



**PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de  
Biologia em Rede Nacional**



**Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Biológicas**

# **BARALHO GENÔMICO COMO FERRAMENTA DE ENSINO DOS CONCEITOS DE GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO**

**Kelly Cristian de Oliveira Rodrigues.**

**Brasília, DF**

**2020**

**Kelly Cristian de Oliveira Rodrigues.**

**BARALHO GENÔMICO COMO FERRAMENTA DE ENSINO DOS CONCEITOS  
DE GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO**

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

Área de concentração: Novas práticas e estratégias  
pedagógicas para o ensino de Biologia.

Orientadora: Dra. Maria de Nazaré Klautau Guimarães.

**Brasília**

**2020**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

RR696b Rodrigues, Kelly Cristian de Oliveira  
Baralho Genômico como ferramenta de ensino dos conceitos  
de Genética no Ensino Médio / Kelly Cristian de Oliveira  
Rodrigues; orientador Maria de Nazaré Klautau Guimarães. --  
Brasília, 2020.  
66 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissional em Ensino  
de Biologia) -- Universidade de Brasília, 2020.

1. Baralho Genômico. 2. Estudo de Caso. 3. Reflexão da  
Prática Docente. 4. Ensino de Genética. I. Guimarães, Maria  
de Nazaré Klautau, orient. II. Título.

Kelly Cristian de Oliveira Rodrigues.

**BARALHO GENÔMICO COMO FERRAMENTA DE ENSINO DOS CONCEITOS  
DE GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia –  
PROFBIO - do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília como exigência  
para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Maria de Nazaré Klautau Guimaraes.  
Instituto de Ciências Biológicas – IB/UnB

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Jeane Cristina Gomes Rotta  
Faculdade UnB Planaltina – FUP/UnB

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Silviene Fabiana de Oliveira  
Instituto de Ciências Biológicas – IB/UnB

Aprovada em \_\_\_/\_\_\_/2020.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a mim mesma por não ter desistido, pois por várias vezes esse foi o meu pensamento. Agradeço à minha mãe, Eliani, que sempre foi um exemplo de mulher resiliente, para quem desistir nunca fez parte dos planos e que, onde quer que ela esteja, tenho certeza que está cheia de orgulho pela pessoa que me tornei. Agradeço ao meu pai, Bem, que, do jeito dele, sempre vibra com nossas conquistas. Agradeço aos meus irmãos, Kenia e João Paulo, que me têm como exemplo e que são a razão da minha vida. Agradeço ao meu esposo, Eduardo, que sempre me apoiou, me compreendeu e me deu todo o suporte necessário nessa trajetória. Agradeço a Fava, minha tia, que é uma fonte de inspiração e uma grande incentivadora. Agradeço aos meus amigos da Panelinha do Mestrado: André, Henrique, Neydson e Thiago; com vocês, as sextas-feiras eram sempre os melhores dias da semana. Vocês estarão na minha vida para sempre. E, por último, mas não menos importante, meu agradecimento especial vai para a professora Nazaré, minha orientadora. Passamos poucas e boas, nesses dois anos, e ela nunca perdeu o sorriso no rosto, o carinho na fala. Tinha sempre uma palavra amiga e uma preocupação além das suas funções. Obrigada, professora. Não poderia ter escolhido alguém melhor. Costumo falar que “quando crescer, quero ser como a senhora” e é verdade.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento: 001.

## RELATO DO MESTRANDO

Acredito que o ProfBio, como programa de mestrado para o ensino de Biologia, não cumpriu o seu papel, visto que o foco do mesmo não foi o ensino de Biologia, mas sim o conteúdo de Biologia.

A maneira como fomos avaliados durante o programa, me fez ter a certeza de que uma “prova” não é e nunca será o melhor instrumento avaliativo. Muitos colegas, excelentes profissionais, altamente capacitados e completamente comprometidos com o programa, ficaram para trás por causa dessa injusta avaliação.

Por outro lado, as discussões sobre os temas da Biologia, sobre metodologias e principalmente sobre práticas pedagógicas que tínhamos em sala de aula foram responsáveis pela minha transformação profissional. Nunca fui uma professora acomodada, mas o Profbio renovou minha energia, minha disposição e minha crença na educação.

Fiquei extremamente satisfeita e realizada ao perceber que consegui mudar a realidade que enfrento todos os anos, em minhas salas de aula, a partir do desenvolvimento do meu projeto. Tenho certeza que me inspirei com meus colegas e que me tornei uma profissional capaz de inspirar outros professores a perceber que nós podemos sim, fazer a diferença no processo de aprendizagem dos nossos alunos.

