudantes, dos cruzamentos feitos pelas plantas. O que proporcionou a demonstração de que a constituição genética dos indivíduos se dá pela interação dos materiais genéticos vindos de seus genitores em iguais proporções. O uso de novos recursos e uma abordagem diferenciada oportunizou uma motivação aos estudantes na realização da Atividade 2. Ao longo das aulas que se seguiram na sequência didática, muitos perguntavam se haveria mais aulas com as da Atividade 2, demonstrando seu apreço e interesse pela atividade.

Assim como a pesquisa de Heckler (2011) buscou avaliar o ensino dos conteúdos de óptica através do uso de simuladores computacionais, percebemos que o ensino dos cruzamentos de Mendel utilizando os simuladores computacionais proporcionou aulas mais atraentes e ilustrativas, propiciando assim o maior envolvimento dos alunos nas aulas. O uso das simulações de cruzamentos permitiu a abordagem dos mecanismos aleatórios que estão envolvidos, assim como a análise direta dos descendentes. Ao analisarmos as opiniões e comentários dos alunos, percebemos que estes materiais vão ao encontro da realidade da grande maioria deles, proporcionando um ambiente de estímulo, motivação e envolvimento no processo de ensino e aprendizagem, fazendo com que os alunos participem ativamente da aquisição de informações e construção do conhecimento (HECKLER, 2011).

4.4. As discussões na construção do Idiograma humano

Para realização desta atividade foi utilizado o refeitório da escola, pois ele apresenta várias mesas coletivas e bancos, o que facilitou a organização dos grupos.

A dinâmica proposta na atividade 3 gerou grande curiosidade e estímulo aos alunos. O professor vestido de jaleco, um bebê sobre a bancada (FOTO 3) chamou a atenção dos estudantes as orientações e incentivo a realização da atividade. Esta atividade, por uma questão de organização, foi dividida em três momentos no texto da dissertação: escolha das amostras, confecção dos idiogramas e discussão dos resultados. Vejamos cada uma das etapas.

1. A escolha da amostra para análise

Após a orientação dos alunos sobre a dinâmica da atividade, em que cada um dos grupos deveria vir até a bancada onde se encontrava o bebê e as amostras, os grupos foram escolhidos para vir aleatoriamente (Figura 6). Os alunos faziam suas escolhas e apresentavam uma justificativa por ter escolhido tal amostra.



Fonte: Fotografia do autor

Figura 6 – Momento de escolha das amostras pelos alunos

Esta escolha foi gravada em áudio em cada uma das duas turmas nas quais foi aplicada a Atividade 3. Vejamos a transcrição destas escolhas.

Professor: (...) São 10 amostras, (...) então o grupo vai escolher aqui a amostra. Vamos então, seu grupo.

Aluno 1: Queremos a amostra da pele.

Professor: Por que você quer amostra da pele?

Aluno 1: Porque ela mostra mais fácil sobre a doença.

Professor: Doença? Mas você nem sabe qual doença ele tem?

Aluno 1: Uai...

Professor: Vocês acham que o problema dele está na pele?

Aluno 1: É...

Professor: Agora vocês. Querem qual?

Aluno 2: Sangue.

Professor: Por que vocês querem sangue?

Aluno 2: Porque eu acho que teve ter alguma coisa no sangue dele aqui, deve ter uma resposta aqui né. O sangue guarda muitas informações.

Professor: Ok, então podem sentar. E vocês? Qual seu grupo quer?

Aluno 3: Da medula óssea.

Professor: Por que da medula óssea?

Aluno 3: Por que vai falar mais sobre todo corpo...

A maioria das respostas dadas foi evasiva, sem de fato demonstrarem um objetivo claro por suas escolhas. Alguns chegam a apontar a presença de informações relevantes sobre o corpo nas amostras, como os grupos que escolhem o sangue e a medula óssea, mas não conseguem esclarecer melhor por outras amostras não teriam tal informação. Porém é o momento de problematização da atividade investigativa, os grupos ao definirem qual amostra iriam analisar precisavam justificar tal escolha.

Os grupos discutiram, cada aluno do grupo colocou sua posição, e então os mesmos chegaram a uma hipótese a justificar ao professor sua escolha. O ensino e aprendizagem de Ciências como investigação tem como ponto inicial os problemas com os quais os alunos se defrontam, e nesse sentido, o conflito cognitivo não é uma imposição externa. O próprio aluno trabalha com hipóteses explicativas e, com isso, ele as compara, testa e as coloca em confronto para validar ou não (CAMPOS, 2009).

Uma transcrição das falas durante a aula nos permite observar o contexto das hipóteses levantadas.

Professor: Qual amostra você vai recolher?

Aluno 1: A língua.

Professor: Por que da língua?

Aluno 1: Porque no roteiro falou que ele tem a língua grande e o céu da boca muito alto, talvez tenha alguma deformação.

Professor: O seu grupo, vem pega comigo uma amostra e justifica.

Aluno 2: Dedão do pé.

Professor: Por que dedão do pé?

Aluno 3: Por que queremos ver como é o dedão dele.

Professor: Qual a amostra você quer Aluno 4?

Aluno 4: Essa.

Professor: A do sangue venoso. Por quê?

Aluno 4: O sangue é o maior (responsável) pelo transporte do corpo, aí (inaudível)

Professor: Ok, pode voltar lá... Qual que vocês vão querer?

Aluno 5: Células do bulbo.

Professor: Ok, células do bulbo capilar. Por quê?

Aluno 5: Não sei fessor, eu gostei dela...

Professor: Não tem um motivo?

Aluno 5: Não.

Professor: Então tá, beleza... E vocês vão pegar qual?

Aluno 6: Células da palma da mão. Porque com a mão nos fazemos muitas coisas.

Professor: Qual amostra aluno 7?

Aluno 7: Nariz. Porque todo mundo tem...

Professor: Vem aluno 8, qual será a de vocês?

Aluno 8: Raspagem da pele.

Professor: Por que?

Aluno 8: Sei lá. O que sabemos um pouco mais.

Nesta turma percebemos duas situações: alguns grupos, assim como ocorreu com a turma anterior, apresentaram justificativas sem objetivos muito claros. Porém um dos grupos chamou a atenção, fazem sua escolha segundo as informações disponibilizadas no roteiro da atividade (APÊNDICE E). Quando a atividade foi elaborada esta era a atitude esperada, que as escolhas das amostras pelos grupos fossem embasadas nos sintomas indicados no roteiro. Esta atitude sugere que, neste caso, os alunos têm a percepção de que nem todas as células apresentam o material genético igual, conforme descrito por Rippel e colaboradores (2002).

Quanto a estrutura da Atividade 2 como uma atividade investigativa veja que a mesma está de acordo com as características apontadas por Carvalho (2014) que baliza o planejamento de uma sequência de ensino deve levar o aluno a construir um dado conceito por atividades manipulativas. A questão, o problema colocado, precisa incluir um experimento, um jogo. E é a passagem da ação manipulativa para construção intelectual do conteúdo, feita com ajuda do professor, levando o aluno através de pequenas questões a tomar consciência de como o problema foi resolvido e porque deu certo, a partir de suas próprias ações (CARVALHO, 2014).

2. Os idiogramas produzidos pelos estudantes

A etapa seguinte foi feita de forma independente pelos estudantes. Um conjunto de cromossomos foi fornecido e conforme o roteiro, que dava instruções e orientações para o

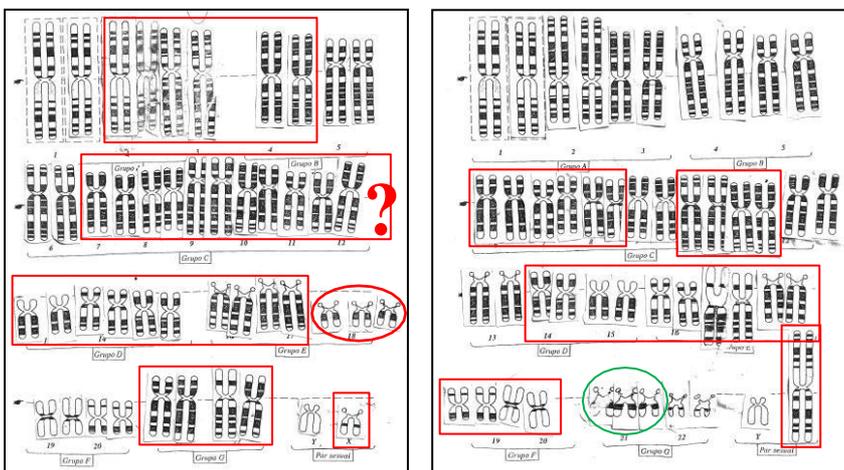
reconhecimento de cada um dos pares de homólogos, os estudantes deveriam organizar em um gabarito a ser entregue (Figura 7).



Fonte: Fotografia do autor

Figura 7 – Grupos construindo os idiogramas

Os idiogramas construídos foram entregues ao final das duas aulas utilizadas para sua confecção. Oito grupos concluíram os idiogramas, colando todos os cromossomos, dois grupos não terminaram seus idiogramas e entregaram a folha incompleta. Separamos estes idiogramas completos em quatro grupos. Vamos analisar as correções feitas pelo professor, verificando os erros apresentados. Os primeiros idiogramas que iremos analisar estão exibidos na Figura 8.

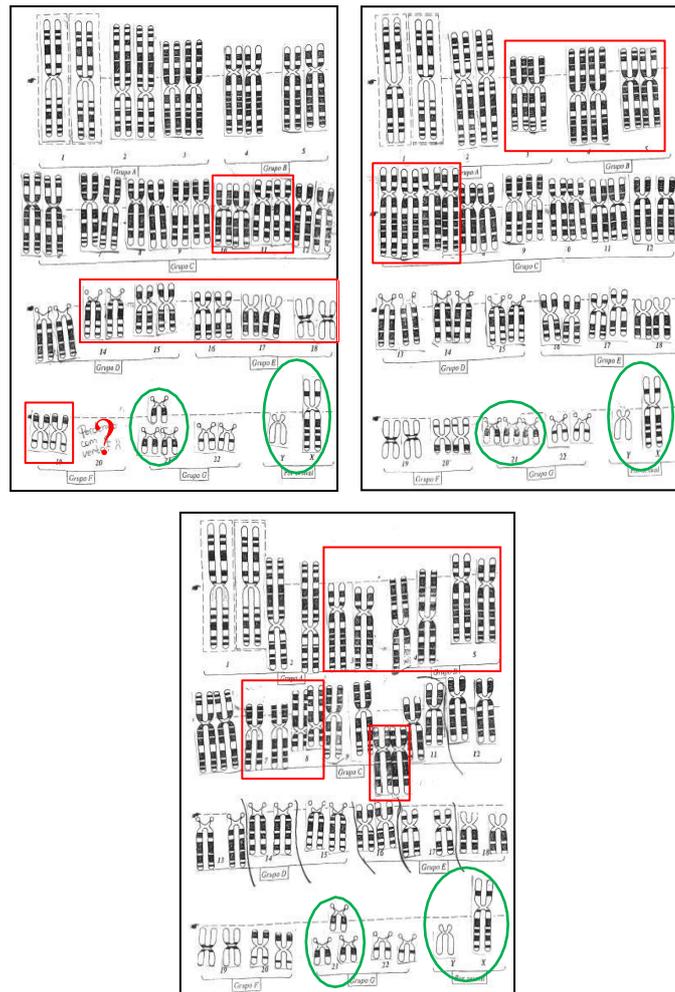


Fonte: Arquivo das atividades aplicadas pelo autor

Figura 8 – Idiogramas construídos pelos alunos

Os idiogramas entregues pelos grupos possuem vários erros na organização dos cromossomos. Muitas trocas entre as posições dos cromossomos e até ausência de um dos cromossomos no primeiro idiograma. A trissomia dos cromossomos indica neste primeiro foi no par 18 e não do 21, o que aparece corretamente no segundo idiograma apresentado. Quanto aos cromossomos sexuais, vemos que o cromossomo X está correto, porém em ambos os idiogramas o cromossomo indicado pelo grupo como sendo o Y está errado. A impressão que os grupos não acompanharam o roteiro da atividade, pois algumas características eram claras para identificação dos cromossomos. Apesar das questões apontadas, um fator positivo observado nos idiogramas foi que os cromossomos estão organizados em pares de homólogos.

A Figura 9 apresenta um novo conjunto de idiogramas entregues pelos grupos.

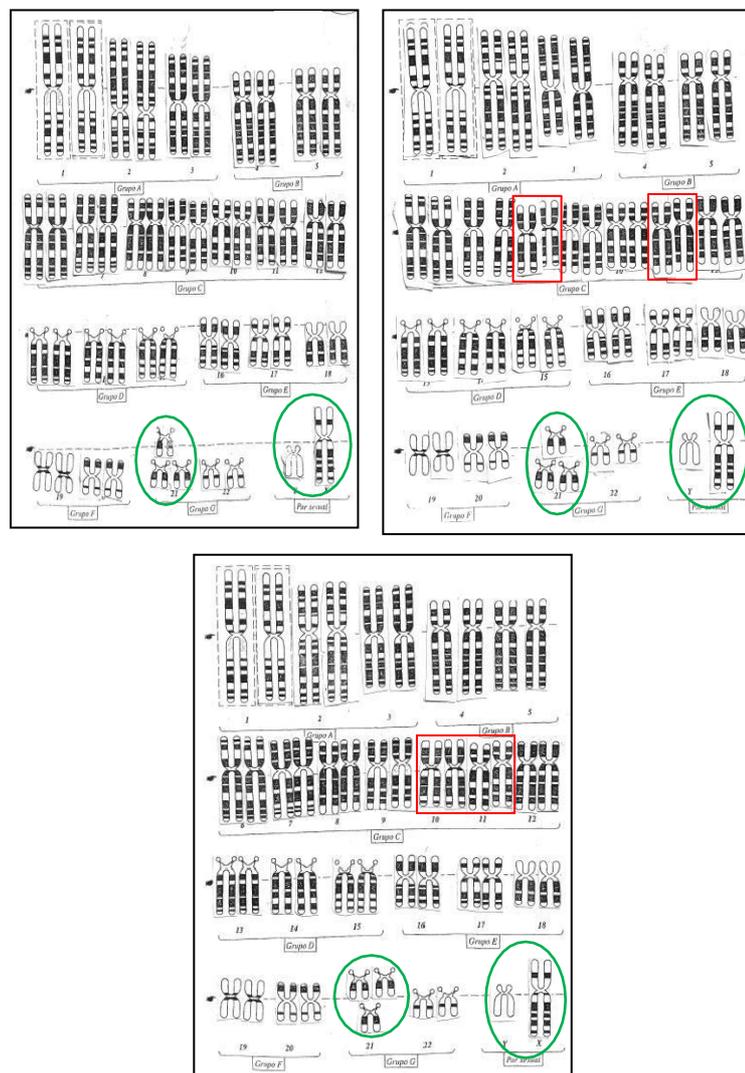


Fonte: Arquivo das atividades aplicadas

Figura 9 – Idiogramas construídos pelos alunos

Estes grupos, assim como os dois primeiros, confundiram as posições de alguns cromossomos homólogos. Apesar dos equívocos cometidos, os grupos demonstram que buscaram seguir as instruções do roteiro, pois as confusões se deram em cromossomos com certa semelhança. Os grupos alcançaram o que havia sido proposta pela atividade que foi a identificação da trissomia dos cromossomos homólogos 21 e a identificação do sexo masculino do indivíduo, com a colagem correta dos cromossomos.

O conjunto de idiogramas construídos pelos grupos exibidos na Figura 10 são os mais corretos, segundo o roteiro proposto.



Fonte: Arquivo das atividades aplicadas pelo autor

Figura 10 – Idiogramas construídos pelos alunos

O idiograma a esquerda foi o único totalmente correto entregue pelos grupos, este tinha o conjunto completo dos cromossomos homólogos identificados e posicionados. Os outros dois possuíam alguns equívocos pontuais, fizeram a troca entre dois pares de homólogos apenas. Estes grupos também, assim como os idiogramas anteriores, alcançaram a proposta da atividade de identificar o indivíduo com Síndrome de Down e sexo masculino.

A atividade foi extremamente produtiva, com intensa participação e envolvimento dos estudantes. Os grupos se mostraram concentrados e buscando identificar os cromossomos. Vários estudantes sinalizaram seu grau de satisfação com atividades diferenciadas como esta, conforme constatamos nos comentários dos estudantes.

