

## AS DIFICULDADES E OS DESAFIOS SOBRE A APRENDIZAGEM DAS LEIS DE MENDEL ENFRENTADOS POR ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

*Difficulties and challenges on learning Mendel laws for high school students*

**Carla Karoline Gomes Dutra Borges** [carlaborges.am@gmail.com]

*Universidade do Estado do Amazonas – UEA  
Av. Djalma Batista, 2470 - Chapada, Manaus – AM*

**Cirlande Cabral da Silva** [cirlandecabral@gmail.com]

*Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM  
Av. Sete de Setembro, 1975 - Centro, Manaus – AM*

**Andreza Rayane Holanda Reis** [andrezarayane.hr@gmail.com]

*Universidade do Estado do Amazonas – UEA  
Av. Djalma Batista, 2470 - Chapada, Manaus – AM*

### Resumo

Através das Leis de Mendel vários mecanismos genéticos foram descobertos e várias doenças genéticas foram elucidadas. Para a realização dessa pesquisa, convidamos 6 (seis) alunos do Instituto Federal do Amazonas (IFAM) para responderem sobre suas dificuldades na assimilação das Leis de Mendel. Para isso, utilizamos como instrumentos de coleta de dados observação, questionários e entrevistas. Os dados obtidos foram analisados à luz da Análise de Conteúdo que nos revelou três categorias de análise, que são: a dificuldade na assimilação dos conceitos relacionados às Leis de Mendel; ausência do desenvolvimento de aulas dinâmicas por meio de materiais didáticos e as dificuldades nos cálculos matemáticos expressivos sobre o quadro de Punnett. Percebemos que cada categoria encontrada nesse trabalho está ligada diretamente ao ensino de genética e às Leis de Mendel, revelando as maiores dificuldades encontradas por alunos do Ensino Médio no que diz respeito à aprendizagem dessas leis.

**Palavras-chave:** Leis de Mendel; Análise de Conteúdo; Ensino de Genética.

### Abstract

Through Mendel's Laws several genetic mechanisms have been discovered and several genetic diseases were elucidated. For this survey we invite 6 students of the Federal Institute of Amazonas (IFAM) to answer about their difficulties in the assimilation of Mendel's Laws. For this, we use as tools for data collection observation, questionnaires and interviews. The data were analyzed in the light of the content analysis, which revealed the three categories of analysis, which are: The difficulty in the assimilation of concepts related to Mendel's Laws; Lack of development of dynamic classes through educational materials; Difficulties in expressive mathematical calculations on the Punnett frame. We realize that each category found in this work is directly linked to the genetic education and Mendel's laws, revealing the major difficulties encountered by high school students in regard to learning these laws.

**Keywords:** Mendel's Laws; Content analysis; Genetics Education.

## Introdução

As leis de Mendel são um marco do desenvolvimento da Genética Clássica. Através dessas leis vários mecanismos genéticos foram descobertos, várias doenças genéticas foram elucidadas e, posteriormente, o homem passou a ter uma visão diferente sobre o que é DNA, gene e cromossomo. No século XVIII o mundo passou a conhecer a hereditariedade, através de Mendel, mesmo que esse conhecimento permanecesse adormecido até o ano de 1900.

Mendel, nasceu no dia 20 de julho de 1822, sendo natural da Morávia, República Tcheca. Filho de agricultores, ingressou no monastério Brno da ordem de Santo Agostinho aos 21 anos de idade. Segundo Corcos e Monaghan (1993), Mendel estudou Física, Matemática e História Natural na Universidade de Viena durante os anos de 1851 a 1853.

Quando concluiu seus estudos, retornou para a cidade de Brno, também na República Tcheca, e lecionou para adolescentes em uma escola da cidade. Após retornar de Viena (onde estivera estudando), seu mentor, o abade Napp, construiu-lhe uma estufa e foi neste local que Mendel deu continuidade aos seus estudos iniciados na graduação em Viena. Seguindo os passos de seu mentor, participou de duas sociedades científicas: uma, na área de Zoologia e Botânica e, a outra, de ciências naturais na Escola Superior de Brno (CORCOS e MONAGHAN, 1993).

O primeiro experimento de Mendel foi realizado com ervilhas da espécie *Pisum sativum*, com cuja espécie passou 8 (oito) anos de sua vida trabalhando. Realizou experimentos visando à necessidade da sociedade da época que precisava de espécies de plantas mais cultiváveis, ou até mesmo de novas espécies. Brandão e Ferreira (2009) afirmam que, dentre as principais questões dos cultivadores e criadores na segunda metade do século XIX, estava a possibilidade de se criar novas variedades de plantas e de raças de animais que fossem estáveis. Sendo assim, Mendel seguiu o modo experimental que seus antecessores já haviam feito.

A questão do cruzamento de ervilhas foi um marco principal e forneceu uma grande contribuição à Genética Clássica e ao estudo sobre a hereditariedade e transmissão de caracteres. Esses estudos referentes à transmissão de caracteres e hereditariedade são muito importantes, pois formam a base da Genética moderna. Alunos do ensino médio, que estão prestes a se formar, geralmente são abordados por seus professores sobre esse conteúdo. Além disso, há inúmeras pesquisas realizadas com o intuito de saber qual o grau de conhecimento e complexidade que essa disciplina apresenta aos alunos do ensino médio. A análise bibliográfica de determinados trabalhos sobre populações norte-americanas e europeias, por exemplo, revelou-nos que o nível de alfabetização científica e/ou entendimento das ideias e dos processos da genética básica, entre os estudantes e a população em geral, é baixo (GRIFFITHS, 1993).

Uma das dificuldades de ensino de genética enfrentadas pelos professores podem ser atribuídas aos materiais didáticos. Dentre as necessidades formativas, apontadas por professores de biologia, em formação inicial e continuada, está a proposição de recursos didáticos visando facilitar o processo de ensino e de aprendizagem (SARMIERI e JUSTINA, 2004).