“Um grama de ação equivale  
a uma tonelada de teoria.”  
Friedrich Engels

## RESUMO

A aprendizagem dos conceitos de Genética é sabidamente uma das maiores dificuldades enfrentadas pelos estudantes. Pelo papel que os conceitos desempenham, sua aprendizagem tem sido objeto de muitas investigações. A inserção de modelos didáticos no processo de ensino e aprendizagem pode ser uma maneira de fazer a ressignificação desses conceitos. No presente trabalho, foi analisado o material didático Baralho Genômico para o ensino-aprendizagem dos conceitos de Genética no Ensino Médio. A partir da análise, adequações e aplicação desse material em sala de aula, foi possível fazer a reflexão da prática docente da pesquisadora. Além disso, foram produzidos dois materiais: 1) um vídeo explicativo sobre o Baralho Genômico com sugestões aos professores de modos de aplicação, que está disponível na plataforma do Youtube; 2) um estudo de caso para contextualizar os conceitos trabalhados, com a utilização do mesmo material. A aplicação do material didático em sala de aula facilitou a aprendizagem dos conceitos e também despertou o interesse, promovendo o trabalho em grupo. O estudo de caso permite dar seguimento à aprendizagem fomentando o questionamento, o planejamento e a análise de dados, com base nos fatos descritos em vários cenários, o que possibilita ao estudante usar as etapas da investigação científica. Esse conjunto de materiais didáticos analisados e produzidos forneceram uma nova estratégia de ensino-aprendizagem para os conceitos de Genética, no Ensino Médio.

**PALAVRAS-CHAVE:** Baralho Genômico; Estudo de Caso; Reflexão da Prática Docente; Ensino de Genética.

## **ABSTRACT**

Learning the concepts of Genetics is well known to be one of the greatest difficulties faced by students. Due to the role that these concepts play, their learning has been the subject of many investigations. The insertion of didactic models in the teaching and learning process can be a way to reframe these concepts. In this study, the Genomic Deck of Cards didactic material for teaching and learning the concepts of Genetics in High School was analyzed. From the analysis, adequacy and application of this material in the classroom, it was possible to reflect on the researcher's teaching practice. In addition, two materials were produced: 1) an explanatory video on the Genomic Deck of Cards with suggestions to teachers on how to apply it, which is available on the YouTube platform; 2) a case study to contextualize the concepts worked on, employing the same material. The application of this didactic material in the classroom facilitated the learning of concepts and also aroused interest, promoting group work. The case study enables continuous learning by encouraging questioning, planning and data analysis, based on the facts described in the different scenarios, which allows the student to use the stages of scientific investigation. This set of analyzed and produced didactic materials provided a new teaching-learning strategy on concepts of Genetics in High School.

**KEYWORDS:** Genomic Deck of Cards; Case study; Reflection on Teaching Practice; Teaching Genetics.

## LISTA DE FIGURAS

- Fig.1----** Cartas estruturais do Baralho Genômico.
- Fig.2----** Carta modelo do Baralho Genômico.
- Fig.3----** Cartas gênicas do Baralho Genômico.
- Fig.4----** Etapas da pesquisa.
- Fig.5----** Planejamento: Apresentação do BG e conceito de alguns termos genéticos.
- Fig.6----** Planejamento: Replicação do material genético e processos de divisão celular.
- Fig.7----** Planejamento: Transcrição do material genético e variações alélicas.
- Fig.8----** Planejamento: Histórico da Genética e Leis de Mendel.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>BNCC</b> -----	Base Nacional Comum Curricular
<b>BG</b> -----	Baralho Genômico
<b>CEAD/UnB</b> -	Centro de Educação à Distância da Universidade de Brasília
<b>DA</b> -----	Diário de aula
<b>GDF</b> -----	Governo do Distrito Federal
<b>IB/UnB</b> -----	Instituto de Ciências Biológicas - Universidade de Brasília