“Eu achei boa as atividades, foram bem criativas e ajudou mais no aprendizado e também ajudou mais na hora de foca na atividade, pois eram bem interessantes cada vez mais que fazíamos as atividades”

“Como é uma aula diferente, atiçou minha curiosidade. Gostei que tivemos aulas práticas, como o do bebê e do simulador. Gostei, acho que não tenho nada a reclamar mais.”

“Foi interessante pelo fato de sairmos de sala para irmos a lugares de computador, foi divertido. E bom sair do ambiente da sala um pouco”

“Foi bom as aulas, pois me fez ter curiosidade em relação à matéria, e consegui aprender mesmo não gostando de biologia, dessa vez me interessou.”

Em seu trabalho que buscou avaliar a motivação dos alunos em aprender Biologia, Scheley (2014) aponta que embora estudos indiquem a desmotivação dos estudantes, os alunos do ensino médio afirmam gostar das aulas de Biologia, principalmente pelos conteúdos e ter motivação para aprender Biologia, sendo esta aumentada pela utilização de atividades práticas e experiências. Os fatores motivadores a aprendizagem está diretamente associada a metodologia usada pelo professor, despertando mais ou menos interesse nos alunos (SCHELEY, 2014). Fato que se confirma pelos comentários dos alunos expostos e, também, pelo envolvimento por eles apresentado nas atividades. Os comentários indicam que o fato de sair da sala de aula, o uso de metodologias de ensino diferente da habitual aula expositiva foram ferramentas essenciais para motivar e despertar maior interesse e aprendizagem pelos estudantes. Inclusive chama atenção o comentário do estudante que diz não gostar de Biologia, porém pelos tipos de aulas utilizadas ele coloca “desta vez me interessou”.

3. Sistematização dos resultados da Atividade 3

Com os idiogramas construídos, os estudantes tinham nas mãos o resultado de suas análises das amostras das células do bebê. Esta aula teve como objetivo levantar uma hipótese com os estudantes sobre o material genético presente nas células da criança. E diante da hipótese levantada, verificar se a mesma era real ou não com os idiogramas construídos.

Toda discussão com os estudantes foi gravada em áudio, a gravação ocorreu durante uma aula e tem um total de, aproximadamente, 24 minutos. A seguir vamos analisar trechos das discussões em uma das turmas.

Nesta primeira parte da transcrição vejamos como foi levantada junto aos estudantes a construção da hipótese.

Professor: *Todas as amostras que tivemos para análise eram iguais ou eram amostras diferentes? A constituição dos cromossomos que estavam presentes eram diferentes ou foram iguais nas diferentes amostras que cada grupo analisou?*

Aluno 1: *eram diferentes.*

Professor: *eram diferentes na sua opinião? Tinham então diferenças naquela constituição. Quem mais acha que eram diferentes? Por que você acha que era diferente o Aluno 2.*

Aluno 2: *Por quê? Porque elas representavam... sei lá... DNAs diferentes.*

Professor: *Porque vocês acham que era igual Aluno 3?*
(inaudível)

Aluno 3: *Porque era de um mesmo indivíduo.*

Professor: *Então na sua opinião eram diferentes? Eu não consegui entender. Cada célula tinha um DNA? Então, eram diferentes os DNAs que existiam nas células?*

Aluno 2: *A peraí... era tudo um bebê só né? Nó... é mesmo cara, agora faz sentido... é tudo igual, é tudo igual, é tudo igual.*

Aluno 4: *Fessor? O DNA dele (inaudível)*

Professor: *Como é a constituição de um indivíduo? Como é que ele se forma?*
(inaudível) *Tá, mas, eu quero saber como é que ele se forma? Lá no início.*

Aluno 5: *o pai e a mãe namoram e vão lá e...*

Professor: *o pai faz o quê?*

Aluno 5: *o pai introduz o órgão sexual insemina, nem sei se é isso...*

Professor: *Então, libera os espermatozoides e os espermatozoides vão fazer o que?*

Aluno 5: *Fecundar o óvulo.*

Aluno 6: *Fecundar o óvulo.*

Aluno 4: *Ele vai fecundar...*

Professor: *Então, o que formou ali? O espermatozoide juntou com o óvulo, forma o que?*

(Diversos burburinhos)

Aluno 3: *Embrião.*

Aluno 4: *Forma a criança.*

Aluno 7: *O bebê...*

Professor: *Forma uma?*

Aluno 2: *Forma uma célula...*

Professor: *Isso, forma uma célula. Aquela única célula que se formou o que vai acontecer com ela?*

Aluno 2: *Se desenvolver, se multiplicou...*

Professor: *Isso, ela vai se dividir em duas...*

Aluno 8: *Ela vai se dividir em duas, quatro, oito...*

Professor: *Essas células que se dividiram, a informação genética das que se formaram, é igual ou diferente daquela que se dividiu?*

Aluno 3: *Acho que é igual.*

Aluno 9: *Igual.*

Professor: *Igual ou diferente?*

Geral: *Igual.*

Professor: *Sim, as duas células são iguais. As duas células vão se dividir e formar quantas?*

Geral: *Quatro.*

Professor: *Essas quatro são iguais ou diferentes?*

Aluno 7: *Igual.*

Geral: *Igual.*

Aluno 2: *Igual, elas são idênticas.*

Professor: *Iguais. E essas quatro vão se multiplicar formando?*

Geral: *Oito.*

Professor: *Oito. E as oito vão formar dezesseis, e assim sucessivamente. E o material genético vai ser?*

Aluno 6: *O mesmo.*

Professor: *Igual em todas as células do corpo do indivíduo. Que é o que o aluno 3 falou. A informação se é de um único indivíduo ela é igual.*

O início das discussões nos mostra que os alunos estavam divididos em suas posições, quanto à diferença ou não da constituição genéticas das amostras. À medida que foi sendo feito um levantamento junto com os estudantes como é formado um novo ser vivo, no caso um ser humano, eles perceberam que seu colega, único a manifestar que o material seria igual em todas as células, era quem estava correto.

Após todas essas discussões temos uma hipótese levantada: “O material genético é igual em todas as células do indivíduo.” Com a hipótese construída com os alunos, a próxima etapa era verificar se a mesma podia ser confirmada com os resultados obtidos na confecção dos idiogramas pelos grupos.

Professor: *Voltando à pergunta inicial, a gente discutiu aqui se as células lá daquela criança que eu trouxe, era ou não iguais? Vamos ver com os grupos. Qual foi o diagnóstico do seu grupo?*

Aluno 6: *A criança tinha três cromossomo no 21, então ela possuía Síndrome de Down e era homem.*

Aluno 2: *O meu era igual ao dela.*

Aluno 6: *Era mesma criança. Vai ser igual.*

Professor: Sim, mas agora estamos verificando com os grupos. Isso que discutimos (anteriormente) foi a hipótese, agora eu quero saber se é real ou não. E aí aluno 13, qual foi o diagnóstico de vocês?

Aluno 13: Era homem e também tinha três cromossomos 21.

Professor: Quem mais? Aluno 14 o que você tinha?

Aluno 14: Tinha Síndrome de Down e era homem.

Professor: Aluno 15, o seu e do aluno 4 tinha o que?

Aluno 15: Tinha trissomia do 21 e era homem.

Professor: Ok. Aluno 16 e o grupo de vocês?

Aluno 16: A mesma coisa.

Professor: Diante do que constatamos nos grupos as amostras eram iguais ou diferentes?

Geral: Iguais.

Durante o processo de verificação foi preciso deixar clara que a hipótese estava se confirmando à medida que cada grupo confirma com seus resultados. Com a confirmação da hipótese e diante do resultado, uma nova questão foi levantada com os estudantes: como pode ocorrer a trissomia do cromossomo 21?

Professor: Vocês me disseram que o indivíduo aí tinha Síndrome de Down, porque ele tinha trissomia do 21. Mas como ele apareceu com trissomia do 21, de onde vieram esses cromossomos?

Aluno 1: Vieram dos pais.

(inaudível)

Professor: Beleza, espermatozóide e óvulo. Mas por exemplo lá no par um, eu tenho dois cromossomos. Estes cromossomos, os dois vieram do pai, ou os dois vieram da mãe, ou um veio do pai e outro veio da mãe, ou não dá pra saber?

Aluno 1: Um veio do pai e o outro veio da mãe.

Aluno 6: É, um veio do pai e outro da mãe.

Professor: Ok. Sempre que tenho pares veio um do pai e outro da mãe, é isso?

Geral: Sim.

Professor: Agora quando a gente pensa no cromossomo 21, o indivíduo tinha três cromossomos 21. E aí? De vieram eles?

Aluno 1: Talvez dos avós.

Professor: Ué, mas os avós também tiveram participação lá na reprodução? (risos e burburinhos) pessoal, como que se formou um indivíduo com três cromossomos 21?

Aluno 4: Talvez o pai ou mãe que doaram um a mais. Na hora de forma por acidente tenha ido um a mais.

Veja que os alunos foram sendo conduzidos ao raciocínio dos processos que os mesmos já conhecem, e explorando esse conhecimento chegamos à resposta desta e das outras questões. Buscar dos alunos as respostas para as questões durante toda discussão, demonstra que muitas vezes a informação eles possuem, precisam conseguir sistematizar esse conhecimento. A contextualização dos conteúdos com o cotidiano dos estudantes é uma

estratégia pedagógica facilitadora de uma aprendizagem significativa, estimulada pelas pesquisas psicopedagógicas e diretrizes curriculares nacionais para o ensino de Biologia (DURÉ, 2018, p.271).

A discussão dos idiogramas permitiu explorar vários assuntos, despertou o interesse e proporcionou a construção de alguns conhecimentos sobre herança genética e sua transmissão nos indivíduos, presença do material genético igual em todas as células e a contribuição em iguais proporções para formação da constituição genética do indivíduo, principais equívocos cometidos pelos estudantes que foram o objetivo desta pesquisa.

4.5. A sistematização individual

Quando analisamos os principais equívocos cometidos pelos estudantes, em se tratando do estudo da herança genética em humanos, dois chamaram a atenção no processo de desenvolvimento desta sequência didática. Os alunos não compreendem bem que o material genético de qualquer indivíduo é constituído a partir de seus genitores em iguais proporções. Além desta questão, tem dificuldade em perceber que a constituição genética será a mesma em todas as células do corpo. Aspectos aparentemente simples, porém, muito confusos na percepção dos estudantes.

A sequência didática desenvolvida buscou trabalhar, exatamente estes aspectos através de atividades lúdicas, fugindo dos modelos tradicionais de ensino. A última atividade aplicada foi a sistematização individual, que teve como objetivo exatamente avaliar se estes conceitos básicos foram construídos neste processo de forma individual.

Vejamos alguns trechos dos textos que evidenciam a percepção quanto à formação genética dos indivíduos serem constituída por seus genitores.

“...podemos dizer que ambos tiveram contribuição, quando a relação sexual que o esperma fecunda o óvulo, cada um dá 50% de cromossomos para o filho e eles podem ter mandado o cromossomo com algum distúrbio.”

“Pode ser uma doença genética passada pelas antigas gerações da família. Um dos pais pode ter o gene com a doença e transmiti-la para a criança e ela desenvolver a doença.”

“Porque cada um de vocês tem um gene anormal então cada um de vocês doou um gene anormal para ele então vocês não apresentam tal síndrome porque são necessários dois genes anormais”

“...a criança nasceu com essa doença porque esperma da mãe ou do pai não ocorreu corretamente e, isso pode ocorrer de acontecer essa doença”

“Pode ocorrer também de um dos pais doar mais cromossomos que podem gerar a má formação no útero da mãe.”

“As doenças genéticas podem vir dos pais, avós, bisavós, etc., mas dependendo dos cromossomos da criança a doença pode se manifestar, o problema cromossômico pode ser por modo ou número causando assim a doença genética.”

A maior parte dos textos apresentou explicações como às apresentadas, mas há também aqueles que ainda manifestam certa confusão na compreensão deste aspecto como no trecho a seguir.

“Esses casos são raros de acontecer, mais quando ocorre é por que um desses cromossomos tem um a mais pode ser passado pela mãe ou pai, mas eles não apresentam essa síndrome mais pode ser que seus familiares já tiveram.”

Quanto ao outro aspecto objeto desta sequência didática, a constituição genética será a mesma em todas as células do corpo, foi possível perceber que o processo de ensino conseguiu alcançar seus objetivos. Vejamos alguns trechos dos textos que evidenciam tal conclusão.

“...a doença está no corpo todo, se analisarmos qualquer célula do corpo da criança em qualquer parte encontramos a deformação que leva a sua doença”.

“...as células que contém a doença sejam existentes no corpo inteiro, porém com exceção com o rosto as demais células do corpo anularia as células doentes.”

“A doença de seu filho está em todo o corpo, pois o DNA é o mesmo no corpo todo.”

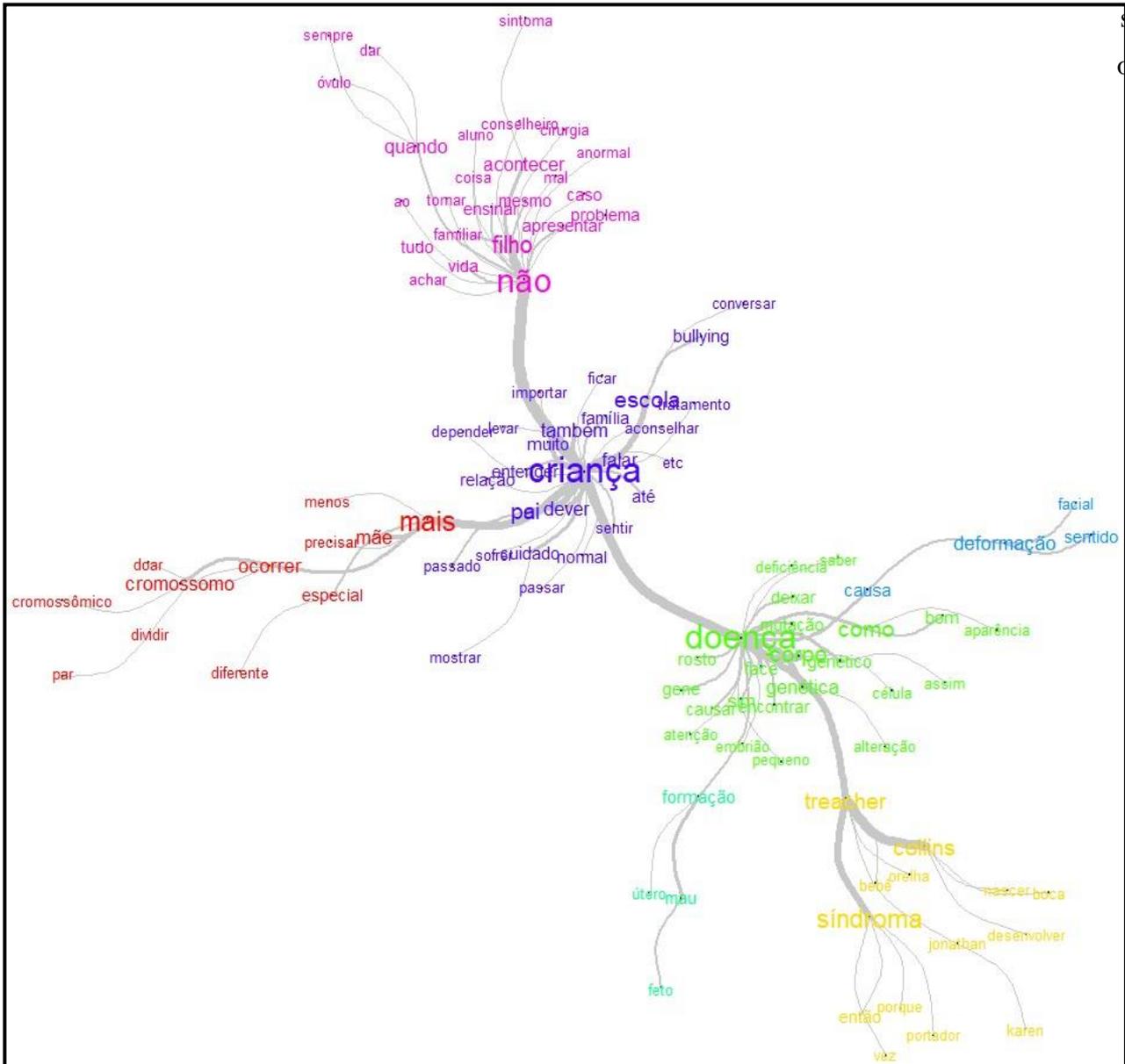
“A doença se espalha no corpo todo, mas tem casos em que altera só a face.”