Além dos livros didáticos, outros fatores também podem influenciar nas dificuldades de compreensão dos conteúdos de genética. Muitos assuntos, apesar de atraírem a atenção dos alunos, não são compreendidos por diferentes motivos: vocabulário muito específico, excesso de termos técnicos, cálculos matemáticos exigidos etc.

Um ponto positivo em relação a uma boa abordagem do educador em sala de aula é a questão da prática do ensino de genética humana, pois assim o aluno poderá visualizar algo que não é mais abstrato e, sim, algo interessante, dando sentido ao que observa e estuda. Para esse tipo de abordagem

temos como apoio os autores Camargo e Infante-Malachias (2007) os quais nos dizem que professores têm tecido comentários positivos a respeito da prática empregada ao se ministrar Genética Humana em sala de aula, experiência esta apontada como bem-sucedida, pois, dessa forma, o aluno torna-se mais interessado devido à maior facilidade de contextualizar o que está sendo ensinado.

Diante do exposto, esse artigo tem como objetivo demonstrar a compreensão que os alunos apresentam sobre as Leis de Mendel, destacando as dificuldades e desafios enfrentados por estes no processo de ensino e de aprendizagem do assunto.

## O ensino de Genética

A genética é uma das áreas do ensino que está interligada com outras áreas do conhecimento. Trata-se de um conteúdo transdisciplinar que engloba a matemática, a física, a interpretação, a lógica, a razão, entre uma infinidade de outras áreas de conhecimento que norteiam o seu estudo. Justamente por passear por várias áreas de conhecimento, a genética é vista pelos alunos do ensino médio como um assunto complexo, fazendo com que a maioria destes a rejeitem já no contato inicial.

Moura (2013, p. 169) diz que: “No Brasil, os tópicos de genética fazem parte do conteúdo de Biologia ensinado na 3ª série do ensino médio. Porém, ela, enquanto disciplina, não é bem aceita pela maioria dos discentes do ensino público em função de sua complexidade”. Esta rejeição é decorrente de inúmeras situações. Dentre elas estão: a maneira como o assunto é abordado em sala de aula; o preparo do material para a apresentação do assunto; as ferramentas que são utilizadas nas aulas práticas; o conhecimento prévio do aluno.

Ainda Moura (2013, p.168) complementa:

Atualmente no Brasil, apesar das inovações científicas e tecnológicas fazerem parte dos currículos escolares das escolas públicas, grande parte dos alunos não contextualiza o ensino de biologia, com destaque aos conteúdos de genética, que se tem na escola com a sua realidade.

Percebe-se então que as dificuldades estão relacionadas às mais diversas formas de compreensão como os cálculos expressivos, terminologias, conceitos, materiais didáticos e muitos outros fatores. Diante disso, percebemos a dificuldade que os alunos apresentam na compreensão dos assuntos abordados em sala de aula.

Uma das áreas de difícil compreensão para o ensino de biologia devido à complexidade dos fenômenos a que se refere e a discussão sobre a sua construção conceitual é a genética, e vários estudos mostram que os conceitos de genética são difíceis de serem trabalhados no ensino de biologia, sendo apresentados de forma distorcida por estudantes em diferentes níveis de ensino, incluindo o ensino universitário (LIMA; PINTON; CHAVES, 2007, p.3).

Lorbieski (2010) diz que não está sendo feita uma interconexão entre os conteúdos de genética e sua relação com o cotidiano, sendo que os estudantes não estão conseguindo relacionar divisão celular, perpetuação da vida e transmissão de características.

Para Carabetta (2010), esta dificuldade que os estudantes apresentam acontece com certa frequência porque os conhecimentos de Genética adquiridos na escola não possibilitam que os sujeitos ultrapassem as primeiras impressões adquiridas no cotidiano, prevalecendo, assim, as

concepções intuitivas. Por isso, um dos motivos para que essa problemática se evidencie talvez seja o fato de o próprio educador não conhecer a genética tão bem como deveria, ou porque não foi estudada no tempo em que o mesmo se graduou, ou quem sabe, pelo fato dele não ter compreendido corretamente os conceitos genéticos durante a sua vida acadêmica.

Em contrapartida, observamos também que, apesar das dificuldades de compreensão conceitual, terminológica e outras, a genética tem ocupado, nas últimas décadas, grande espaço no debate e tem alcançado um grande número de realizações científicas, tais como: pesquisas genômicas, clonagem, emprego de células-tronco e utilização de organismos transgênicos, todas divulgadas nos meios de comunicação em massa (LIMA; PINTON; CHAVES, 2007).

A partir do descrito acima, compreendemos que o papel do professor deve ser o de viabilizar meios para tornar esse aluno crítico e reflexivo quanto à aplicabilidade da genética. Por outro lado, o aluno também tem seu papel e o mesmo deve ter vontade de aprender sempre, construir e reconstruir seus conceitos e de sempre estar insatisfeito com o que já sabe. Concordamos com Silva (2013, p. 5) quando diz que:

Ensinar deve ser parte de um processo criativo, no qual professores e alunos sejam desafiados a todo instante a sempre procurarem mais e, após encontrarem o objeto procurado, tenham a inquietação de procurar por outro, conscientes da importância de mentes ávidas pela construção constante do conhecimento.

Ainda, de acordo com o autor supracitado, aprender exige esforço, dedicação, questionamentos, hábito por pesquisas e prudência para não tornar o aprendizado uma tarefa mecânica e de procedimentos institucionais com finalidades diversas como obter boas notas, por exemplo. Aprender não é ser adestrado a pensar de certa forma para continuar pensando igual ao professor e repetindo velhas fórmulas e copiando velhos conceitos. Aprender é entender algo de tal forma, tão completa e genuinamente, que possa ser possível transformá-lo, melhorá-lo e até modificá-lo.