## SUMÁRIO

	APRESENTAÇÃO-----	12
1.	INTRODUÇÃO-----	14
2.	REFERENCIAL TEÓRICO-----	16
	2.1 – Ensino de Genética-----	16
	2.2 – Modelos Didáticos no Ensino-----	19
	2.3 – Material Didático Baralho Genômico-----	22
3.	OBJETIVO GERAL-----	25
	3.1 – Objetivos específicos-----	25
4.	METODOLOGIA-----	26
	4.1 – Produção do vídeo-----	32
	4.2 – Reflexão da prática docente-----	32
	4.3 – Desenvolvimento do estudo de caso-----	35
5.	RESULTADOS-----	37
	5.1 – Vídeo-----	37
	5.2 – Reflexão da prática docente-----	38
	5.3 – Estudo de caso-----	42
6.	DISCUSSÃO-----	57
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS-----	60
8.	REFERÊNCIAS-----	61

## APRESENTAÇÃO

Sou a mais velha de três filhos de uma falecida professora de Educação Infantil e de um sargento reformado do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. Minha mãe sempre lecionou em escolas particulares, fato esse que proporcionou a mim e a meus irmãos estudarmos nessas mesmas escolas, durante toda nossa vida escolar. A cada nova contratação de nossa mãe, mudávamos também de escola. Isso nos permitiu estudar nas melhores escolas particulares do Gama, cidade satélite de Brasília.

No Ensino Médio, tínhamos um grupo de estudo que se sustentou durante esses três anos. Os amigos desse grupo já diziam que eu seria professora quando crescesse, pois, com a mesma facilidade que eu aprendia os conteúdos, eu conseguia ensiná-los para eles. Nunca discordei deles, mas a intenção não era ser professora de Biologia, mais sim de Educação Física, porém isso desagradava profundamente minha mãe.

No último ano do colégio, tivemos uma notícia que mudou drasticamente o rumo de nossas vidas. Minha mãe foi diagnosticada com câncer de mama. Cirurgias e quimioterapias viraram rotina. O medo de perder minha mãe era tamanho que o fato de a deixar triste me partia o coração. Resolvi fazer vestibular para Biologia. Meu pensamento era fazer um curso no qual eu conseguiria aproveitar os créditos quando mudasse para o curso de Educação Física, a partir do momento que minha mãe estivesse curada.

Dois anos se passaram. A cada nova disciplina cursada, um encantamento surgia. Mas a ideia de mudar de curso ainda mexia comigo, mas a hora certa não havia chegado. Em 2000, cursando o quarto semestre, fui contratada como professora temporária da Secretaria de Educação do Distrito Federal, evento que mudou completamente a minha vida. Percebi que meu lugar como profissional bem-sucedida e realizada seria em uma sala de aula. Ao final desse ano, percebi que mudar de curso já não fazia parte dos meus planos. Notei o quanto eu poderia fazer a diferença para os alunos, ensinando Ciências e isso me deixou completamente entusiasmada.

No ano seguinte, fui contratada para lecionar Biologia em uma das escolas particulares onde havia estudado. Achei incrível o fato de me tornar colega dos meus antigos professores. As comparações que eram feitas com minha mãe, uma profissional extremamente comprometida com o trabalho que realizava, me deixava cada vez mais satisfeita com o caminho que tinha escolhido para minha vida profissional.

Em 2004, completamente rendida pela sala de aula, assumi o cargo de professora efetiva na Secretaria de Educação do Distrito Federal, sem abrir mão das aulas na escola

particular. Aproveitando o entusiasmo do término da graduação, iniciei o curso de especialização em Genética Humana, na UnB, disciplina que havia me conquistado de vez para a área da Biologia e me feito esquecer para sempre a Educação Física.

Foi a partir daí que a problemática no ensino de Genética começou a chamar minha atenção. Percebi que os conhecimentos científicos para essa área da Biologia mostram-se fragmentados e de forma mnemônica na escola, o que não leva os estudantes à sua real compreensão e extrapolação para sua vida cotidiana.

Mesmo tentando desenvolver melhor meu papel como professora, participando de cursos de formação continuada fornecidos pela Secretaria de Educação, uma insatisfação me dominava, percebi que não acompanhava mais todas as novidades na área da Biologia, nem tão pouco conseguia levá-las para a sala de aula. Corroborando com Zabala (1998, p.13) quando diz que “todos nós sabemos que entre as coisas que fazemos algumas estão muito bem feitas, outras são satisfatórias e algumas certamente podem ser melhoradas”, busquei alternativas para sanar essa insatisfação e descobri o ProfBio – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional, programa por meio do qual enxerguei a possibilidade de abrir meus horizontes, voltar para a Universidade e trocar experiências com professores que passam pelas mesmas dificuldades que eu sentia.