“A doença afeta todo o corpo, porém o rosto (face) é o que chama atenção, por haver uma formação.”

“A doença se encontra presente em todo o corpo, mas os sintomas são mais aparentes em sua face.”

“A doença está no corpo inteiro, mas principalmente no rosto, no nariz, olhos, orelhas e etc.”

Analisando os textos escritos pelos estudantes percebemos que sim, houve



Fonte: Análise feita pelo autor no software Iramuteq

Figura 11 – Análise de Similitude construída com os textos da sistematização individual

A análise mostra uma separação do conteúdo das respostas em sete setores, separados por cores. As palavras que aparecem em destaque ao centro e que ligam os diversos setores são: “criança” e “doença”. Os setores ligados a “criança” apresentam palavras relacionados a questões “cromossômicas”, “bullying”, “familiar”. Ligado ao anterior, o setor “doenças” apresenta setores que descrevem “síndrome Treacher Collins”, e outros que abordam a “má formação” do indivíduo.

Um texto de sistematização, então, se torna extremamente necessário, não somente para repassar todo o processo da resolução do problema, como também o produto do conhecimento discutido em aulas anteriores, isto é, os principais conceitos e ideias surgidos (CARVALHO, 2014). Os textos construídos pelos estudantes deram o panorama da construção dos conceitos individualmente pelos estudantes, e foi possível constatar que os objetivos propostos pela sequência didática foram alcançados. A maioria dos estudantes demonstram terem se apropriado dos conceitos e conhecimentos trabalhados.

O desenvolvimento de atividades de ensino por meio da investigação, utilizando as informações prévias dos estudantes na construção de novos entendimentos, por meio de análises críticas e constantes das ações proporciona práticas científicas e do conhecimento humano em estreita relação com o desenvolvimento do raciocínio científico (SASSERON, 2018).

4.6. Análise da evolução da compreensão dos conceitos dos estudantes através dos questionários anterior e posterior a sequência.

Algumas questões relativas à herança genética, que apareceram no questionário inicial (APÊNDICE A) também foram inseridas no questionário final (APÊNDICE G). Tal situação tinha por objetivo avaliar novamente se a atividade proporcionou a construção de o conhecimento.

As tabelas abaixo apresentam uma tabulação cruzada, que expõe a comparação dos resultados na aplicação de ambos os questionários, inicial e final. As questões apresentam uma afirmativa e os alunos deveriam indicar seu grau de concordância em opções que tinham como base a escala *Linkert*. As análises e cruzamentos das respostas foram realizados utilizando o software IBM SPSS.

As linhas mostram o grau de concordância com a afirmativa dada no questionário inicial, enquanto as colunas apresentam as respostas dadas no questionário final. O número das respostas na diagonal, destacada em cor, é dos alunos que mantiveram suas respostas nos

questionários iniciais e finais, enquanto as extremidades mostram as alterações de respostas dadas comparando os dois questionários. Observemos a TABELA 3.

Tabela 3 – Grau de concordância dos estudantes a afirmativa
"Cromossomas sexuais são encontrados nas células da pele humana"

| | | QUESTIONÁRIO FINAL | | | | | Total |
|----------------------|----------------------------|---------------------|----------|----------------------------|----------|---------------------|-------|
| | | Concordo totalmente | Concordo | Não concordo, nem discordo | Discordo | Discordo totalmente | |
| QUESTIONÁRIO INICIAL | Concordo totalmente | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| | Concordo | 0 | 8 | 2 | 0 | 0 | 10 |
| | Não concordo, nem discordo | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 5 |
| | Discordo | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 4 |
| | Discordo totalmente | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | | 2 | 11 | 8 | 1 | 0 | |

Fonte: Tabela construída pelo autor

A TABELA 3 mostra que, no geral, o número em que discordam diminuiu; o número de estudantes que concordam com a afirmativa permaneceu o mesmo; o número de indecisos aumentou no questionário final. Uma análise mais detalhada mostra que dos alunos que discordavam (4), 3 passaram a ser indecisos e 1 concordou no questionário final. Tal análise também mostra que os alunos após as atividades da sequência didática mudaram sua posição entre indecisão e concordância e vice-versa.

A TABELA 4 mostra o resultado do grau de concordância com relação à outra afirmativa.

Tabela 4 – Grau de concordância dos estudantes a afirmativa

"A informação genética para a síntese de queratina (proteína do cabelo) pode ser encontrada no fígado, rins e coração."

| | | QUESTIONÁRIO FINAL | | | | | Total |
|----------------------|----------------------------|---------------------|----------|----------------------------|----------|---------------------|-------|
| | | Concordo totalmente | Concordo | Não concordo, nem discordo | Discordo | Discordo totalmente | |
| QUESTIONÁRIO INICIAL | Concordo totalmente | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Concordo | 0 | 1 | 3 | 2 | 0 | 6 |
| | Não concordo, nem discordo | 1 | 6 | 6 | 0 | 0 | 13 |
| | Discordo | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | Discordo totalmente | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Total | | 2 | 7 | 9 | 2 | 1 | |

Fonte: Tabela construída pelo autor

No geral, podemos perceber que a maior oscilação das respostas foi dos estudantes que haviam marcado a opção não concordo, nem discordo. Dos treze que marcaram tal opção, apenas seis permanecem com essa opção, os outros passam a concordar (seis alunos), e até concordar totalmente, um aluno, com a afirmativa.

As afirmativas apresentadas na TABELA 4 e 5 têm o mesmo objetivo, avaliar a compreensão sobre a questão de as informações genéticas completas estarem presentes em qualquer célula do corpo.

Tabela 5 – Grau de concordância dos estudantes a afirmativa

"O ovo contém uma proteína chamada albumina, a ovalbumina. As informações genéticas para produção desta proteína podem ser encontradas apenas nos órgãos internos responsáveis pela produção do ovo, como o útero."

| | | QUESTIONÁRIO FINAL | | | | | |
|----------------------|----------------------------|---------------------|----------|----------------------------|----------|---------------------|-------|
| GRAU DE CONCORDÂNCIA | | Concordo totalmente | Concordo | Não concordo, nem discordo | Discordo | Discordo totalmente | Total |
| QUESTIONÁRIO INICIAL | Concordo totalmente | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | Concordo | 3 | 3 | 5 | 0 | 0 | 11 |
| | Não concordo, nem discordo | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 5 |
| | Discordo | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 3 |
| | Discordo totalmente | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Total | | 3 | 4 | 12 | 2 | 0 | |

Fonte: Tabela construída pelo autor

Analisando os valores da quantidade de resposta percebemos um avanço de alguns alunos na percepção do tema abordado, pois há uma tendência da concordância para indecisão (5 estudantes que concordavam passaram a ficar indecisos). A afirmativa está incorreta.

A TABELA 7 mostra a resposta a uma questão que buscou avaliar a compreensão que os alunos possuíam quanto à formação do material genético de um indivíduo. Este é um dos principais equívocos observados pelos estudantes do ensino médio, que foi trabalhada na Atividade 2 da sequência didática.

O resultado apresentado nesta questão se mostrou de grande relevância. No questionário inicial os estudantes estão muito confusos e foram obtidas respostas de todas as naturezas de formação do indivíduo. Os alunos que no início marcaram a opção correta, "do

material genético vindo no gameta da mãe e no gameta do pai em iguais proporções”, não mudaram sua posição no questionário final. Quanto aos que marcaram outras respostas inicialmente mudaram sua posição, sendo que a maioria dos alunos optou no questionário final para a opção correta.

Tabela7– Grau de concordância dos estudantes a afirmativa

Um descendente de um casal tem seu material genético próprio. O material genético foi formado, quando embrião, a partir:

| GRAU DE CONCORDÂNCIA | QUESTIONÁRIO FINAL | | | | | | Total |
|--|--|--|---|--|--|--|-------|
| | do material genético vindo no gameta da mãe. | do material genético vindo no gameta do pai. | vai depender de cada um, pode ter sido do material genético vindo no gameta da mãe ou pai | do material genético vindo no gameta da mãe e no gameta do pai em iguais proporções. | do material genético vindo no gameta da mãe e no gameta do pai em diferentes proporções. | da sua própria constituição e organização no corpo da mãe, após a relação sexual do casal. | |
| do material genético vindo no gameta da mãe. | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| do material genético vindo no gameta do pai. | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 |
| vai depender de cada um, pode ter sido do material genético vindo no gameta da mãe ou pai | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 | 1 | 8 |
| do material genético vindo no gameta da mãe e no gameta do pai em iguais proporções. | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| do material genético vindo no gameta da mãe e no gameta do pai em diferentes proporções. | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 4 |
| da sua própria constituição e organização no corpo da mãe, após a relação sexual do casal. | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| Total | 0 | 0 | 7 | 11 | 1 | 1 | |

Fonte: Tabela construída pelo autor

Analisando tais circunstâncias podemos perceber que após a realização da Atividade 2, houve um avanço na compreensão de que os indivíduos são formados pelos gametas (com constituições genéticas) da mãe e do pai em iguais proporções.

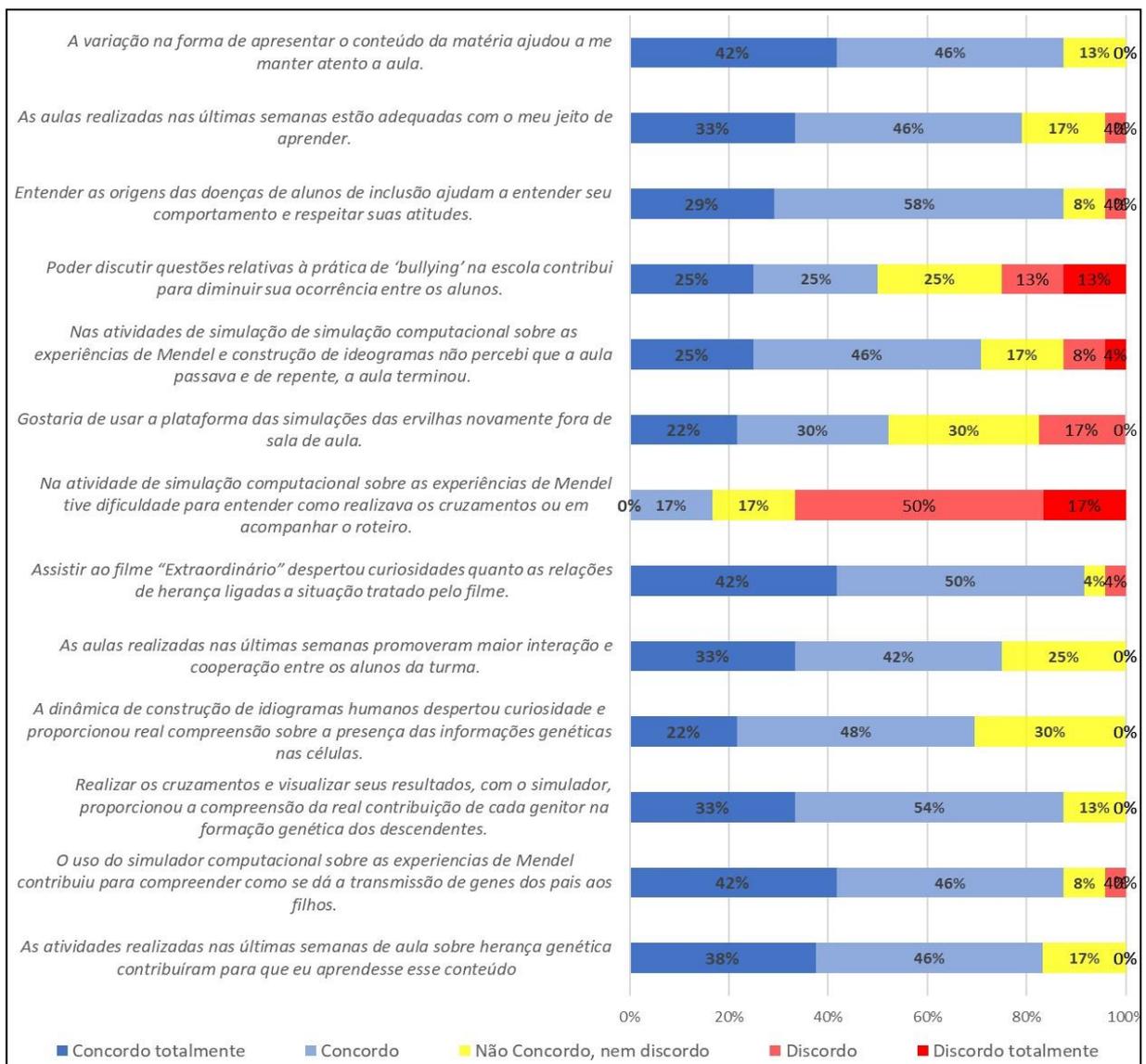
O ensino de biologia adaptado à maneira como raciocínio se desenvolve, enfatizando o aprendizado ativo por meio do envolvimento dos estudantes em atividades de descobertas (KRASILCHIK, 2008). As atividades desenvolvidas pela sequência de ensino investigativo proporcionaram aos estudantes o desenvolvimento desse raciocínio científico apontado pela autora, através de atividades lúdicas os estudantes tiveram a experiência e a vivência do trabalho de científico, oportunizando a construção do conhecimento de forma ativa.

Assim como apontado nos trabalhos de Paiva (2005) e Belmiro (2017) vemos que muitos estudantes ainda apresentam dificuldade no entendimento de vários aspectos a respeito

de genética e hereditariedade, porém os resultados obtidos e apresentados, demonstram que uma parcela considerável dos alunos que participaram da pesquisa mostram ter se apropriado dos conhecimentos trabalhados. Acreditamos que assim como apontou Paiva (2005) muitos estudantes ainda se mostram confusos diante da quantidade de informações a respeito do tema.

4.7. Avaliação da sequência didática

No questionário final os alunos foram convidados a expor seu grau de concordância como algumas afirmativas, para apurar tal informação foi utilizada um questionário com base na escala *Linkert*. Vinte e quatro alunos responderam e o resultado pode ser visualizado no Figura 12.



Fonte: Gráfico construído pelo autor

Figura 12 – Grau de concordância dos estudantes as afirmativas sobre a sequência didática

Este resultado nos mostrou que a proposta de atividades desenvolvidas pela sequência didática teve uma aceitação de mais de 80% deste grupo de estudantes, em quase todos os aspectos avaliados (Aprendizagem, interação social, problematização, motivação, imersão, uso do roteiro e do simulador, inclusão escolar e a relevância ao ensino).

Os alunos também foram convidados a expor, de forma dissertativa, sua sensação durante a realização das atividades da sequência didática.

Os alunos demonstraram bastante entusiasmo ao expor suas sensações com relação às atividades desenvolvidas, veja alguns exemplos de respostas:

“Eu achei boa, as atividades foram bem criativas e ajudou mais no aprendizado e também ajudou mais na hora de focar na atividade, pois eram bem interessantes cada vez mais que fazíamos as atividades”

“Achei muito bom, pois além de ser mais fácil o aprendizado, a gente sai da mesmice e isso é muito bom”

“Como é uma aula diferente atiçou minha curiosidade. Gostei que tivemos aulas práticas, como o do bebê e do simulador. Gostei, não tenho nada a reclamar”

Analisando as expressões dos alunos percebemos o quanto atividades com viés investigativo conseguem alcançar muitos alunos, despertando a curiosidade e aguçando o desejo pelo conhecimento. A efetiva participação dos alunos no processo de ensino, quando realizam as atividades de forma ativa e não passiva, onde apenas recebem a informação rompe com o desinteresse e acomodação de muitos alunos. Os mesmos se sentem motivados e desafiados a buscar respostas as questões pontuadas. A comprovação da efetividade da sequência didática nos mostra o quanto é necessário que os professores avaliem a relação entre motivação intrínseca e extrínseca nos processos de ensino e seu papel no processo motivacional dos alunos. Atiçar a curiosidade do aluno precisa ser mobilizada e a relevância do conteúdo compreendida, por meio de interações e de atividades que solicitem a participação dos alunos e lhes possibilitem desenvolver a autoestima (SCHELEY, 2014).