Diante dos motivos descritos acima, e entendendo a importância da investigação na área do ensino de genética, este trabalho procurou compreender as dificuldades que os alunos de duas escolas da cidade de Manaus-AM apresentam ao estudar as Leis de Mendel. Para isso, utilizamos como instrumento analítico, nessa pesquisa, a Análise de Conteúdo (AC), que será descrita com maiores detalhes a seguir.

## **Entendendo a Análise de Conteúdo**

A prática de se interpretar textos é uma prática relativamente antiga. E a sua origem perceptível possivelmente ocorreu antes da idade média, onde foi desenvolvida a Hermenêutica, ou seja, a prática de interpretação de textos. Na esteira desse pensamento, Bardín (2015) diz que, por detrás do discurso aparente, geralmente simbólico e polissêmico, esconde-se um sentido que convém desvendar. Ainda, a interpretação dos sonhos, antiga ou moderna, a exegese religiosa, a explicação crítica de certos textos literários, até mesmo de práticas tão diferentes como a astrologia ou a psicanálise relevam de um processo hermenêutico.

Um dos primeiros trabalhos que marcam o início da AC como uma prática de caráter científico foram as análises referentes aos materiais jornalísticos. E, nos primeiros 40 anos, pesquisadores da América do Norte desenvolveram algumas técnicas mais elaboradas para análise qualitativa da AC. Dentre as pesquisas que mais se destacam estão as realizadas na Escola de

Jornalismo da Universidade de Columbia, onde a mesma deu o pontapé inicial. A partir daquela época cresceram os estudos que hoje são apresentados nos jornais. Richardson (2014) afirma que os primeiros trabalhos a se referir ao rigor científico da análise datam do começo do século e utilizam material jornalístico.

No entanto, foi Haroldo Laswell (1927) quem, de fato, marcou o início da história da AC, através de seu estudo realizado desde o ano de 1915, no qual levantou a análise das propagandas na Primeira Guerra Mundial. A década de 1950 a 1960 é a fase da expansão das aplicações da técnica da AC. Essa fase também é caracterizada pela presença de interrogações e de novas respostas no plano metodológico.

Bortoni (2008) afirma que um *corpus* de texto oferece diferentes leituras, dependendo dos vieses que ele contém. A AC não é exceção, contudo, ela traça um meio caminho entre a leitura singular verídica e o “vale tudo” e é, em última análise, uma categoria de procedimentos explícitos de análise textual para fins de pesquisa social. Sendo assim, observamos claramente que a AC, como técnica, vai mais além da leitura, mas permite ao leitor inferir situações e dados que são descortinados através da leitura minuciosa.

Dito isto, podemos dizer que a AC é uma técnica específica para realização de trabalhos no âmbito das ciências humanas. A mesma também pode ser utilizada em análise de material, porém, ela deve ser observada quanto ao tipo de fala e ao tipo de interpretação que é tido como objetivo na pesquisa. Por isso Bauer e Gaskell (2008) afirmam que os materiais textuais escritos são os mais tradicionais na AC, podendo ser manipulados pelo pesquisador na busca por respostas às questões da pesquisa.

Borges (2015) diz, a priori, que a AC é uma técnica refinada, que requer muita dedicação, paciência e tempo disponível de quem está realizando a pesquisa. Exige que o pesquisador se utilize da intuição, da imaginação e da criatividade, principalmente na definição das categorias de análise. Para isso, disciplina, perseverança e rigor são essenciais para que a pesquisa alcance seus objetivos.

Mozatto e Grzybovski (2011) dizem que, quando a AC é escolhida como procedimento de análise mais adequado, como em qualquer técnica de análise de dados, os dados em si constituem apenas dados brutos, que só terão sentido ao serem trabalhados de acordo com uma técnica de análise apropriada. Em pesquisa qualitativa a AC, enquanto método de realização, organização e análise dos dados, possui características peculiares. “Primeiramente deve-se aceitar, que seu foco seja, qualificar as vivências do sujeito, bem como suas percepções sobre determinado objeto e seus fenômenos” (CAVALCANTE, 2014, p.2).

Câmara (2013) destaca o uso da AC também na agropecuária e assim diz:

Em pesquisas sociais em organizações, o estudo sobre as condições de trabalho vem se mostrando um tema recorrente para subsidiar a tomada de decisão sobre várias ações estratégicas da organização. Assim, para que se tenha uma visão aplicada da análise de conteúdo em pesquisas organizacionais, optou-se por abordar essa temática, pois entende-se que seja um construto bastante familiar às pessoas inseridas em organizações. Para fins de análise, “condições de trabalho” foram conceituadas como as condições materiais e instrumentais de trabalho, identificação de agentes nocivos à saúde dos trabalhadores, transformações na organização sócio-técnica do trabalho e impacto dos usos de novas tecnologias no contexto de trabalho.

Meireles e Cedón (2010) falam da utilização da AC para estudo de caso que demonstra o uso dos métodos citados para análise de um conjunto de documentos sobre Redes Neurais Artificiais,

mostrando, ainda, o potencial do uso conjunto dos métodos de AC e análise de citações, para a recuperação de informações que vão além daquelas explicitamente contidas nos documentos analisados.

Silva e Assis (2010) destacam o uso do grupo focal e AC como estratégia metodológica clínica-qualitativa em pesquisas nos distúrbios do desenvolvimento. Nessa pesquisa os autores acompanharam uma menina por um espaço de tempo de 1 (um) ano e 4 (quatro) meses e constataram um desenvolvimento exponencial, em que, inicialmente, ela falava em fragmentos e, decorrido o tempo da pesquisa, observaram o desenvolvimento quanto à comunicação e expressão da menina.

Nascimento *et al.* (2006) estudaram a questão da concretização da morte no ambiente hospitalar, como isso afetava emocionalmente os médicos, enfermeiros e profissionais da saúde, e também a questão da aproximação ou distanciamento dos profissionais com a família do paciente no momento em que era dada a notícia do óbito.

A partir dos exemplos mostrados acima percebemos que a AC pode ser adaptada para os mais diversos campos de estudo, portanto, pode ser empregada tanto nas ciências humanas como nas ciências naturais e/ou exatas sempre seguindo a intencionalidade da pesquisa e respeitando os limites de cada área de estudo.

## **Procedimentos Metodológicos**

Segundo Minayo (2012) metodologia é o modo como ocorrerá o estudo a ser investigado. Esta inclui, simultaneamente, o método, as técnicas e a criatividade do pesquisador, como sua experiência, sua capacidade pessoal e sua sensibilidade e também a análise dos dados.

A abordagem dessa pesquisa foi feita de modo qualitativo, pois Minayo (2012) nos diz que este responde a questões muito particulares e trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes. Já para Sandín Esteban (2010) a pesquisa qualitativa é uma atividade sistemática orientada à compreensão em profundidade de fenômenos educativos e sociais, à transformação de práticas e cenários socioeducativos, à tomada de decisões e também ao descobrimento e ao desenvolvimento de um corpo organizado de conhecimentos.

O local de estudo dessa pesquisa foi o Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM Campus Manaus Centro. O fato dessa Instituição ter sido escolhida para a realização da pesquisa deu-se por ser este o local onde foi realizado o estágio supervisionado III e IV no Ensino Médio. O estágio supervisionado do IFAM é dividido em quatro etapas que são: o estágio I, no qual é feita a observação do ambiente escolar com alunos do ensino fundamental; o estágio II, em que é feita a regência de aulas para os alunos do ensino fundamental; o estágio III é a fase de observação em sala com alunos do ensino médio e, por fim, o estágio IV no qual é realizada a regência de aulas.

Os sujeitos da pesquisa foram os alunos do segundo ano do ensino médio, pelo fato de ser nessa etapa que começa a introdução ao ensino de genética propriamente dito. Para a realização da pesquisa convidamos 6 (seis) alunos pertencentes a uma mesma turma para participarem das entrevistas e das observações que realizamos.

Assim, a pesquisa foi dividida em dois momentos: no primeiro momento ocorreu a coleta dos dados, a qual foi realizada por meio de observações e de entrevistas com cada um dos seis alunos convidados para essa pesquisa. As entrevistas ocorreram em uma sala de aula onde somente estavam o aluno e a pesquisadora. A pesquisadora aplicou um questionário previamente preparado e utilizou um gravador para registrar as falas, além de caneta para fazer anotações. No segundo momento foi feita a análise dos dados através da técnica Análise de Conteúdo.

Na fase de observação ocorreu a aproximação da pesquisadora com os entrevistados. Durante as entrevistas, teve-se contato direto com cada aluno, momento em que foi possível obter dados importantes como a percepção e o registro da fala, das expressões, dos gestos e da maneira como percebem o mundo.

Essas informações somente puderam ser obtidas através do contato direto com cada aluno e não teriam sido tão proveitosas se fosse somente feita uma gravação de voz para, posteriormente, serem analisadas. Marconi e Lakatos (2010) afirmam que essa fase é bastante importante, pois permite conseguir informações valiosas e complexas. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se deseja estudar.

As observações ocorreram diretamente enquanto os alunos respondiam a entrevista. Cada entrevista durou aproximadamente de dois a quatro minutos, tempo suficiente para os alunos discorrerem sobre suas dificuldades e desafios sobre as Leis de Mendel. Para a realização das entrevistas foi utilizado um roteiro de perguntas pertinentes ao ensino de genética preparadas previamente, além de blocos de anotações para o registro das observações iniciais de cada entrevista como: nome, idade e série do aluno.

Foram elaboradas duas perguntas objetivas diretas sendo que, após fazê-las dava-se tempo suficiente para que o aluno pudesse responder outras perguntas com maiores detalhes. Abaixo segue um quadro com a estrutura do roteiro utilizado durante as entrevistas.

**Quadro 1:** Estrutura do roteiro de perguntas da entrevista com os alunos. Observe que foram elaborados um conjunto de objetivos para as questões propostas.

OBJETIVO	QUESTÕES
- Avaliar o grau de conhecimento dos alunos sobre as Leis de Mendel	- Você já estudou as Leis de Mendel? - Você as considera difíceis?
- Verificar uma dificuldade em específico sobre as Leis de Mendel.	- Você considera alguma parte em específico que você tem certa dificuldade? - Você tem dificuldade nos cálculos matemáticos?
- Verificar o conhecimento do conceito da primeira Lei de Mendel.	- Você poderia descrever para mim a primeira Lei de Mendel e o que você entende sobre ela?

Fonte: Borges e Silva, 2017.

Após a coleta dos dados, através dos instrumentos citados acima, os materiais foram analisados à luz da Análise de Conteúdo, que correspondeu ao segundo momento de nossa pesquisa. Bardín (2015) diz que a Análise de Conteúdo é um conjunto de técnicas de análise que visa obter, por procedimentos sistemáticos, indicadores/categorias que permitissem a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/ recepção destas mensagens.

Ainda, segundo Bardín (2015) a Análise de Conteúdo pode ser feita em três momentos: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados. Na primeira etapa (a pré-análise) foi feita a leitura flutuante dos dados, que consistiu em fazer uma leitura intensa sobre o ensino de genética (as Leis de Mendel) e sobre a análise de conteúdo para que pudéssemos conhecer em profundidade nosso objeto de estudo. Nessa fase ocorreu a preocupação com a construção do corpus da análise, ou seja, relacionar um conjunto de documentos que foram submetidos e selecionados para

a análise. Há de se observar também a exaustividade quanto à construção desse *corpus*, uma vez que foram realizados fichamentos contínuos, sobre cada assunto e cada tópico específico, além do uso de registro de citações diretas. Para esses registros foram utilizados registros manuscritos e também arquivos em pastas no computador.