Percebe se que o trabalho contínuo e conjunto com as práticas científicas possibilita que elementos da atividade científica sejam desenvolvidos em sala de aula, em especial a investigação e a divulgação das ideias. Isso, pode contribuir para o envolvimento mais ativo e autoral dos estudantes com o aprendizado das ciências (SASSERON, 2018).

Todavia preparar e elabora aulas que fogem do tradicional pode gerar desconforto ao professor, exigindo um maior tempo de preparo, busca por novos conhecimentos, e até mesmo insegurança na nova prática e aos imprevistos que podem surgir. Porém, os resultados

5. CONCLUSÃO

Este trabalho propõe uma sequência didática com viés investigativo a partir de conceitos prévios equivocados dos estudantes, apontados por trabalhos anteriores, relacionados a herança do material genético e a constituição genética das diferentes células do organismo humano. Esta sequência também aborda o tema de inclusão escolar, já que estudantes de inclusão estão cada vez mais frequentes no ambiente escolar. A aplicação desta sequência mostrou que a problematização despertou o interesse e engajamento dos estudantes, além de permitir, através de um roteiro estruturado e uma simulação, a análise de dados e apropriação de conceitos de genética. Além disso, os estudantes foram capazes de formular novas hipóteses a partir das evidências adquiridas com a simulação. A sistematização, com intermédio do professor, foi capaz de conduzir os estudantes para a sistematização do conceito principal proposto pela atividade. A análise dos questionários anterior e posterior a atividade mostrou ainda um grande avanço na compreensão sobre herança genética e constituição genética das diferentes células do organismo humano. A análise da percepção dos estudantes sobre a atividade foi positiva, a maioria concordou que a atividade despertou o interesse na aprendizagem, levou a interação com os pares e ajudou na assimilação de novos conceitos. Ademais, os materiais usados são de fácil acesso e as atividades, com os roteiros disponibilizados neste trabalho, podem ser reproduzidas facilmente em outras escolas públicas podendo propiciar a outros estudantes um ambiente mais investigativo buscando ampliar sua cultura científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. *Fundamentos da Biologia Moderna - Volume Único*. 4ª ed. São Paulo. Editora Moderna. 2006.

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. *Biologia - Volume 1 - Biologia das células*. 2ª ed. São Paulo. Editora Moderna. 2004.

ANDREIS, Iara Vanise; SCHEID, Neusa Maria John. *O uso das tecnologias nas aulas de Biologia*. Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI. Vol.6, N.11: p.58-64, outubro/2010. Disponível em: <http://www2.reitoria.uri.br/~vivencias/Numero_011/artigos/artigos_vivencias_11/n11_8.pdf> acesso em: 05 abr. 2020.

ANTUNES, Deborah Christina; ZUIN, Antônio Álvaro Soares. *Do bullying ao preconceito: os desafios da barbárie à educação*. Psicologia & Sociedade, Porto Alegre, v.20, n.1, p.33-41, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-71822008000100004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 06 Abr. 2020.

AUGUSTINHO, Elizabeth; VIANA, Sandra da Silva; RÔÇAS, Giselle. *O uso do cinema como ferramenta Pedagógica para o ensino de ciências no Curso proeja*. VIII ENPEC – Encontro Nacional de pesquisa em Educação em Ciências. I CIEC – Congresso Iberoamericano de investigación em Enseñanza de lasCiências. ABRAPEC – Associação Brasileira de pesquisa em educação em ciências. 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1057-1.pdf>> acesso em: 12 fev. 2019.

BELMIRO, Michel Stórquio; BARROS, Marcelo Diniz Monteiro de. *Ensino de genética no ensino médio: uma análise estatística das concepções prévias de estudantes pré-universitários*. Revista Práxis, v. 9, n. 17, jun. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação – Secretaria de Educação Básica. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Biologia • Física • Matemática • Química. V. 2. 135 p. Brasília. 2006.

CACHAPUZ, Antônio; GIL-PEREZ, Daniel; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; PRAIA, João; VILCHES, Amparo. *A necessária renovação do ensino das ciências*. Livro. São Paulo. Editora Cortez. 264 páginas. 2005

CAMPOS, Maria Cristina da Cunha; NIGRO, Rogério Gonçalves. *Teoria e prática em Ciências na escola – O ensino-aprendizagem como investigação*. 1.ed. São Paulo. FTD. 2009.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.); OLIVEIRA, Carla Marques Alvarenga de; SCARPA, Daniela Lopes; SASSERON, Lúcia Helena; SEDANO, Luciana; SILVA, Maíra Batistoni e; CAPECCHI, Maria Candida Varone de; ABIB, Maria Lucia Vital dos Santos; BRICCIA, Viviane. *Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula*. Livro. São Paulo. 1ª Edição. Editora CENGAGE. 164 páginas. 2014.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. ***O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas.*** 2012. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2670273/mod_resource/content/1/Texto%206_Carvalho_2012_O%20ensino%20de%20ci%C3%A7%C3%A2ncias%20e%20a%20proposi%C3%A7%C3%A3o%20de%20sequ%C3%A2ncias%20de%20ensino%20investigativas.pdf> acesso em: 04 abr. 2020.

CASAGRANDE, Grasiela de Luca. ***A genética humana no livro didático de Biologia.*** Dissertação de Mestrado em Educação Científica e Tecnológica. Florianópolis. 2006.

DURÉ, Ravi Cajú; ANDRADE, Maria José Dias de; ABÍLIO, Francisco José Pegado. ***Ensino de biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano?*** Experiências em Ensino de Ciências V.13, No.1 2018. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID471/v13_n1_a2018.pdf> acesso em: 04 abr. 2020.

FERNANDES, Claudio Henrique de Souza. ***Biomembranas e o ensino por investigação no curso de ciências biológicas: uma análise sob a óptica do engajamento disciplinar produtivo.*** 2018. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

FRANCISCO, Marcos Vinicius; LIBORIO, Renata Maria Coimbra. ***Um estudo sobre bullying entre escolares do ensino fundamental.*** Psicologia: Reflexão e Crítica, Porto Alegre, v.22, n.2, p.200-207, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-79722009000200005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 06 Abr. 2020.

FRANZOLIN, Fernanda; BIZZO, Nelio. ***Conteúdos de genética básicos para a formação de cidadãos críticos no ensino médio segundo professores e docentes: em comparação com o defendido na literatura.*** IX ANPED Sul – Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul. 2012.

GREGÓRIO, Eliana Aparecida; OLIVEIRA, Luíza Gabriela de; MATOS, Santer Alvares de. ***Uso de simuladores como ferramenta no ensino de conceitos abstratos de biologia: uma proposição investigativa para o ensino de síntese proteica.*** Experiências em Ensino de Ciências, V.11, No. 1, p.101-125, 2016.

HECKLER, Valmir; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira; FILHO, Kepler de Souza Oliveira. ***Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica.*** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 2, p. 267-273. 2007.

IBM SPSS Statistics 23. IBM. 2015. ***Software.*** Disponível em: <<https://www.ibm.com/account/reg/br-pt/signup?formid=urx-19774>> Acesso em 02 abr. 2020.

IDALGO, Manoel de Oliveira; CARVALHO, César Augusto de. ***Bullying escolar e educação.*** UEL – LONDRINA. Campanha da Fraternidade 2009. Fraternidade e segurança pública. CNBB, Brasília, Edições CNBB. Disponível em: <<http://www.uel.br/grupo-estudo/gaes/pages/arquivos/MANOEL%20HIDALGO%20artigo%20%20GT%2002%20-%20SECAO%2002.pdf>> Acesso em 06 abr. 2020.

JÚNIOR, César da Silva; Sasson, Sezar; JÚNIOR, Nelson Caldini. *Biologia 3*. 10ª Ed. São Paulo. Editora Saraiva. 2013.

JUSTINA, Lourdes Aparecida Della; RIPPEL, Jorge Luiz. *Ensino de genética: representações da ciência da hereditariedade no nível médio*. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. ABRAPEC. Bauru - São Paulo. 2003.

KLAUTAU GUIMARÃES, N.; AURORA, A.; DULCE, D.; SILVIENE, S.; HELENA, H.; 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. 2260-2263, 2009.

KRASILCHIK, Myriam. *Prática de Ensino de Biologia*. 4ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

LIMA, Daniela Bonzanini. *O ensino investigativo e suas contribuições para a aprendizagem de Genética no ensino médio*. Trabalho de conclusão do curso graduação de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Biociências. 48p. Porto Alegre. 2012.

LIMA, Rejane Nubia Gossler. *Relação família/escola: uma parceria importante no processo de ensino e aprendizagem*. 2019. Disponível em: <<https://meuartigo.brasile scola.uol.com.br/pedagogia/relacao-familia-escola-uma-parceria-importante-no-processo.htm>> acesso em 20 mai. 2020.

MARQUES, Dulcelaine Neri Vicentini; FERRAZ, Daniela Frigo. *O Uso de Modelos Didáticos no Ensino de Genética em uma Perspectiva Metodológica Problematizadora*. O PROFESSOR PDE E OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANAENSE. Versão Online ISBN 978-85-8015-037-7, Cadernos PDE, VOLUME I, 2007.

MEC, Ministério da Educação (2017). Base Nacional Comum Curricular, Brasília: Secretaria da Educação Básica.

MENDES, Enicéia Gonçalves. *A radicalização do debate sobre inclusão escolar no Brasil*. Revista Brasileira de Educação. p.387-559, v. 11, n. 33, set./dez. 2006.

MIN, L. L.; SILVA, C. M. DA; SANTOS, I. E. DOS; FERNANDES, L. M.; CAMARGO, A. F. B.; FERRO, T. P. *Contribuições das neurociências em programas de prevenção ao bullying contra crianças da inclusão escolar*. Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica da UNICAMP, n. 26, 20 fev. 2019.

MOURA, Joseane; DEUS, Maria do Socorro Meireles de; GONÇALVES, Nilda Masciel Neiva; PERON, Ana Paula. *Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão*. Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, v. 34, n. 2, p. 167-174, jul./dez. 2013.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro e. *Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?* Revista Ensaio. Belo Horizonte. v.09. nº.01. p.89-

111. jan-jun. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v9n1/1983-2117-epec-9-01-00089.pdf>> acesso em 04 abr. 2020.

OLIVEIRA, A.B.; MACHADO, L.J.M.; SOUZA, A.N.; SILVA, M.F.; SILVA, L.G.F. *O uso de simuladores no ensino de Ciências da Natureza no ensino público no sul do Amazonas*. 57º Congresso Brasileiro de Química. Gramado/RS. 2017. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2017/trabalhos/13/11727-24219.html>> acesso em: 13 mai. 2020.

PAIVA, Ana Luiza Bittencourt; MARTINS, Carmen Maria De Caro. *Concepções prévias de alunos de terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de Genética*. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v.07, n.03, p.182-201, set-dez 2005.

PETRIAGGI, Cristiane Letchacoski; QUADROS, Emérico Arnaldo de. *Bullying não é brincadeira*. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor – PDE. Paraná. 2014. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospe/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_unespar-paranagua_gestao_artigo_cristiane_letchacoski_petriaggi.pdf> acesso em: 24 de mai.2020.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS. Pró-Reitoria de Graduação. Sistema Integrado de Bibliotecas. *Orientações para elaboração de trabalhos científicos: projeto de pesquisa, teses, dissertações, monografias, relatório entre outros trabalhos acadêmicos, conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)*. 2. ed. Belo Horizonte: PUC Minas, 2016. Disponível em: <www.pucminas.br/biblioteca>. Acesso em: 08 set. 2018.

PROCHAZKA, Luana de Souza; FRANZOLIN, Fernanda. *A genética humana nos livros didáticos brasileiros e o determinismo genético*. Ciênc. Educ., Bauru, v. 24, n. 1, p. 111-124, 2018.

RIPPEL, Jorge L.; BARRADAS, Cecilia M.; JUSTINA, Lourdes A. D. *As concepções sobre a genética básica apresentadas pelos alunos concluintes do ensino médio de Cascavel/PR*. Resumo. Laboratório de Ensino de Biologia; Centro de Ciências Biológicas e da Saúde - Unioeste - CAMPUS DE CASCAVEL/PR. Contido em Salão de iniciação Científica (14.: 2002: Porto Alegre, RS). Livro de resumos. Porto Alegre: UFRGS, 2002.

SÁ, Eliane Ferreira de; PAULA, Helder de Figueiredo e; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro; AGUIAR, Orlando Gomes de. *As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso especialização em ensino de ciências*. Belo Horizonte, p. 01-13, 2007.

SALVIATI, Maria Elisabeth. *Manual do Aplicativo Iramuteq (versão 0.7 Alpha 2 e R Versão 3.2.3)*. Planaltina, março de 2017

SASSERON, Lúcia Helena. *Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular*. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências 18(3), 1061–1085. Dezembro, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4833/3034>> acesso em 04 abr. 2020.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. *Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica*. Investigações em Ensino de Ciências – V16(1), pp. 59-77, 2011

SCHELEY, Thayssa Rabelo; SILVA, Camila Rocha Pergentino da; CAMPOS, Luciana Maria Lunardi. *A motivação para aprender Biologia: o que revelam os alunos do ensino médio*. Revista da SBEnBio. N°7. V Enebio. II Erebio Regional 1. 2014

SCHNEIDER, Eduarda Maria; JUSTINA, Lourdes Aparecida Della; MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida. *Investigação do desenvolvimento de um módulo didático sobre o conceito de gene na licenciatura em ciências biológicas*. Experiências em Ensino de Ciências V.8, No. 3. 2013.

SHAW, Kenna R. Mills; HORNE, Katie Van; ZHANG, Hubert; BOUGHMAN, Joann. *Genetics Education. Innovations in Teaching and Learning Genetics. Essay Contest Reveals Misconceptions of High School Students in Genetics Content*. The Genetics Society of America, DOI: 10.1534, genetics.107.084194, Genetics 178: 1157–1168, Mar 2008.

SILVA, Ana Paula Zampieri; FRANZOLIN, Fernanda; BIZZO, Nelio. *Concepções genética e evolução e seu impacto na prática docente no ensino de biologia*. Genética na Escola, vol.11, nº1, 2016.

SILVA, Francilene Rodrigues da; SOARES; Antonio Francisco. *A construção da relação de convivência entre alunos no espaço escolar*. X Simpósio de Produção Científica/IX Seminário de Iniciação Científica – Os desafios da pesquisa no Piauí. Teresina/PI. 2010. Disponível em: <<https://www.uespi.br/prop/siteantigo/XSIMPOSIO/TRABALHOS/INICIACAO/Ciencias%20da%20Educacao/A%20CONSTRUCAO%20DA%20RELACAO%20DE%20CONVIVENCIA%20ENTRE%20ALUNOS%20NO%20ESPACO%20ESCOLAR.pdf>> acesso em 11 mai. 2020.

SILVEIRA, Priscila Maia Braz. *A utilização do cinema no ensino de ciências sob a perspectiva CTS: desafios e dificuldades na formação inicial de professores*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências. Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília. 2016.

SOUSA, Luana Mendes. *Análise da eficácia do uso de simuladores computacionais no ensino de óptica*. Trabalho apresentado à Universidade Federal de Uberlândia como requisito para a conclusão do curso de Física em Licenciatura. Uberlândia-MG. 2011.

TRÓPIA, Guilherme. *Percursos históricos de ensinar Ciências através de atividades investigativas no século XX*. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis. p.1-13. 2009.

ZOMPERO, Andréia de Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo; VILAÇA, Teresa Vilaça. *Instrumento analítico para avaliar habilidades cognitivas dos estudantes da educação básica nas atividades de investigação*. IENCI Investigações em Ensino de Ciências. V24 (2). pp. 200 – 211. Ago. 2019.

ZOMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. *Atividades investigativas no ensino de ciências. Aspectos históricos e diferentes abordagens*. Revista Ensaio, 13 (03), 67-80. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v13n3/1983-2117-epec-13-03-00067.pdf>> acesso em 04 abr. 2020.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário de avaliação diagnóstica

QUESTIONÁRIO INICIAL DA PESQUISA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE HERANÇA GENÉTICA COM VIÉS
INVESTIGATIVO E A INCLUSÃO ESCOLAR

Este questionário destina-se à realização de um levantamento do conhecimento prévio dos alunos. Sendo garantido o total anonimato, confidencialidade e proteção dos seus dados. Responda a todas as questões com o máximo de atenção nas suas respostas, o que irá garantir maior sucesso no trabalho proposto.