O segundo passo foi a exploração do material que culminou com a elaboração das categorias. As categorias são recortes ou agrupamento de ideias do texto que foram desmembrados e aglutinados de acordo com as ideias que se apresentavam em comum. A categorização é uma operação de classificação de elementos constituintes de um conjunto por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos (BARDÍN, 2015). As ideias semelhantes encontradas nos artigos selecionados e nas transcrições das entrevistas foram reagrupadas, organizadas e, finalmente, categorizadas. Após a descoberta das categorias estas geraram um conjunto de informações relevantes para o processo posterior da análise, ou seja, o processo de inferência. É importante destacar que para a escolha dessas categorias verificamos todas as pastas agrupadas (citadas anteriormente) e destas escolhemos 15 artigos. O conteúdo presente tanto nos 15 artigos lidos e interpretados quanto nas entrevistas dos 6 alunos do ensino médio revelaram três categorias analíticas que foram: 1) A dificuldade na assimilação dos conceitos relacionados às Leis de Mendel; 2) Ausência do desenvolvimento de aulas dinâmicas por meio de materiais didáticos; 3) Dificuldades nos cálculos matemáticos expressivos sobre o quadro de Punnett.

A última etapa do processo de análise de conteúdo foi o tratamento dos resultados, que foi verificado sob à luz das interpretações e das inferências sobre as categorias obtidas. Nessa fase procuramos perceber o que realmente os dados queriam dizer, destacando e relacionado as concordâncias e discordâncias, as discrepâncias e incongruências presentes na análise do material obtido. Após esses três momentos construímos um texto dissertativo para cada uma das categorias apresentadas.

## **Resultados e Discussão**

### **Discorrendo sobre as três categorias obtidas**

#### **Categoria 1: A dificuldade na assimilação dos conceitos relacionados às Leis de Mendel**

A questão da dificuldade na assimilação referente aos conceitos aplicados diretamente às Leis de Mendel é algo amplamente visto em artigos que discutem tal dificuldade, como forma de compreender o que ocorre nesse âmbito. Bugallo Rodriguez (1995); Wood; Lewis; Leach; Driver (1998), Lewis; Wood Robinson, (2000) dizem que diversas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de verificar quais conhecimentos e qual compreensão tem os jovens sobre a genética no final dos anos escolares [...] os resultados obtidos são preocupantes, pois revelam que, muitas vezes, nem mesmo os conceitos básicos de genética são compreendidos.

Podemos confirmar essa preocupação quando verificamos a fala do aluno (03) em resposta à seguinte pergunta: Você já estudou as Leis de Mendel? Você as considera difíceis? E o aluno respondeu:

“Elas são complicadas, por que o assunto é bastante, abrangente, amplo... por conta de alguns conceitos... dá uma maior dificuldade pra que se entenda”.

Aluno 03

As dificuldades enfrentadas pelos alunos podem ser atribuídas a vários fatores e um deles é a questão das terminologias utilizadas em livros didáticos acerca de conceitos. Nesse sentido, Longden (1982) e Thomas (2000) também concordam que muitos problemas de aprendizagem de

Genética são oriundos de uma compreensão inadequada da terminologia. Estas dificuldades poderiam ser decorrentes de um ensino descontextualizado e baseado apenas na memorização.

Sabemos que muitos termos utilizados na Genética são similares como, por exemplo, genótipo/fenótipo, homocigoto/heterocigoto, dominante/recessivo. Se estas semelhanças não forem bem contextualizadas e destacadas, o aluno possivelmente não terá condições de perceber as diferenças ali presentes.

Podemos perceber um exemplo do que é afirmado acima ainda na fala do aluno 03 quando este respondeu à seguinte pergunta: Você teve alguma dificuldade em relação aos cálculos matemáticos, às leis de Mendel e seus enunciados? A resposta dele foi:

“Eu tive alguns problemas nos nomes de cada coisa, tipo proporção genotípica e fenotípica, eu já trocava [...]”.  
Aluno 03

Podemos observar que diretamente ligada a essa dificuldade de aprendizagem das Leis de Mendel está a dificuldade conceitual em que as terminologias estão ligadas, pois a relação de eventos com determinados nomes parecidos induz os alunos a um possível erro e, se não houver a compreensão correta dos nomes, haverá uma confusão entre os conceitos e suas aplicações. “Há também a questão do excesso de vocabulários utilizados sendo outra fonte de dificuldades [...]” (RODRIGUEZ, 1995). Como exemplo, temos as semelhanças entre os conceitos de mitose/meiose, que levam os alunos a confusões terminológicas.

O uso errôneo e ambíguo de termos da genética em livros didáticos é outra condição problemática. Como exemplo temos o uso indiscriminado de “gene” e “alelo”, sem esclarecer as diferenças de significado entre os dois termos (CHO et al., 1985). Utilizando mais um trecho de uma entrevista realizada com o aluno (01) do ensino médio temos um vislumbre do que acontece quando um conceito não é bem esclarecido. Perguntamos a ele: Você poderia discorrer sobre a primeira Lei de Mendel? Ele respondeu:

“Peraí que eu tô lembrando (risos), A primeira lei de Mendel fala que que, peraí, pausa aí por favor, (Risos), é que eu não tô lembrando fala sobre os genes né? É o par de alelos, um alelo é formado por, por dois genes, fala sobre a divisão dos...a porcentagem de pessoas que podem nascer de determinadas formas, Ah! Só isso que eu tô lembrando!”  
Aluno 01

Por esse motivo fica claro que o livro didático também possui um papel fundamental no processo de aprendizagem, pois os alunos estão inicialmente desenvolvendo a organização desses conceitos que são fundamentais para o aprendizado de Genética. Levando em consideração as causas aqui evidenciadas, a primeira causa das dificuldades acerca da aprendizagem das Leis de Mendel é atribuída às terminologias genéticas. No entanto, se as mesmas forem trabalhadas com cautela serão ferramentas úteis no ensino e na aprendizagem das Leis de Mendel.