PERFIL DO ESTUDANTE

1. Sexo: Masculino Feminino
2. Idade: _____
3. Até que etapa de escolarização seu pai concluiu?
 - Nenhuma
 - Ensino Fundamental: 1º ao 5º ano
 - Ensino Fundamental: 6º ao 9º ano
 - Ensino Médio
 - Ensino Superior – Graduação
 - Pós-graduação.
4. Até que etapa de escolarização sua mãe concluiu?
 - Nenhuma
 - Ensino Fundamental: 1º ao 5º ano
 - Ensino Fundamental: 6º ao 9º ano
 - Ensino Médio
 - Ensino Superior – Graduação
 - Pós-graduação.
5. Quantos membros compõem sua família? _____
6. Com quem você mora?
 - Mãe apenas
 - Pai apenas
 - Pai e mãe apenas
 - Pai, mãe e irmão(s)
 - Mãe e padrasto
 - Pai e madrasta
 - Outro: _____
7. Você trabalha ou já trabalhou? (Marque apenas uma resposta)
 - Sim
 - Não (Passe para a pergunta 11)

8. Em que você trabalha atualmente? (Marque apenas uma resposta)

Na indústria.

Na construção civil.

No comércio, banco, transporte, hotelaria ou outros serviços.

Trabalho fora de casa em atividades informais (pintor, eletricitista, encanador, feirante, ambulante, guardador/a de carros).

Trabalho em minha casa informalmente (costura, aulas particulares, cozinha, artesanato, carpintaria etc.).

Outro: _____.

9. Indique o grau de importância de cada um dos motivos abaixo na sua decisão de trabalhar: (Atenção: 0 indica nenhuma importância e 5 maior importância.)

Ajudar nas despesas com a casa..... (0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5)

Ser independente (ganhar meu próprio dinheiro)..... (0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5)

Adquirir experiência..... (0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5)

Custear/ pagar meus estudos..... (0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5)

10. Quantas horas semanais você trabalha? (Marque apenas uma resposta)

Sem jornada fixa, até 10 horas semanais.

De 11 a 20 horas semanais.

De 21 a 30 horas semanais.

Maior que 30 horas semanais.

11. Onde você concluiu o ensino fundamental?

Escola Particular Escola Municipal Escola Estadual Escola Estadual

12. Qual o nome da escola: _____

13. Qual a modalidade de ensino você cursou no(s) último(s) ano(s)?

Regular EJA Tele sala

14. Considerando a aprendizagem na disciplina de Ciências da Natureza, no ensino fundamental, como você avalia seus conhecimentos?

Muito baixo Baixo Médio Alto Muito alto

15. De todos os conteúdos estudados em Ciências, seja na escola ou em outros meios, qual deles você poderia citar que despertou grande curiosidade?

CONHECIMENTO EM GENÉTICA DO ESTUDANTE

16. A informação genética nos seres humanos é encontrada:

nos gametas.

apenas nas células do cérebro.

em todas as células do corpo.

apenas na pele.

17. Um descendente de um casal tem seu material genético próprio. O material genético foi formado, quando embrião, a partir:

do material genético vindo no gameta da mãe.

do material genético vindo no gameta da pai.

vai depender de cada um, pode ter sido do material genético vindo no gameta da mãe ou pai

do material genético vindo no gameta da mãe e no gameta do pai em iguais proporções.

do material genético vindo no gameta da mãe e no gameta do pai em diferentes proporções.

da sua própria constituição e organização no corpo da mãe, após a relação sexual do casal.

18. O que você entende da frase: “Os cientistas afirmam que: um clone de Albert Einstein não será um novo Albert Einstein, nem um clone de Hitler um novo Hitler”.

19. Faça uma avaliação das afirmativas a seguir utilizando o diagrama. À frente de cada enunciado, **faça um círculo em volta do número que traduz a sua posição.**



| | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| A. Cromossomas sexuais são encontrados nas células da pele humana. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| B. Cada cromossoma contém apenas um gene. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| C. Quanto maior o número de cromossomas mais evoluída é a espécie. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| D. É impossível um ser humano fazer uma refeição cotidiana sem comer DNA. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| E. Os cientistas conseguiram identificar o código genético da espécie humana, isto é suficiente para se fazer uma previsão de como um indivíduo vai ser no futuro. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| F. Um exame de DNA para averiguação de paternidade pode ser feito com qualquer tipo de material biológico de uma pessoa. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| G. Com exceção dos gametas, todas as células de um indivíduo possuem a mesma sequência genética. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| H. DNA, Cromatina e cromossomos são estruturas completamente distintas, sem nenhuma associação. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| I. Gene é a sequência de DNA com a informação suficiente para produzir uma proteína. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| J. Um gene sofre a influência de diversos fatores para produzir uma proteína, estes podem ser positivos (produz) ou negativos (não produz). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| K. Gene é a sequência de DNA com a informação suficiente para produzir uma proteína. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

APÊNDICE B – Roteiros de análise do filme “EXTRAORDINÁRIO”

ROTEIRO PARA ANÁLISE DO FILME: “EXTRAORDINÁRIO”**1º Momento**

Após a exibição do filme, em grupos de no máximo 5 alunos, os grupos deverão discutir as questões, fazer o registro das respostas e apresentar as mesmas a turma em um debate geral.

1. O garoto Auggie Pullman possui uma doença genética. Em cenas, entre os 58 minutos e 60 minutos do filme, Via (irmã de Auggie) cita que um gene presente em seus pais causou a situação de seu irmão e que por sorte ela não apresenta o mesmo quadro. Sendo assim por que seus pais ou mesmo sua irmã não apresentam nenhum sintoma da doença?
2. Tente explicar com as informações do filme e as informações prévias de seu conhecimento como as alterações genéticas levam a alterações na face de Auggie. Em quais células acontecem estas alterações genéticas?

ROTEIRO PARA ANÁLISE DO FILME: “EXTRAORDINÁRIO”**2º Momento**

1. Por que o filme possui este nome “EXTRAORDINÁRIO”?
2. Nas cenas do filme entre 2 e 3 minutos apresentam como foi nascimento e o desenvolvimento de Auggie nos primeiros anos de vida, qual a síndrome que ele possui? E quais são as características desta síndrome.
3. Auggie sofreu várias situações que o deixaram constrangido e até magoado, e muitas vezes alguns colegas nem percebiam o quanto suas ações lhe causavam isso. Relate uma cena relacionada ao sofrimento do Auggie que tenha lhe chamado atenção. Você teria a mesma atitude Auggie? Explique.
4. Nas cenas, entre 88 minutos e 91 minutos, apresentam o diretor da escola dando encaminhamentos as situações de *Bullying* realizadas por um aluno.
 - A) Em sua opinião, qual deve ser a participação da escola no combate ao *bullying*?
 - B) Como você avalia a atitude dos pais de Julian quanto ao *bullying* cometido por seu filho?

ROTEIRO DE ESTUDO – O TRABALHO DE PESQUISA DE MENDEL**As leis de Mendel, o pai da Genética**

Um importante experimento para a Biologia, feito por Mendel, o tornou pai da Genética e originou as leis de Mendel

Texto adaptado, Prof. Liedson Liderço, 08/04/2013.

O estudo da genética e de como as características são herdadas entre gerações iniciou-se antes das leis de Mendel, mas eram estudos primitivos e sem resultados práticos devido à escolha do material de estudo, que eram em sua maioria muito complexos, animais geralmente. O sucesso de Mendel deve-se, em grande parte, a escolha do material para estudo, pois ao usar plantas como base, Mendel conseguia resultados rápidos, um alto número de descendentes, a possibilidade de fazer autofecundação e ainda guardar sementes para serem estudadas posteriormente.

Os filhos, netos etc. de uma família. as gerações futuras de uma raça ou povo; posteridade.

Mendel nasceu na Áustria em 1822 com o nome de Johann Mendel, passando a adotar o nome de Gregor Mendel, em 1847, quando se ordenou a padre, desenvolvendo paralelamente trabalhos científicos e religiosos. Era botânico e biólogo, sendo hoje considerado o pai da genética. Faleceu em 1884 devido a problemas renais.

É o processo que ocorre quando a fecundação se dá entre gametas produzidos pelo mesmo organismo.

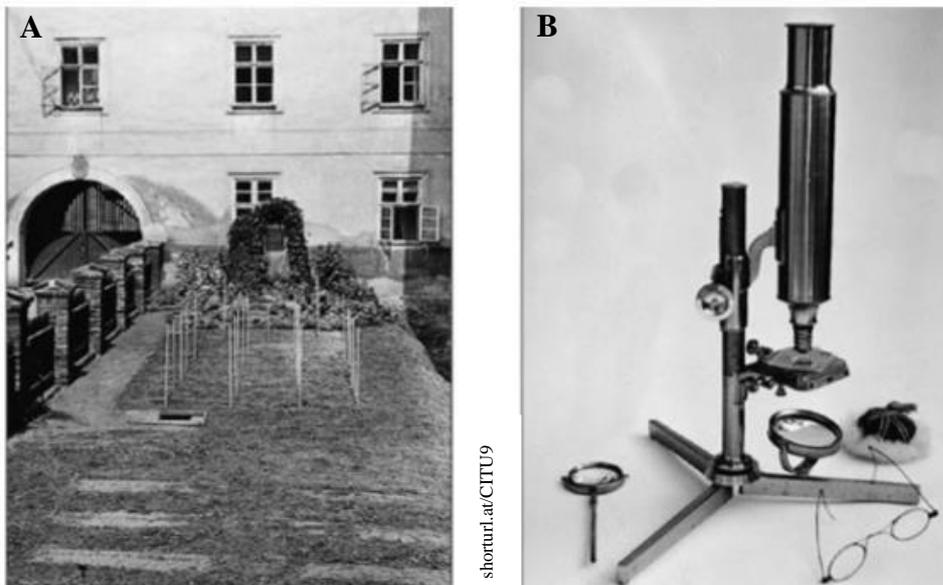


FIGURA 1: Em **A** temos local onde Mendel cultivou as ervilhas no mosteiro; Em **B** temos alguns **As L** materiais utilizados por Mendel em suas pesquisas.

Antes de entendermos as leis de Mendel, temos que saber o que a Teoria da Evolução, de 1859, de Darwin, tem a ver com as leis de Mendel. A Teoria de Darwin revolucionou a ciência e a forma como o mundo via a espécie humana, deixando de vê-la como espécie isolada das demais. Em resumo, a teoria de Charles Darwin dizia que todas as espécies vinham de um único ancestral comum, e que esse ancestral foi aos poucos, e lentamente, evoluindo e originando todas as espécies do planeta.

Além disso, esta teoria dizia também que um indivíduo herdaria as características de seus pais em medidas iguais, isto é, 50% de cada progenitor.

| |
|--|
| <p>Indivíduo do qual (alguém) descende; ancestral, antepassado, prógono. Aquele que gera, que dá origem; pai, genitor.</p> |
|--|

A. Pense em uma característica física que você herdou e é uma mistura da sua mãe e seu pai:

B. Você tem alguma característica física que é muito parecida com apenas um dos seus pais? Explique.

C. Note também que a característica apresentada por uma pessoa não é necessariamente igual à dos pais: ela pode ter se manifestado desta forma apenas nos avós ou bisavós. Você conhece algum caso assim? Conte a respeito.

Nos anos de 1856 a 1863, Mendel estava fazendo cruzamento em plantas e observando o resultado desses cruzamentos. Entretanto a comunidade científica da época não mostrou interesse pelas descobertas de Mendel que parou suas pesquisas científicas em 1868 para dedicar-se às atividades burocráticas no convento que fazia parte. Sua pesquisa ficou esquecida até 1900 quando três pesquisadores que trabalhavam independentes uns dos outros na Alemanha (Karl Corens), Áustria (Erich Von Tschermak) e na Holanda (Hugo De Vries) descobriram através de estudos semelhantes aos de Mendel as leis da hereditariedade, as quais já tinham sido descritas por Gregor Mendel 34 anos antes, dando-lhe assim o reconhecimento pelas suas descobertas, as chamadas Leis da Hereditariedade, ou Leis de Mendel.

APÊNDICE D – Roteiro de estudo do Simulador Computacional Mendeliano

ROTEIRO DE ESTUDO – SIMULADOR MENDELIANO**Os experimentos de Mendel**

Antes de sabermos o que anuncia as leis da hereditariedade, temos que entender como foram feitas as experiências de Mendel. Não por acaso, Mendel escolheu estudar plantas e animais de pequeno porte, como camundongos ou insetos como abelhas, por terem reprodução rápida. Sua teoria foi baseada nos experimentos que realizou com ervilhas, também de reprodução rápida, e com a vantagem de poder ter sementes que poderiam ser armazenadas para estudos posteriores.

Vamos fazer agora uma simulação dos experimentos que Mendel fez e vamos tentar entender que conclusões eles chegaram.

A. Explore as imagens das ervilhas buscando entender o que cada uma delas representa, seu fenótipo (característica visível – cor) e genótipo (composição genética – dada pelas letras). Mendel não sabia do genótipo de cada ervilha, só o fenótipo.

B. Selecione os tipos de ervilha (cada uma por vez), faça a simulação Meiose (sem cruzar) e observe os gametas produzidos. Tome nota de suas observações.

➤ **Só Amarela pura**

- Quantos gametas?
- Qual o genótipo de cada gameta?

➤ **Só verde**

- Quantos gametas?
- Qual o genótipo de cada gameta?

➤ **Só amarela híbrida**

- Quantos gametas?
- Qual o genótipo de cada gameta?

C. Faça a simulação cruzar 5 vezes cada um dos cruzamentos abaixo, e depois anote as proporções que aparecem no quadro:

a. amarela pura X amarela pura

Anote o resultado encontrado:

| | Cor | Genótipo | Tipo de ervilha |
|---------------|-----|----------|-----------------|
| 1º cruzamento | | | |
| 2º cruzamento | | | |
| 3º cruzamento | | | |
| 4º cruzamento | | | |
| 5º cruzamento | | | |

Total dos 5 cruzamentos:

| Tipo de ervilha | Ocorrência (Nº encontrado) | % |
|-------------------|----------------------------|-----|
| Amarelas puras | | |
| Amarelas híbridas | | |
| Verdes | | |
| Total | 5 | 100 |

b. verde pura X verde pura

Anote o resultado encontrado:

| | Cor | Genótipo | Tipo de ervilha |
|---------------|-----|----------|-----------------|
| 1º cruzamento | | | |
| 2º cruzamento | | | |
| 3º cruzamento | | | |
| 4º cruzamento | | | |
| 5º cruzamento | | | |

Total dos 5 cruzamentos:

| Tipo de ervilha | Ocorrência (Nº encontrado) | % |
|-------------------|----------------------------|-----|
| Amarelas puras | | |
| Amarelas híbridas | | |
| Verdes | | |
| Total | 5 | 100 |

O que estes resultados mostram para você e mostraram para Mendel?

Após esses resultados ele cruzou novamente essas plantas, mas desta vez com possibilidades diferentes para a mesma característica: plantas que produziam sementes verdes com plantas que produziam sementes amarelas

Agora vamos fazer este tipo de cruzamento (cruzar 5 vezes e anotar os resultados abaixo):

c. amarela pura X verde

Anote o resultado encontrado:

| | Cor | Genótipo | Tipo de ervilha |
|---------------|-----|----------|-----------------|
| 1º cruzamento | | | |
| 2º cruzamento | | | |
| 3º cruzamento | | | |
| 4º cruzamento | | | |
| 5º cruzamento | | | |

Total dos 5 cruzamentos:

| Tipo de ervilha | Ocorrência (Nº encontrado) | % |
|-------------------|----------------------------|-----|
| Amarelas puras | | |
| Amarelas híbridas | | |
| Verdes | | |
| Total | 5 | 100 |

O que ficou evidente com este experimento?

O que aconteceu com as plantas de cor verde? Por que, na sua opinião, as ervilhas com este fenótipo, não foram encontradas?

Foi então que Mendel teve a brilhante ideia de fazer cruzamento entre as híbridas.