Outro ponto destacado e que merece reflexão é a questão das incongruências presentes nas entrevistas. Nela, podemos observar que também há alunos que não possuem dificuldade na aprendizagem das Leis de Mendel. Destacamos aqui uma fala do aluno (06) que respondeu à seguinte pergunta: Você já estudou as Leis de Mendel? Você as considera difíceis?

“Não, eu não acho que é muito difícil não, por que são cálculos bem simples a teoria, ela é fácil de compreender, então depois que tu sabe resolver uma questão as outras vem mais fáceis então não acho que é um assunto difícil não”.  
Aluno 06

Na entrevista acima percebemos que determinados alunos apresentam certa facilidade no entendimento das Leis de Mendel. Essa facilidade, acreditamos, pode ser atribuída a diversos fatores, tais como: uma boa abordagem do conteúdo pelo professor em sala de aula, o domínio da matemática, principalmente do assunto de probabilidade, pois esta é um elemento essencial para a aprendizagem dos cálculos genéticos e o hábito de estudar constante e rotineiramente também pode facilitar o aprendizado desses conteúdos.

## **Categoria 2: Ausência do desenvolvimento de aulas práticas e dinâmicas por meio de materiais didáticos**

Sabemos que uma aula prática em laboratório ou o uso de recursos didáticos, como por exemplo, as ervilhas que Mendel utilizou em seus cruzamentos, pode ser utilizada como uma ferramenta didática para facilitar o processo ensino aprendizagem e se tornar um aliado de muito valor para a formação do aluno. A questão nesses termos aponta que é necessário rever a forma como se aborda o assunto nos ambientes escolares [...] (GOLDBACH,2006).

Ainda, segundo o autor supracitado, os alunos afirmam que, dentre os principais fatores que dificultam tal abordagem, está a carência de materiais didáticos [...] (GOLBACH, 2008). Observemos um trecho de uma entrevista do aluno (05) onde o mesmo relaciona o seu anseio sobre o assunto quando é feita a seguinte pergunta: [...] O que poderia melhorar em relação a recursos para você compreender melhor as aulas de genética?

“Aula dinâmicas por que ficar só na mesmice de ler e explicar no quadro acho que confunde um pouco a mente dos alunos. Então se fosse uma aula com bastante figuras e se o professor trouxesse materiais diversos... seria mais fácil o entendimento dos alunos por que só a teoria ela confunde, e na prática a pessoa aprende mais.”

Aluno 05

Através desse trecho podemos observar claramente a dificuldade que os alunos possuem em relação a aulas sem materiais didáticos ou sem recursos criativos, pois ela não se torna atrativa para eles. Sabemos que um adolescente não consegue prender sua atenção por muito tempo durante a aula, a não ser que seja uma aula atrativa e interessante.

No trecho da entrevista do aluno 05, citado acima, ele descreve claramente o que gostaria de ver, como exemplo, o professor trazer as ervilhas durante a aula. Concordamos com Sarmieri e Justina (2004) quando afirmam que dentre as necessidades apontadas por professores de Biologia, em formação inicial contínua, está a proposição de recursos didáticos visando facilitar o processo de ensino e de aprendizagem. Não somente os alunos falam sobre essa dificuldade, mas também os professores apontam a falta de recursos como um pressuposto negativo no processo de construção da aprendizagem.

Quando fizemos a pergunta especificamente ao aluno (03), ele discorreu claramente sobre o desejo de ter seu próprio material. Assim, lançamos a seguinte pergunta ao aluno: Esse apoio você poderia atribuir a quê? Material didático, o que mais ou menos?

“Seria muito bom a utilização de material didático por que pode estar com a gente aonde a gente for e precisar. Quando o professor solicitar já teríamos em mãos. O material didático serviria para exercitar e reforçar o que a gente aprendeu com o professor em sala”.

Aluno 03

Por outro lado, alguns alunos falam que não há necessidade de recursos didáticos como animações, plantas, ervilhas e etc. Dizem que somente a explanação da aula e a aplicação de bastantes exercícios possibilitariam o aprendizado de forma clara e positiva sem dificuldades, pois relataram

que o assunto é de fácil compreensão. Observemos a seguinte afirmação diante da pergunta feita para o aluno (06): Você poderia descrever ou citar algo que viesse contribuir de melhoria na aula, que pudesse te ajudar?

“Olha eu acho que para melhorar as aulas, serviria bastante exercício por que eu acho que, só na prática já dá para ti pegar bem. Porém, a resolução de muitos exercícios facilitaria a nossa aprendizagem”.

Aluno 06

Essa afirmação revela que há alunos que não sentem necessidade do uso de materiais didáticos mais elaborados, mas isso é atribuído ao modo pessoal de construção da aprendizagem de cada um, já que alguns precisam de um esforço maior para a compreensão das aulas e outros somente por meio do método tradicional resolvem suas dificuldades sem maiores conflitos.

### **Categoria 3: Dificuldades nos cálculos matemáticos expressivos relacionados ao quadro de Punnett**

Acreditamos que uma das dificuldades apontadas por alunos em relação ao ensino de genética, especificamente nas Leis de Mendel, são os cálculos matemáticos expressivos e também a construção do quadro de Punnett. Desenvolvido pelo geneticista inglês Reginald Punnett, o quadro de Punnett é construído desenhando-se uma grade e colocando os gametas produzidos por um genitor ao longo da margem superior e os gametas produzidos pelo outro genitor no lado esquerdo. Cada quadrado dentro da grade contém um alelo de cada um dos gametas correspondentes, gerando o genótipo da prole produzido pela fusão desses gametas. Pela simples contagem, podemos determinar os genótipos da prole produzida e suas proporções (ARAÚJO, 2013).

No primeiro contato dos alunos com a construção do diagrama (o quadro de Punnett) ocorreu uma certa resistência, pois é algo novo que os alunos nunca viram. Segundo Goldbach (2008), as dificuldades envolvidas com a resolução de problemas estão também relacionadas ao nível de habilidade matemática e capacidade analítica necessária para lidar com problemas de genética com sucesso.

Um dos pontos a serem destacados é a questão da estimulação das habilidades de analisar problemas, com segurança nos níveis algorítmicos do quadro de Punnett. Para embasar essa afirmação da dificuldade utilizamos um trecho da entrevista do aluno (05), onde o mesmo esclarece essa problemática e os entornos do problema. Quando fizemos a seguinte pergunta: Qual foi sua dificuldade ao se utilizar o quadro de Punnett? Obtivemos a seguinte resposta:

“Foi para decorar...esqueci o nome agora...as regrinhas do quadro de Punnett, que precisa de umas regrinhas pra montar foi pra decorar essa regras a minha primeira dificuldade”.

Aluno 05

É importante destacar que muitas vezes os professores dotam os alunos de estratégias e habilidades, por meio das quais eles se tornam aptos para resoluções de problemas e de exercícios, mas não criam neles a construção significativa do saber. Assim, os alunos acabam não compreendendo o significado do que aprenderam (OLIVEIRA, 2011). Os mesmos resolvem problemas, dão as porcentagens de probabilidades, no entanto, não sabem de que é nem em que se aplicam essas probabilidades.

Esta é uma situação muito comum que observamos diariamente. O aluno até pode saber fazer o cálculo matemático, no entanto, não sabe em que ele se aplica. Assim, é interessante mostrar a cada um deles o significado do que estão fazendo, ainda mais quando se trata de cálculos matemáticos genéticos.

É interessante destacar que durante o período das entrevistas e do acompanhamento dos alunos na resolução dos problemas genéticos percebemos que muitos deles não sentem dificuldade na interpretação e no uso do quadro de Punnett. Assim, lançamos a seguinte pergunta ao aluno (04): Você não considera os cálculos genéticos difíceis? Por qual motivo? E obtivemos a seguinte resposta:

“Eu acho que é mais questão de lógica as leis de Mendel por que se você prestar atenção é tudo cálculo simples, no máximo uma regra de três que você tem que fazer e você precisa usar mais a sua lógica dominando a teoria o resto todos os problemas que vão vir em vestibular logo do tipo você resolve por lógica”.

Aluno 04

Na fala desse aluno percebemos que a dificuldade nos cálculos genéticos é somente uma questão de prática e que os cálculos são simples. Sabemos que isso não depende da forma de ensino e, sim, é uma questão pessoal, pois é possível ao aluno compreender o assunto de forma mais abrangente, com maior facilidade, levando em consideração que essa forma de aprender é derivada de conceitos bem elaborados no passado.

### Considerações Finais

A partir da pesquisa realizada, podemos perceber que as dificuldades enfrentadas pelos alunos são diversas, variando desde o vocabulário específico às terminologias encontradas, o que foi destacado tanto nos estudos anteriores presentes nos artigos selecionados, como na fala dos alunos, as quais foram coletadas durante as entrevistas. As dificuldades encontradas nessa pesquisa a respeito do ensino e da aprendizagem das Leis de Mendel foram organizadas em categorias para compreender melhor o universo que as rodeia e buscar meios de superar estes desafios.

Acreditamos que essas dificuldades identificadas podem ser superadas por meio de mudanças na formação dos professores assim como por meio da aplicação de um conjunto de estratégias metodológicas e de ensino que contribuirão e facilitarão o processo de ensino e de aprendizagem do assunto.

### Referências

- APPOLINÁRIO, F. (2011). Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico. 2.ed. São Paulo: Atlas.
- ARAÚJO, R. Ponto Ciência. (2013). Acesso em 17 Agosto., 2016, <http://pontociencia.org.br/experimentosinterna.php?experimento=1075&O+QUADRO+DE+PUNNETT+FORMANDO+GENOTIPOS+E+FENOTIPOS>.
- BARDÍN, L. (2015). Análise de conteúdo. 70.ed. Lisboa.
- BAUER, M.; Gaskell, G. (2008). Pesquisa Qualitativa com Texto, Imagem e Som. London, 2008.
- BANET, E.; Ayuso, G. E. (2003). Teaching of biological Inheritance and Evolution of Living Beings in Secondary School. International Journal os Science Education. Barcelona, 2003, v.25. 373 – 407.
- BORGES, C. K. G. D. (2015). As leis de Mendel no ensino médio: Perspectivas e Desafios. Trabalho de Conclusão de Curso. AM, Manaus, 45.
- RICARDO, S. M. Bortoni. (2008). O professor – pesquisador: introdução á pesquisa qualitativa. São Paulo, Ed. Parábola Editorial, 2008.