Agora vamos fazer este tipo de cruzamento (cruzar 5 vezes e anotar os resultados abaixo):

d. amarela híbrida X amarela híbrida

Anote o resultado encontrado:

| | Cor | Genótipo | Tipo de ervilha |
|---------------|-----|----------|-----------------|
| 1º cruzamento | | | |
| 2º cruzamento | | | |
| 3º cruzamento | | | |
| 4º cruzamento | | | |
| 5º cruzamento | | | |

Total dos 5 cruzamentos:

| Tipo de ervilha | Ocorrência (Nº encontrado) | % |
|-------------------|----------------------------|-----|
| Amarelas puras | | |
| Amarelas híbridas | | |
| Verdes | | |
| Total | 5 | 100 |

As verdes reapareceram? Por que?

B. É possível observar nos diversos cruzamentos realizados que normalmente a característica do descendente é diferente do anterior. Como você pode explicar que mesmo sendo filhos de um mesmo casal os descendentes não serem sempre iguais?

APÊNDICE E – Roteiro de estudo da atividade Organizando Idiogramas Humanos

ROTEIRO DE ESTUDO – ORGANIZANDO IDIOGRAMAS HUMANOS

Questão norteadora: *Há diferenças nos materiais do núcleo celular nas diferentes células do corpo humano?*

As células humanas possuem 23 pares de cromossomos situados no núcleo das células somáticas ($2n = 46$). Os cromossomos dentro de uma célula em geral estão misturados, o que dificulta o seu estudo. Os bioquímicos usam uma técnica simples para resolver este problema: tingem os cromossomos com corantes e, então, podem fotografá-los.

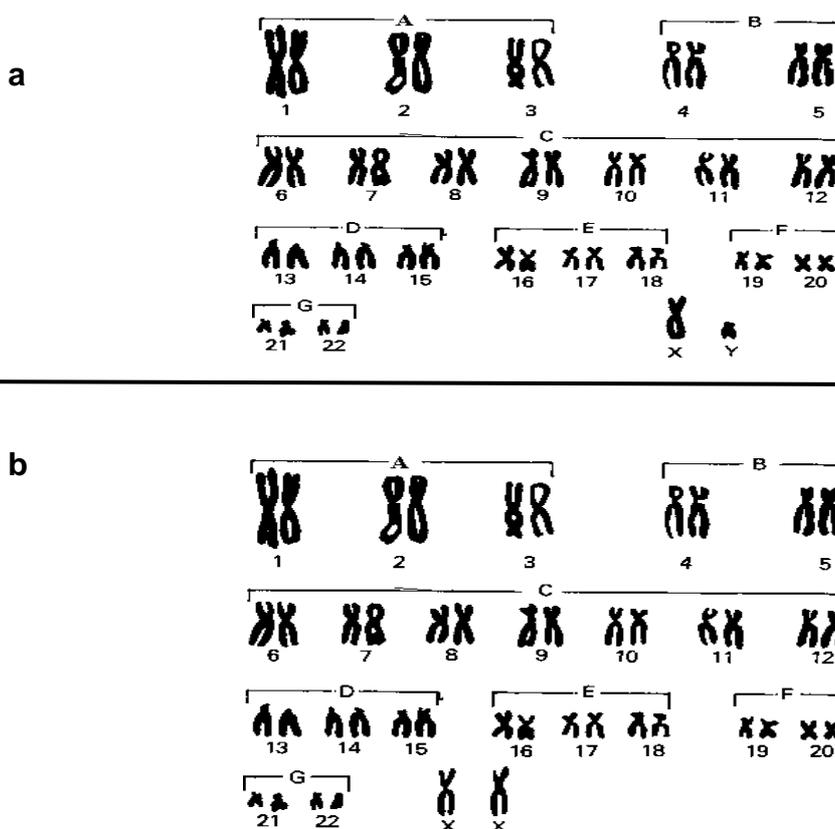


Figura 1 - Cariótipo humano, masculino (a) e feminino (b). Observe que no cariótipo todos os cromossomos estão duplicados e, portanto, cada um possui duas moléculas de DNA. As células utilizadas para leitura do cariótipo se encontram na metáfase da mitose.

Podem ocorrer em alguns indivíduos que apresentam variações no número ou estrutura dos cromossomos. Essas alterações numéricas são denominadas em euploidias, alterações numéricas em conjunto de cromossomos, e as aneuploidias, alterações que envolvem diminuição ou aumento em um determinado par de cromossomos.

Você irá fazer parte de um grupo de citogeneticistas. A tarefa de seu grupo será recolher uma das amostras cromossômicas de células do bebê, com objetivo de fazer análise.

Este bebê é portador de uma doença genética assim com Auguie, porém já se sabe que não é *Treacher Collins*, pois os sintomas são diferentes. O bebê apresenta algumas características diferenciadas dos aspectos considerações normais e acredita-se que seriam sintomas de sua doença, entre eles temos:

- ✓ Uma linha a mais na pálpebra dos olhos, que tem deixado os mesmos mais fechadinhos;
- ✓ A palma da mão apresenta apenas uma linha;
- ✓ Nariz mais largo;
- ✓ Face plana;
- ✓ Língua grande, céu da boca muito alto;
- ✓ Orelhas mais baixas e pequenas;
- ✓ Cabelo fino e ralo;
- ✓ Dedos curtos e o mindinho é torto;
- ✓ O dedão do pé é maior e mais afastamento dos outros dedos;
- ✓ Pescoço é largo e com acúmulo de gordura;
- ✓ Apresentar hérnia umbilical.

Os médicos que estão atendendo o bebê indicaram alguns locais que deveriam ser retiradas as amostras para análise. O chefe do laboratório, o professor, irá sortear a ordem dos grupos que irão escolher o local da amostra que irão analisar, o grupo deverá justificar por que escolheram este local de amostra. Estão disponíveis as seguintes amostras:

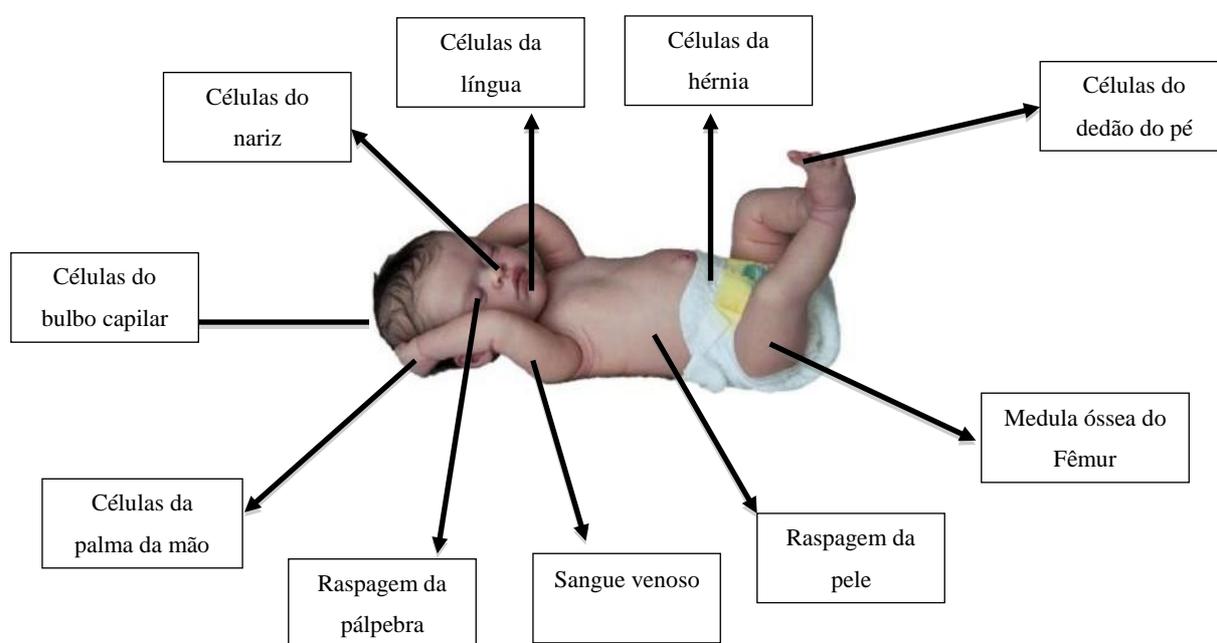


Figura 1: Locais de coleta de amostras cromossômicas para análise.

Sua amostra consiste em um idiograma da célula local. E a partir da análise e trabalho em equipe vocês tem as seguintes tarefas:

- A.** Construir o cariótipo em formulário próprio entregue pelo chefe do laboratório;
- B.** Analisando o cariótipo construído, a equipe de citogeneticistas deverá indicar corretamente o sexo do bebê;
- C.** A partir da análise dos cromossomos é possível indicar alguma anormalidade estrutural ou numérica? Se houver, qual seu diagnóstico preliminar?
- D.** Sem verificar com os outros grupos, quais outras amostras vocês achariam o mesmo cariótipo? Justifique.
- E.** E as amostras que não foram analisadas por nenhum grupo, vocês acham que os resultados diagnosticados seria o mesmo que vocês encontraram? Justifique. Caso esteja em dúvida solicite ao chefe do laboratório analisar outra amostra.

Diante destas verificações acima solicitadas, a equipe deverá elaborar um relatório a ser apresentado e compartilhado com as outras equipes que analisaram outras amostras das células do bebê.

APÊNDICE G – Questionário de avaliação dos conteúdos e percepção da Sequência didática

QUESTIONÁRIO FINAL DA PESQUISA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE HERANÇA GENÉTICA COM
VIÉS INVESTIGATIVO E A INCLUSÃO ESCOLAR

Este questionário destina-se à realização de um levantamento do conhecimento prévio. Sendo garantido o total anonimato, confidencialidade e proteção dos seus dados. Responda a todas as questões com o máximo de atenção nas suas respostas, o que irá garantir maior sucesso no trabalho proposto.

PERCEPÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PELO ALUNO

1. Sexo: [] Masculino [] Feminino

2. Idade: _____

3. Indique o grau de concordância com as seguintes frases:

A) As atividades realizadas nas últimas semanas de aula sobre herança genética contribuíram para que eu aprendesse esse conteúdo.

[] Concordo totalmente [] Concordo [] Não concordo, nem discordo [] Discordo [] Discordo totalmente

B) O uso do simulador computacional sobre as experiências de Mendel contribuiu para compreender como se dá a transmissão de genes dos pais aos filhos.

[] Concordo totalmente [] Concordo [] Não concordo, nem discordo [] Discordo [] Discordo totalmente

C) Realizar os cruzamentos e visualizar seus resultados, com o simulador, proporcionou a compreensão da real contribuição de cada genitor na formação genética dos descendentes.

[] Concordo totalmente [] Concordo [] Não concordo, nem discordo [] Discordo [] Discordo totalmente

D) A dinâmica de construção de idiogramas humanos despertou curiosidade e proporcionou real compreensão sobre a presença das informações genéticas nas células.

[] Concordo totalmente [] Concordo [] Não concordo, nem discordo [] Discordo [] Discordo totalmente

E) As aulas realizadas nas últimas semanas promoveram maior interação e cooperação entre os alunos da turma.

[] Concordo totalmente [] Concordo [] Não concordo, nem discordo [] Discordo [] Discordo totalmente

F) Assistir ao filme “Extraordinário” despertou curiosidades quanto as relações de herança ligadas a situação tratado pelo filme.

[] Concordo totalmente [] Concordo [] Não concordo, nem discordo [] Discordo [] Discordo totalmente

G) Na atividade de simulação computacional sobre as experiências de Mendel tive dificuldade para entender como realizava os cruzamentos ou em acompanhar o roteiro.

[] Concordo totalmente [] Concordo [] Não concordo, nem discordo [] Discordo [] Discordo totalmente

H) Gostaria de usar a plataforma das simulações das ervilhas novamente fora de sala de aula.

[] Concordo totalmente [] Concordo [] Não concordo, nem discordo [] Discordo [] Discordo totalmente

I) Nas atividades de simulação de simulação computacional sobre as experiências de Mendel e construção de ideogramas não percebi que a aula passava e de repente, a aula terminou.

[] Concordo totalmente [] Concordo [] Não concordo, nem discordo [] Discordo [] Discordo totalmente

J) Poder discutir questões relativas à prática de 'bullying' na escola contribui para diminuir sua ocorrência entre os alunos.

Concordo totalmente Concordo Não concordo, nem discordo Discordo Discordo totalmente

K) Entender as origens das doenças de alunos de inclusão ajudam a entender seu comportamento e respeitar suas atitudes.

Concordo totalmente Concordo Não concordo, nem discordo Discordo Discordo totalmente

L) As aulas realizadas nas últimas semanas estão adequadas com o meu jeito de aprender.

Concordo totalmente Concordo Não concordo, nem discordo Discordo Discordo totalmente

M) A variação na forma de apresentar o conteúdo da matéria ajudou a me manter atento a aula.

Concordo totalmente Concordo Não concordo, nem discordo Discordo Discordo totalmente

4. Descreva as principais sensações (boas e/ou ruins) durante a realização das atividades propostas da sequência didática?

QUESTÕES ESPECÍFICAS DO CONTEÚDO

5. Indique o grau de concordância com as seguintes frases:

A) Cromossomas sexuais são encontrados nas células da pele humana.

Concordo totalmente Concordo Não concordo, nem discordo Discordo Discordo totalmente

B) A informação genética para a síntese de queratina (proteína do cabelo) pode ser encontrada no fígado, rins e coração.

Concordo totalmente Concordo Não concordo, nem discordo Discordo Discordo totalmente

C) O ovo contém uma proteína chamada albulmina, a ovalbumina. As informações genéticas para produção desta proteína podem ser encontradas apenas nos órgãos internos responsáveis pela produção do ovo, como o útero.

Concordo totalmente Concordo Não concordo, nem discordo Discordo Discordo totalmente

D) Um exame de DNA para verificar quem é o pai pode ser feito com qualquer tipo de material biológico de uma pessoa. Justifique.

Sim

Não

Justificativa:

6. Um descendente de um casal tem seu material genético próprio. O material genético foi formado, quando embrião, a partir:

- do material genético vindo no gameta da mãe.
- do material genético vindo no gameta do pai.
- vai depender de cada um, pode ter sido do material genético vindo no gameta da mãe ou pai
- do material genético vindo no gameta da mãe e no gameta do pai em iguais proporções.
- do material genético vindo no gameta da mãe e no gameta do pai em diferentes proporções.
- a sua própria constituição e organização no corpo da mãe, após a relação sexual do casal.

7. Indique o grau de concordância com as seguintes frases:

A. *Cromossomas sexuais são encontrados nas células da pele humana.*

- Concordo totalmente Concordo Não concordo, nem discordo Discordo Discordo totalmente

C. *Quanto maior o número de cromossomas mais evoluída é a espécie.*

- Concordo totalmente Concordo Não concordo, nem discordo Discordo Discordo totalmente

D. *É impossível um ser humano fazer uma refeição cotidiana sem comer DNA.*

- Concordo totalmente Concordo Não concordo, nem discordo Discordo Discordo totalmente

G. *Com exceção dos gametas, todas as células de um indivíduo possuem a mesma sequência genética.*

- Concordo totalmente Concordo Não concordo, nem discordo Discordo Discordo totalmente

H. *DNA, Cromatina e cromossomos são estruturas completamente distintas, sem nenhuma associação.*

- Concordo totalmente Concordo Não concordo, nem discordo Discordo Discordo totalmente

I. *Gene é a sequência de DNA com a informação suficiente para produzir uma proteína.*

- Concordo totalmente Concordo Não concordo, nem discordo Discordo Discordo totalmente

J. *Um gene sofre a influência de diversos fatores para produzir uma proteína, estes podem ser positivos (produz) ou negativos (não produz).*

- Concordo totalmente Concordo Não concordo, nem discordo Discordo Discordo totalmente

8. Imagine que você tenha que explicar a uma pessoa que apresente as seguintes perguntas a seguir. Utilize para responder desenho, esquemas, texto escrito ou qualquer outra forma para deixar bem claro sua resposta.

A) Todas as células do corpo possuem material genético?

B) De onde vem o material genético que está em nosso corpo?

C) O material genético presente em nosso corpo é igual em todas as células?

APÊNDICE H – TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O seu filho(a) está sendo convidado(a), como voluntário(a), a participar da pesquisa ***“UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO EM GENÉTICA”***. Pedimos a sua autorização para a coleta de dados sócio econômicos, a participação de questionários investigativos de sondagem de conhecimentos prévios e após as atividades aplicadas com objetivo de avaliar a aprendizagem, gravação de áudio e imagens (fotos e vídeos) do seu filho(a). A utilização dos dados de seu filho(a) na pesquisa está vinculada somente a este projeto de pesquisa ou se senhor(a) concordar em outros futuros. Nesta pesquisa pretendemos promover e avaliar uma aprendizagem significativa dos conceitos básicos em genética através de atividades investigativas, utilizando uma metodologia que envolve linguagem científica com base em evidências de dados, argumentação e sistematização de raciocínios. Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: “No primeiro momento será aplicado um questionário socio econômico e de concepções prévias relativos aos conhecimentos sobre herança genética. A primeira atividade será a exibição do filme: “Extraordinário” e a partir deste será proposto uma questão investigativa aos alunos, que deverão pesquisar e levantar hipóteses no sentido de responder à questão proposta. Após apresentação dos grupos respondendo as questões, os alunos terão contato com textos que apresentam a visão da ciência sobre herança genética e os experimentos desenvolvidos por Gregor Mendel, e assim utilizarão um simulador computacional que permite que os mesmos possam fazer os cruzamentos como realizados por Mendel. As atividades a serem propostas estão estruturadas, porém são os estudantes os protagonistas na realização das mesmas, buscando entender os resultados apresentados e formular hipóteses para explicá-las. Na sequência buscando proporcionar a compreensão da presença do material genético em todas as células do corpo humano, será proposto a construção de um cariótipo humano, nesta atividade os alunos farão recortes e colagens analisando o conjunto cromossômico de diferentes indivíduos quanto ao sexo e condições cromossômicas. E como objetivo de sistematizar os conhecimentos desenvolvidos, os estudantes serão estimulados a escrever um texto dissertativo respondendo a uma situação problema proposta.” Durante todo desenvolvimento do projeto de pesquisa poderemos gravar em áudio e imagem (fotos e vídeos) e esperamos que seu filho(a) possa participar naturalmente das aulas. Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em: “Os riscos em envolvidos são mínimos, a participação nas atividades a serem desenvolvidas pode gerar estresse, cansaço, constrangimento, sensações e sentimentos dessa natureza devido à exposição das suas experiências, opiniões, reflexões onde o estudante deixa de ser passivo na aprendizagem para se tornar ativo neste processo.” A pesquisa irá contribuir no sentido de proporcionar aos estudantes o desenvolvimento do conhecimento através do método científico, dando condições ao aluno de construir hipóteses, observação de dados, interação social com outros estudantes, podendo levá-los a argumentação científica e alfabetização científica, proporcionando a eles uma formação completa. Para participação deste estudo não haverá nenhum custo para seu filho(a), e nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e

comprovados danos provenientes desta pesquisa, o seu filho(a) terá assegurado o direito à indenização. O seu filho(a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar em qualquer tempo e sem quaisquer prejuízos, podendo retirar o consentimento de guarda e utilização dos dados coletados, valendo a desistência a partir da data de formalização desta. A participação do seu filho(a) é voluntária, e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade. Os resultados obtidos pela pesquisa, estarão à sua disposição quando finalizada. O nome do seu filho(a) ou qualquer dado que indique a participação dele não será liberado sem a sua permissão. O seu filho(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no "Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais", e a outra será fornecida ao Senhor(a). Os dados, materiais e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos na sala 154 do Colégio Técnico da UFMG e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resoluções N°466/12; 441/11 e a Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____, portador do documento de Identidade número _____ sendo o responsável legal autorizo meu filho _____, portador do documento de identidade número _____ a participar da pesquisa mencionada. Fui informado(a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa ***“UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO EM GENÉTICA”***, de maneira clara e detalhada e tive todas as minhas dúvidas esclarecidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de autorizar meu filho(a) participar, se assim desejar.

() Concordo que os dados obtidos no questionário avaliativo, assim como os obtidos durante a aplicação das atividades do projeto sejam utilizados somente para esta pesquisa.

() Concordo que os dados obtidos no questionário avaliativo, assim como os obtidos durante a aplicação das atividades do projeto possam ser utilizados em outras pesquisas, mas serei comunicado pelo pesquisador novamente e assinarei outro termo de consentimento livre e esclarecido que explique para que será utilizado o material.

Declaro que concordo em autorizar a participação do meu filho(a) desta pesquisa. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido assinado por mim e pelo pesquisador, que me deu a oportunidade de ler e esclarecer todas as minhas dúvidas.

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar: COEP-UFMG - Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG. Avenida Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005. Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG-Brasil. CEP: 31270-901. Email: coep@prpq.ufmg.br. Telefone: (31) 34094592

Belo Horizonte, _____ de _____ de 2019.

Nome completo do responsável legal do participante

Assinatura do responsável legal do participante

CAMILA DIAS LOPES

Nome completo do Pesquisador Responsável

Assinatura do Pesquisador Responsável

RODRIGO GOMES BRAGA

Nome completo do Pesquisador Responsável

Assinatura do Pesquisador Responsável

Pesquisador Responsável: Camila Dias Lopes
Endereço: Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627,
Pampulha. Colégio Técnico - UFMG.
CEP: 31270-901/Belo Horizonte – MG
Telefones: (31) 3409-4983/3409-2653
E-mail: camiladlopes@gmail.com

Pesquisador Responsável: Rodrigo Gomes Braga
Endereço: Rua Célia Costa, 31 – Bairro Glória.
Escola Estadual Padre Matias
CEP: 30.870-150/Belo Horizonte – MG
Telefone: (31) 34741258
E-mail: prof.rodri gobio@gmail.com

APÊNDICE I – TALE

**TERMO DE ASSENTIMENTO PARA CRIANÇA E ADOLESCENTE
(maiores de 15 anos e menores de 18 anos)**

Você está sendo convidado(a), como voluntário(a), a participar da pesquisa: ***“UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO EM GENÉTICA.”*** Pedimos a sua autorização para a coleta de dados sócio econômicos, a participação de questionários investigativos de sondagem de conhecimentos prévios e após as atividades aplicadas com objetivo de avaliar a aprendizagem, gravação de áudio e imagens (fotos e vídeos). A utilização dos seus dados na pesquisa está vinculada somente a este projeto de pesquisa ou se você concordar em outros futuros. Nesta pesquisa pretendemos promover e avaliar uma aprendizagem significativa dos conceitos básicos em genética através de atividades investigativas, utilizando uma metodologia que envolve linguagem científica com base em evidências de dados, argumentação e sistematização de raciocínios. Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: “No primeiro momento será aplicado um questionário socio econômico e de concepções prévias relativos aos conhecimentos sobre herança genética. A primeira atividade será a exibição do filme: “Extraordinário” e a partir deste será proposto uma questão investigativa aos alunos, que deverão pesquisar e levantar hipóteses no sentido de responder à questão proposta. Após apresentação dos grupos respondendo as questões, os alunos terão contato com textos que apresentam a visão da ciência sobre herança genética e os experimentos desenvolvidos por Gregor Mendel, e assim utilizarão um simulador computacional que permite que os mesmos possam fazer os cruzamentos como realizados por Mendel. As atividades a serem propostas estão estruturadas, porém são os estudantes os protagonistas na realização das mesmas, buscando entender os resultados apresentados e formular hipóteses para explicá-las. Na sequência buscando proporcionar a compreensão da presença do material genético em todas as células do corpo humano, será proposto a construção de um cariótipo humano, nesta atividade os alunos farão recortes e colagens analisando o conjunto cromossômico de diferentes indivíduos quanto ao sexo e condições cromossômicas. E como objetivo de sistematizar os conhecimentos desenvolvidos, os estudantes serão estimulados a escrever um texto dissertativo respondendo a uma situação problema proposta.” Durante todo desenvolvimento do projeto de pesquisa poderemos gravar em áudio e imagem (fotos e vídeos) e esperamos que você possa participar naturalmente das aulas. Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em: “Os riscos em envolvidos são mínimos, a participação nas atividades a serem desenvolvidas pode gerar estresse, cansaço, constrangimento, sensações e sentimentos dessa natureza devido à exposição das suas experiências, opiniões, reflexões onde o estudante deixa de ser passivo na aprendizagem para se tornar ativo neste processo.” A pesquisa irá contribuir no sentido de lhe proporcionar o desenvolvimento do conhecimento através do método científico, dando lhe condições de construir hipóteses, observação de dados, interação social com outros estudantes, podendo levá-los a argumentação científica e alfabetização científica, proporcionando uma formação completa. Para participação deste estudo não haverá nenhum custo para você, e nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, você tem assegurado o

direito à indenização. Você também terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar e a qualquer tempo e sem quaisquer prejuízos, pode retirar o consentimento de guarda e utilização dos dados coletados, valendo a desistência a partir da data de formalização desta. Você também poderá pedir o acesso a transcrição do áudio e imagens utilizadas no estudo, a qualquer tempo. A sua participação é voluntária, e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade. Os resultados obtidos pela pesquisa, estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou qualquer dado que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Sendo assim, você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no "Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais", e a outra ficará com você. Os dados, materiais e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos na sala 154 do Colégio Técnico da UFMG e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resoluções N°466/12; 441/11 e a Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____, portador do documento de Identidade número _____ fui informado(a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa, **“UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO EM GENÉTICA”**, de maneira clara e detalhada e tive todas as minhas dúvidas esclarecidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

() Concordo que os dados obtidos no questionário avaliativo, assim como os obtidos durante a aplicação das atividades do projeto sejam utilizados somente para esta pesquisa.

() Concordo que os dados obtidos no questionário avaliativo, assim como os obtidos durante a aplicação das atividades do projeto possam ser utilizados em outras pesquisas, mas serei comunicado pelo pesquisador novamente e assinarei outro termo de consentimento livre e esclarecido que explique para que será utilizado o material.

Declaro que concordo em participar desta pesquisa. Recebi uma via original deste Termo de Assentimento assinado por mim e pelo pesquisador, que me deu a oportunidade de ler e esclarecer todas as minhas dúvidas.

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar: COEP-UFMG - Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG. Avenida Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005. Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG-Brasil. CEP: 31270-901. Email:coep@prpq.ufmg.br. Telefone: (31) 34094592

Belo Horizonte, _____ de _____ de 2019.

Nome completo do participante

Assinatura do participante

CAMILA DIAS LOPES

Nome completo do Pesquisador Responsável

Assinatura do Pesquisador Responsável

RODRIGO GOMES BRAGA

Nome completo do Pesquisador Responsável

Assinatura do Pesquisador Responsável

Pesquisador Responsável: Camila Dias Lopes
Endereço: Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627,
Pampulha. Colégio Técnico - UFMG.
CEP: 31270-901/Belo Horizonte – MG
Telefones: (31) 3409-4983/3409-2653
E-mail: camiladlopes@gmail.com

Pesquisador Responsável: Rodrigo Gomes Braga
Endereço: Rua Célia Costa, 31 – Bairro Glória.
Escola Estadual Padre Matias
CEP: 30.870-150/Belo Horizonte – MG
Telefone: (31) 34741258
E-mail: prof.rodrigobio@gmail.com

APÊNDICE J – Autorização do uso de imagens e depoimentos

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E DEPOIMENTOS

Eu, _____, CPF: _____, RG: _____, depois de conhecer e entender os objetivos, procedimentos metodológicos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como de estar ciente da necessidade do uso de imagens (fotos e vídeos) e/ou depoimento de seu filho, especificados no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), AUTORIZO, através do presente termo, os pesquisadores (Camila Dias Lopes e Rodrigo Gomes Braga) do projeto de pesquisa intitulado “**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO EM GENÉTICA**” a realizar as fotos e vídeos que se façam necessárias e/ou a colher o depoimento do meu filho sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes.

Ao mesmo tempo, libero a utilização destas fotos (seus respectivos negativos) e/ou depoimentos para fins científicos e de estudos (livros, artigos, slides e transparências), em favor dos pesquisadores da pesquisa, acima especificados, obedecendo ao que está previsto nas Leis que resguardam os direitos das crianças e adolescentes (Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA, Lei N.º 8.069/ 1990), dos idosos (Estatuto do Idoso, Lei N.º 10.741/2003) e das pessoas com deficiência (Decreto Nº 3.298/1999, alterado pelo Decreto Nº 5.296/2004).

Belo Horizonte, _____ de _____ de 2019.

Assinatura do responsável legal do participante

Assinatura do Pesquisador Responsável
Camila Dias Lopes

Assinatura do Pesquisador Responsável
Rodrigo Gomes Braga

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E DEPOIMENTOS

Eu, _____, CPF: _____, RG: _____, depois de conhecer e entender os objetivos, procedimentos metodológicos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como de estar ciente da necessidade do uso de minhas imagens (fotos e vídeos) e/ou depoimento, especificados no Termo de Assentimento para Criança e Adolescente (TALE), AUTORIZO, através do presente termo, os pesquisadores (Camila Dias Lopes e Rodrigo Gomes Braga) do projeto de pesquisa intitulado “**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO EM GENÉTICA**” a realizar as fotos e vídeos que se façam necessárias e/ou a colher o depoimento sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes.

Ao mesmo tempo, libero a utilização destas fotos (seus respectivos negativos) e/ou depoimentos para fins científicos e de estudos (livros, artigos, slides e transparências), em favor dos pesquisadores da pesquisa, acima especificados, obedecendo ao que está previsto nas Leis que resguardam os direitos das crianças e adolescentes (Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA, Lei N.º 8.069/ 1990), dos idosos (Estatuto do Idoso, Lei N.º 10.741/2003) e das pessoas com deficiência (Decreto N° 3.298/1999, alterado pelo Decreto N° 5.296/2004).

Belo Horizonte, _____ de _____ de 2019.

Assinatura do Participante

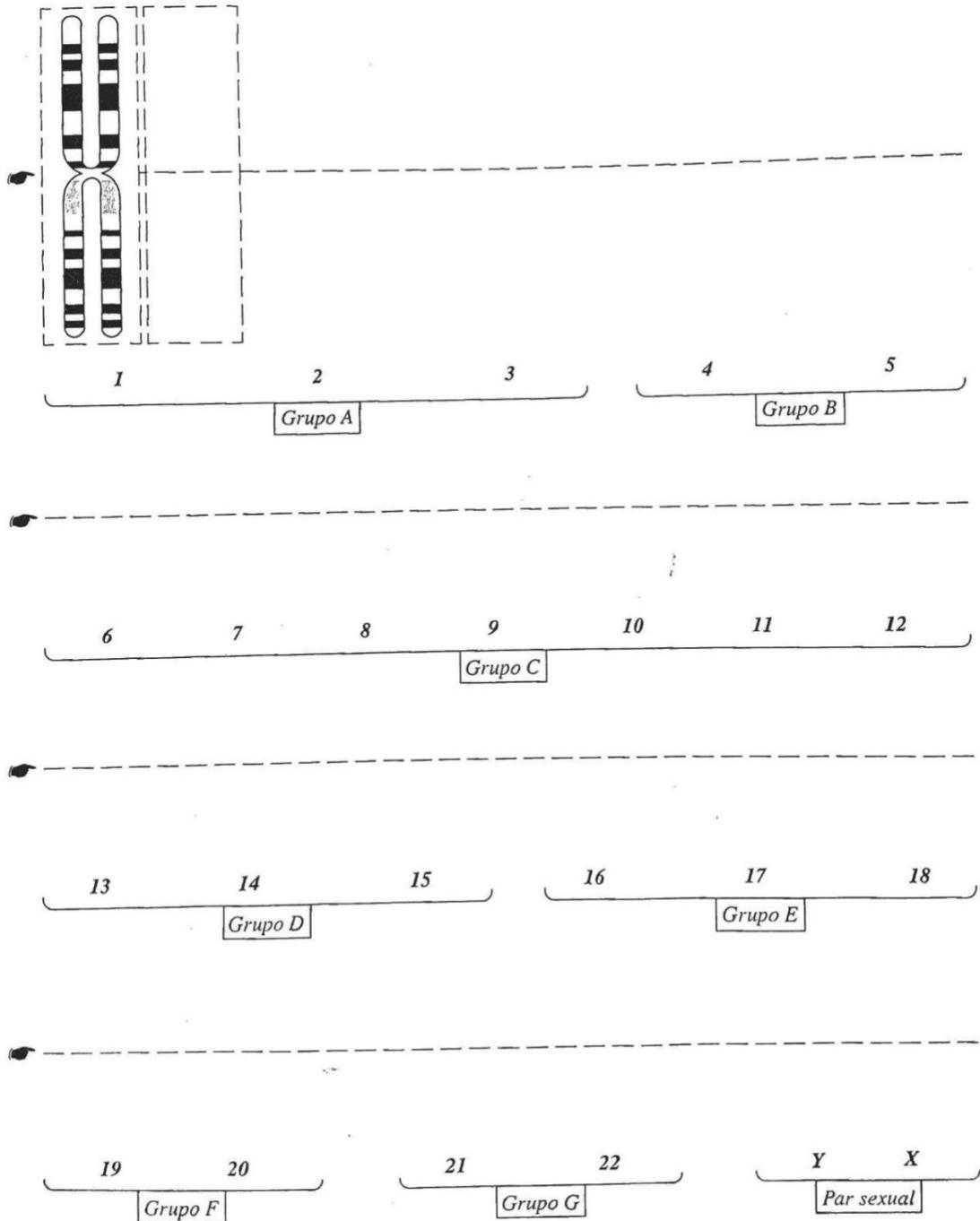
Assinatura do Pesquisador Responsável
Camila Dias Lopes