- BRASIL ESCOLA. (2013). Acesso em: 17 abril., 2016., <<http://www.brasilecola.com/biologia/lei-mendel.htm.2013>>., 12:52.
- BUGALLO, R. A. (1995). *La didáctica de la genética: revisión bibliográfica*. Enseñanza de las Ciencias. v. 3, Barcelona, n. 13, p. 379-385.
- BRANDÃO, G. O.; Ferreira, L. B. M. (2009). O ensino de Genética no nível médio: a importância da contextualização histórica dos experimentos de Mendel para o raciocínio sobre os mecanismos da hereditariedade. *Filosofia e História da Biologia*. v. 4, p. 43-63.
- CÂMARA, R. H. (2013). Análise de conteúdo: da teoria à prática em pesquisas sociais aplicadas às organizações. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Gerais: Revista Interinstitucional de Psicologia, 2013. Acesso em 02 Jun. 2016, <http://www.fafich.ufmg.br/gerais/index.php/gerais/article/viewFile/306/284>>.
- CAMARGO, S. S.; Infante-Malachias, M. E. (2007). A genética humana no Ensino Médio: algumas propostas. *Genética na Escola*, v. 2, n. 1. Ribeirão Preto. p. 14-16.
- CHO, H. M.; Kahle, J.B. & Nordland, F.H. (1985). An investigation of high school biology textbooks as sources of misconceptions and difficulties in genetics and some suggestions for teaching genetics. *Science Education*, v.69, p.707-719.
- CORCOS, A. F.; Monaghan, F. V. (1993). Gregor Mendel's experiments on plants bybrids: a guided study. New Jersey: Rutgers University Press.
- GOLDBACH, T. (2006). Entre códigos, receitas e programas: as idéias sobre genes em diferentes contextos. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção (Área Difusão de Ciência & Tecnologia). COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abril.
- GOLDBACH, T.; El -Nāni, C. N. (2008). Entre Receitas, Programas e Códigos: Metáforas e Idéias Sobre Genes na Divulgação Científica e no Contexto Escolar. *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.1, n.1, p. 153-189, mar.
- GRIFFITHS, A. J. F. (1993). What does the public really need about genetics. *American Journal Humana Genetics*. p.52:230-2.
- JUSTINA, L. A. D.; Ferrari, N.; Rosa, V. L. (2000). Genética no Ensino Médio: temáticas que apresentam maior grau de dificuldade na atividade pedagógica. In: ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. 7 ed. São Paulo. USP, p. 794-795.
- LASWELL, H. (1927). Propaganda technique in the world was. Knof. New York, 1927.
- LEWIS, J.; Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance - do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, London, v. 22, n. 2, p. 177-195.
- LIMA, A.C.; Pinton, M. R. G. M.; & Chaves, A. C. L. (2007). O entendimento e a imagem de três conceitos: DNA, gene e cromossomo no ensino médio. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ABRAPEC – SC, Florianópolis, 2007.
- LORBIESKI, R.; Rodrigues, L. S. S.; & D´Arce; L. P.G. (2010). Trilha meiótica: o jogo da meiose e das segregações cromossômica e alélica. *Revista Genética na Escola*, 2010, 25-33.
- LONGDEN, B. (1982). Genetics: are there inherent learning difficulties? *Journal of Biological Education*, v. 16, n. 2, p. 135-140, sum.

- MINAYO, M. C. de S. (1998). O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. 5. ed. São Paulo: Hucitec – Abrasco.
- MARCONI, M. A.; Lakatos, E. M. (2010). Fundamentos de metodologia científica. 7<sup>a</sup>.ed. São Paulo: Atlas.
- MERGULHÃO, M. C. (1998). Zoológico: uma sala de aula viva. São Paulo. Universidade de São Paulo Dissertação de Mestrado em Educação. Universidade de São Paulo, p.144.
- MEIRELES, M. R. G.; Cendón, B. V. (2010). Aplicação prática dos processos de análise de conteúdo e de análise de citações em artigos relacionados às redes neurais artificiais. Londrina, v. 15, n. 2, p. 77 – 93.
- MELO, J.; Carmo, E. M. (2009). Investigações sobre o ensino de Genética e Biologia Molecular no Ensino Médio Brasileiro: Reflexões sobre as publicações Científicas. Ciência e Educação. Bahia, 2009. Acesso em: 07 jun. 2016, <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v15n3/09.pdf>.
- MOURA, J.; Deus, M. S.M.; Gonçalves, N. M. N.; Peron, A. P. (2013). Biologia/Genética: o ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão, Piauí, 2013, 167. Acesso em: 19 jul. 2015, [http:// file:///C:/Users/CARLA/Downloads/13398-72082-1-PB.pdf](http://file:///C:/Users/CARLA/Downloads/13398-72082-1-PB.pdf)>.
- MOZZATO, A. R.; Grzybovski, D. (2011). Análise de Conteúdo como Técnica de Análise de Dados Qualitativos no Campo da Administração: Potencial e Desafios. Rio Grande do Sul, 2011.
- NASCIMENTO, A. A. D.; Silva, A. B.; Silva, M. C.; Pereira, M. H. M. (2006). A significação do óbito hospitalar para enfermeiros e médicos. Revista RENE, Fortaleza, p.52 – 60.
- OLIVEIRA, A. R.; Daher, C. H.; Melo, F. A.; Nima, G. L. & Souza, M. A. A. (2002). Música no ensino de Língua Portuguesa. Publicatio – UEPG. Humanities, Applied Social Sciences, Linguistics, Letters and Arts. V. 10, n 1, p. 73-84. Acesso em: mar. 2011., <<http://www.revistas2.uepg.br/index.php/humanas/article/viewFile/16/13>>. PAVAN, O. H. O. et al. Evoluindo genética: um jogo educativo. 1. ed. Campinas: Ed. Unicamp, 1998.
- RICHADSON, R. J. (2014). Pesquisa Social: Métodos e Técnicas. 3. ed. Ed. Atlas: São Paulo, 2014.
- RODRIÍGUEZ, B. A (1995). La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. Enseñanza de las Ciencias, v. 13, p. 397-385.
- SARMIERI, V. S.; Justina L.A. (2004). Fatores inibidores da atividade pedagógica. In: Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, 12. Curitiba. ICD.
- SANDIN ESTEBAN, M. P. (2010). Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- SILVA, J. R. S.; Assis, S. M. B. (2010). Grupo focal e análise de conteúdo como estratégia metodológica clínica-qualitativa em pesquisas nos distúrbios do desenvolvimento. Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento, São Paulo, v.10, n.1, p.146-152.
- THOMAS, J. (2000). Learning about Genes and Evolution through Formal and Informal Education. Studies in Science Education, v. 35, p. 59-92.
- WOOD-ROBINSON, C.; Lewis, J.; Leach, J.; Driver, R. (1998). Genética y Formación Científica: resultados de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v.1, n.16, p.43-61.

YIN, R.K. (2010). Estudo de caso: planejamento e métodos. 4 ed. Porto Alegre. Bookman.