Assinatura do Pesquisador Responsável
Rodrigo Gomes Braga

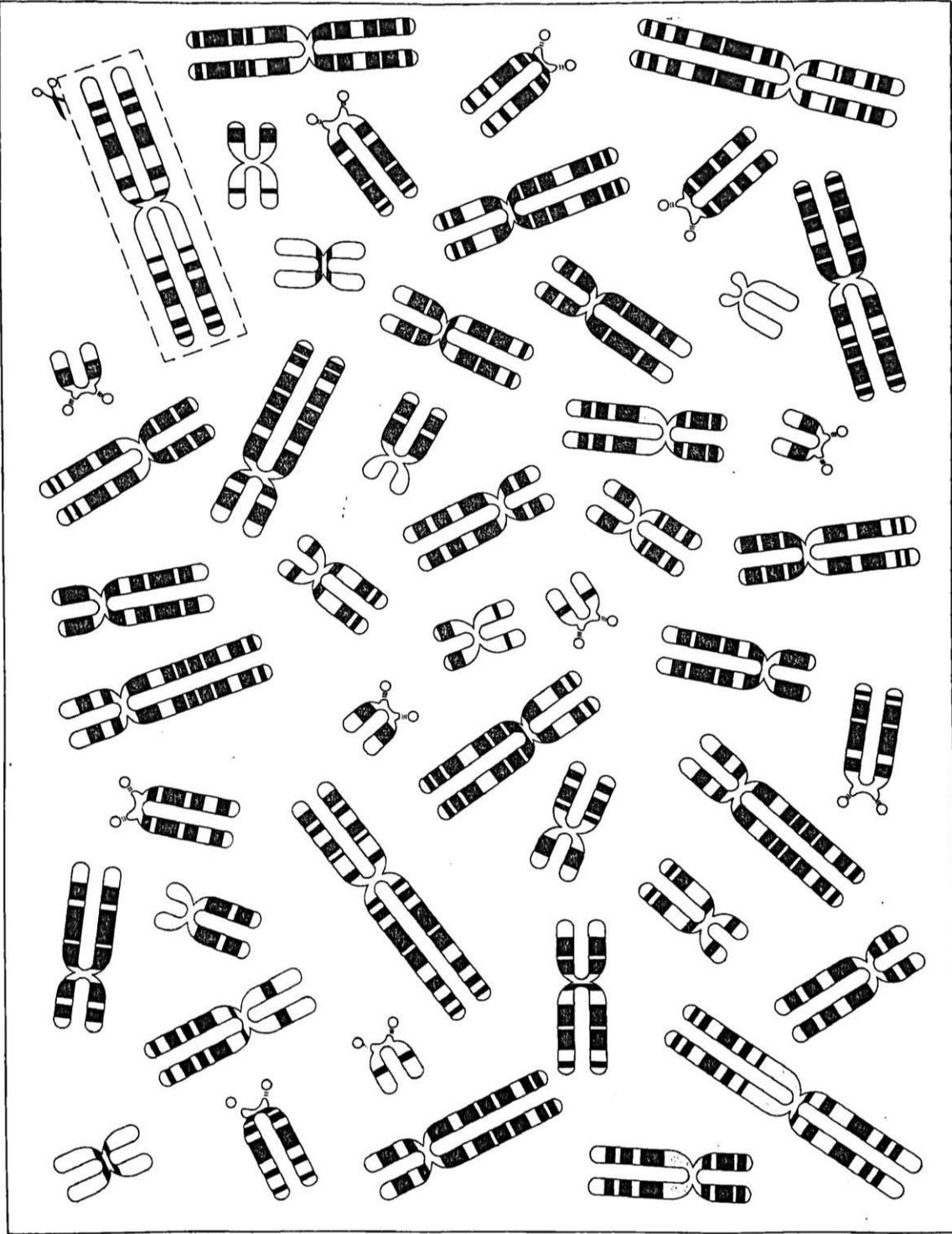
ANEXOS

ANEXO A – Atividade para montar o idiograma, suplemento para o professor do livro didático Biologia – Volume 1, Amabis & Martho

GABARITO PARA MONTAGEM DO IDIOGRAMA



CROMOSSOMOS HUMANOS PARA RECORTAR



ILUSTRAÇÕES: AUTOR

ORIENTAÇÕES DA ATIVIDADE DE IDIOGRAMAS

Material necessário

Tesoura sem ponta
Régua milimetrada
Cola (de preferência em bastão)
Conjunto de cromossomos para recortar (xerox)
Gabarito para colar os cromossomos (xerox)

O objetivo desta atividade é a montagem de um idiograma humano normal. O trabalho será parecido ao de citogeneticistas, que montam idiogramas dos pacientes para descobrir eventuais problemas em seus cromossomos. Em vez de usar fotos dos cromossomos, como fazem os citogeneticistas, usaremos desenhos, para simplificar o trabalho de identificação.

Orientações gerais

Além desta folha de atividades, você recebeu duas outras folhas xerocopiadas: uma delas tem desenhos de cromossomos humanos para recortar, e a outra tem marcas de orientação para montar o idiograma (gabarito).

Siga as instruções de 1 a 11 para identificar os cromossomos. Em alguns casos você terá de medi-los com a régua, para auxiliar a identificação, pois os cromossomos devem ser dispostos por ordem decrescente de tamanho. Recorte os cromossomos e organize-os sobre o gabarito. É preferível colar os cromossomos apenas no final da organização, para evitar enganos.

Ao recortar os cromossomos deixe uma pequena margem dos lados, como está sugerido para o cromossomo 1.

Cole cada cromossomo recortado no local correspondente ao seu número, na folha de gabarito, fazendo o centrômero coincidir com a linha tracejada. Como exemplo, um dos homólogos do par cromossômico 1 já está aplicado no gabarito. Oriente cada cromossomo com o braço mais longo para baixo da linha tracejada.

Identificando os cromossomos e montando o idiograma

1. Localize os três pares cromossômicos de maior tamanho, que constituem o grupo A. Os cromossomos dos pares 1 e 3 são do tipo metacêntrico (centrômero em posição aproximadamente central), e os do par 2 são submetacêntricos (centrômero um pouco deslocado do centro). Oriente os cromossomos 1 e 3 com os braços que têm a faixa cinzenta para baixo da linha tracejada.
2. Dos cromossomos restantes, identifique os dois pares de maior tamanho, que constituem o grupo B. São grandes, pouco menores que o cromossomo 3, e submetacêntricos. O que tem uma faixa cinzenta na região do centrômero é o cromossomo 4.
3. Localize agora os pares de cromossomos 21 e 22, que constituem o grupo G. São os menores do conjunto e do tipo acrocêntrico (centrômero localizado perto da extremidade). O braço menor desses cromossomos possui uma pequena esfera terminal chamada satélite. O cromossomo que apresenta faixa negra mais larga é o 21.
4. Procure os pares de cromossomos 19 e 20, que constituem o grupo F. Eles são um pouco maiores que os do grupo G e quase metacêntricos. O cromossomo 19 apresenta uma faixa negra em torno do centrômero. O cromossomo 20 tem uma faixa negra larga no braço ligeiramente menor (superior), e outra mais estreita no braço ligeiramente maior.
5. Localize os pares cromossômicos 13, 14 e 15, que constituem o grupo D. Eles são do tipo acrocêntrico, com satélites no braço menor. O que apresenta faixas negras mais largas é o cromossomo 13; o que tem faixas um pouco mais estreitas é o 14, e o 15 apresenta faixas ainda mais estreitas.
6. Identifique os pares de cromossomos 6 e 7, os primeiros do grupo C. Eles são os maiores entre os cromossomos que restaram, e são do tipo submetacêntrico. O maior dos dois, com faixas negras mais estreitas no braço menor, é o cromossomo 6.
7. Dos cromossomos restantes, descubra agora os três pares de menor tamanho, de tipo submetacêntrico. São os cromossomos 16, 17 e 18, que constituem o grupo E. O cromossomo 18 é facilmente identificável por não apresentar nenhuma faixa escura no braço menor. O cromossomo 16 possui, no braço menor, uma faixa negra mais larga que a apresentada pelo 17.
8. Selecione o menor dos cromossomos restantes. Trata-se do cromossomo sexual Y. Além de não apresentar homólogo, ele é do tipo acrocêntrico (centrômero localizado próximo à extremidade), e tem uma faixa cinzenta larga no braço maior.
9. Dos onze cromossomos restantes, identifique o cromossomo sexual X. Ele apresenta uma faixa negra estreita no braço menor, e é o único que não apresenta homólogo, pois trata-se de um cariótipo masculino.
10. Selecione, dos cromossomos restantes, o par que possui três faixas negras largas no braço curto: é o cromossomo 9. Procure agora o par que apresenta apenas uma faixa negra larga no braço menor: trata-se do cromossomo 12.
11. Faltam apenas três pares de cromossomos para identificar. O que apresenta faixas negras mais largas no braço maior é o cromossomo 8. Dos dois pares restantes, o que tem o centrômero mais deslocado para a extremidade é o cromossomo 10.

ANEXO B – Parecer Consubstanciado do CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO EM GENÉTICA

Pesquisador: Camila Dias Lopes

Área Temática: Genética Humana:

(Trata-se de pesquisa envolvendo Genética Humana que não necessita de análise ética por parte da CONEP);

Versão: 2

CAAE: 144867.19.7.0000.5149

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.434.526

Apresentação do Projeto:

O conteúdo de genética, além de demandar um alto grau de abstração para entendimento por parte dos estudantes, está envolvido em seu cotidiano, sejam nos jornais, nas novelas, nas séries de TV, nos cinemas, nas prateleiras dos supermercados, ou mesmo, na explicação de uma condição genética de um colega de inclusão. Alguns trabalhos apontam que alguns conceitos essenciais como herança genética, presença de material genético em todas as células do corpo e presença de material genético em organismos simples não são bem assimilados pelos estudantes do ensino médio pelos métodos atuais de ensino. Assim sendo, o presente projeto trata de uma sequência didática em genética, e se propõe através de atividades de caráter investigativo desenvolver uma aprendizagem significativa para os estudantes de três conceitos: a herança genética; a participação dos genitores na formação de seus descendentes e a presença de material genético em todas as células do corpo do indivíduo. Além disso, a sequência tenta discutir o processo de inclusão escolar de portadores de condições genéticas, como a Síndrome de Down, e os mitos relacionados ao seu desenvolvimento. A sequência aqui proposta tem seu início com a utilização do filme: "Extraordinário", o que permite além de trabalhar questões ligadas síndrome de Treacher-Collins, abrir a discussão sobre o processo de inclusão escolar. As demais atividades propostas visam corroborar no processo investigativo dos trabalhos de Mendel e na manipulação dos cromossomos e seus aspectos funcionais. E na finalização propõe-se a construção de um texto

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2ª Ad S/1 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: ccep@ppq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 1.434.526

dissertativo a partir de uma problematização, em que os estudantes poderão sistematizar seu conhecimento.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Promover uma aprendizagem significativa dos conceitos básicos em genética através de atividades investigativas, utilizando uma metodologia e linguagem científica com base em evidências de dados, justificativas para suas respostas e sistematização de raciocínios.

Objetivo Secundário:

Promover a aprendizagem investigativa da herança genética e a expressão de características nas gerações através das atividades de exibição de um filme com uma problemática e posteriormente uma pesquisa bibliográfica;

Propiciar a compreensão de forma investigativa que o indivíduo é formado por material genético de ambos os genitores através do uso de simulação computacional;

Instigar a discussão entre os alunos sobre a inclusão escolar e esclarecer mitos e estigmas relacionados a doenças genéticas;

Promover o entendimento da presença do material genético em qualquer célula do corpo através de uma atividade que envolve montagem de idiogramas de coletas de amostras de diferentes partes do corpo.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Sobre os riscos os/as proponentes afirmam que:

Os riscos desta pesquisa são mínimos e sem qualquer gravidade. A participação nas atividades a serem desenvolvidas no projeto de pesquisa pode gerar estresse, cansaço, constrangimento, sensações e sentimentos dessa natureza devido a exposição das suas experiências, opiniões,

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º Ad. Sl. 2005

Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901

UF: MG Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coap@ppq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 1.434.526

reflexões onde o estudante deixar de ser passivo na aprendizagem para se tornar ativo neste processo.

Sobre os benefícios os/as proponentes afirmam que:

Proporcionar uma sequência didática com atividades investigativas a serem aplicadas no ensino de Biologia;

Promover uma aprendizagem significativa dos alunos;

Desenvolvimento do pensamento científico.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa em pauta tem relevância social e acadêmica.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados os seguintes documentos:

Folha de rosto

Informações Básicas do Projeto com o roteiro do Questionário das Disciplinas Projeto de Pesquisa

Carta de anuência da escola

Parecer do Projeto de Pesquisa aprovado no Coltec

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE revisado

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE revisado

Questionário Pré Teste

Cronograma

Termo de Autorização para uso de imagens e depoimentos

Recomendações:

Os proponentes atenderam todas orientações apresentadas.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Salvo melhor julzo, sou pela aprovação do projeto.

Considerações Finais a critério do CEP:

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º Ad. Sl. 2005

Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901

UF: MG Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@ppq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 1.434.526

Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|---|---|------------------------|---------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1301816.pdf | 24/06/2019 23:03:36 | | Aceito |
| Outros | Termo_do_uso_imagens_e_depoinentos_TCLE.pdf | 24/06/2019 16:34:25 | RODRIGO GOMES BRAGA | Aceito |
| Outros | Termo_do_uso_imagens_e_depoinentos_TALE.pdf | 24/06/2019 16:33:54 | RODRIGO GOMES BRAGA | Aceito |
| Outros | Carta_resposta.pdf | 24/06/2019 16:32:41 | RODRIGO GOMES BRAGA | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TALE_mestrado_nova_versao.pdf | 24/06/2019 16:31:59 | RODRIGO GOMES BRAGA | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE_mestrado_nova_versao.pdf | 24/06/2019 16:31:28 | RODRIGO GOMES BRAGA | Aceito |
| Outros | Questionario_pre_teste_TCM.pdf | 21/05/2019 21:20:34 | RODRIGO GOMES BRAGA | Aceito |
| Folha de Rosto | Folha_de_rosto.pdf | 21/05/2019 20:47:11 | RODRIGO GOMES BRAGA | Aceito |
| Cronograma | Cronograma.pdf | 19/05/2019 20:34:24 | RODRIGO GOMES BRAGA | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | Parecer_coltec.pdf | 19/05/2019 20:31:13 | RODRIGO GOMES BRAGA | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | Carta_de_anuencia_assinada.pdf | 19/05/2019 20:21:54 | RODRIGO GOMES BRAGA | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | Projeto_Mestrado.pdf | 19/05/2019 20:19:05 | RODRIGO GOMES BRAGA | Aceito |

Situação do Parecer:

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º Ad Sl 2005
 Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE
 Telefone: (31)3409-4592 E-mail: coap@ppq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 1.434.526

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 03 de Julho de 2019

Assinado por:
Eliane Cristina de Freitas Rocha
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º Ad S/N 2005
Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901
UF: MG Município: BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 E-mail: coep@ppq.ufmg.br