Por essas razões espero, por meio do desenvolvimento deste trabalho, refletir sobre minha prática docente e construir uma proposta de atividade que tornem mais efetivas as aulas de Genética e conteúdos relacionados à área..

## 1 – INTRODUÇÃO

A partir da bibliografia levantada para este projeto, destaca-se que uma das maiores dificuldades de ensinar e propiciar o aprendizado do aluno em relação a alguns conceitos de Genética, deve-se à elevada complexidade e à necessidade de abstração requerida para aprender esses conteúdos, os quais fogem a um acesso sensorial direto, ou seja, às suas experiências vivenciadas cotidianamente (CID; NETO, 2005). Devido a importância que a aprendizagem dos conceitos desempenham, essa tem sido objeto de muitas investigações e esta se dá tanto em situações escolares, como em atividades que ocorram extraclasse (BRITO, 2018).

Ensinar Genética implica em interligar conteúdos, aliar cálculos com situações cotidianas e para isso o professor precisa utilizar diferentes metodologias para que seu discurso seja compreendido (KRASILCHIK, 1986). Giordan e Vecchi (1996, p. 9) abrem seu livro com a seguinte frase: “Felizmente, o problema da transmissão dos conhecimentos está, enfim, exposto à plena luz do dia.” Mais de duas décadas se passaram e ainda nos deparamos com esse mesmo problema. Os autores apontam “que a maior parte do saber científico, ensinado durante a escolaridade, é esquecida após alguns anos, algumas semanas até..., se é que foi realmente adquirida alguma vez” (p.9).

A aprendizagem dos conceitos de Genética pelos estudantes vem sendo muito estudada, assim como várias pesquisas têm sido realizadas com esse mesmo objetivo (LEWIS; LEACH; WOOD-ROBINSON, 2000; LEWIS; WOOD-ROBINSON, 2000). Neste contexto, Brito (1996) aponta que um dos papéis da escola é o ensino de conceitos, pois é corrente a ideia de que é a partir da formação desses que o estudante conseguirá aprender os princípios e resolver problemas que os envolvam. Portanto, é necessário que o ensino de Genética seja desenvolvido em uma perspectiva que vá além da memorização de conceitos e favoreça o contexto vivenciado pelos estudantes. Complementando esse pensamento, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propõe:

... a superação da fragmentação radicalmente disciplinar do conhecimento, o estímulo à sua aplicação na vida real, a importância do contexto para dar sentido ao que se aprende e o protagonismo do estudante em sua aprendizagem e na construção de seu projeto de vida. (BRASIL, 2017, p. 15)

Neste sentido, escolhemos como material didático, o Baralho Genômico publicado na revista Genética na Escola (COSTA et al., 2017), para nos auxiliar no desenvolvimento dos principais conceitos relacionados ao conteúdo de Genética, com a finalidade de tornar mais

efetiva a sistematização do conhecimento, visto a deficiência de pré-requisitos com que os estudantes chegam na última série do Ensino Médio. A escolha pelo material deve-se ao fato de se enquadrar perfeitamente à realidade da escola onde trabalho e na qual será realizada a pesquisa.

## 2 – REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 - Ensino de Genética

Nas últimas décadas, passamos a receber, pelos meios de comunicação, notícias do grande avanço científico no campo da Genética, essa ciência extremamente multifacetada. A partir dessas descobertas, campos e linhas de pesquisa foram se desenvolvendo, como, por exemplo, a genética médica, a terapia gênica, o aconselhamento genético, o melhoramento genético de espécies, a preservação de espécies ameaçadas de extinção, a taxonomia molecular de animais e de microrganismos, a genética forense, a toxicogenética, a epidemiologia genética, entre outros.

Frequentemente, percebemos que temas relacionados a essa ciência encontram-se integrados ao cotidiano da sociedade contemporânea e tornam-se manchetes de noticiários, o que acaba repercutindo em nossas salas de aula, especialmente no Ensino Médio. Hoje, não conseguimos e nem podemos mais falar de Genética simplesmente abordando as pesquisas com ervilhas feitas por Gregor Mendel. Para Francisco (2005, p.10), “negar a relação existente entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, é negar, por conseguinte, a nossa própria forma de viver e pensar o mundo”. A sociedade moderna pede um novo olhar para questões do processo educativo e para isso a escola precisa estar atenta às demandas da mesma. Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

“No novo cenário mundial, reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável requer muito mais do que o acúmulo de informações. Requer o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimento para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades. (BRASIL, 2017, p.14)

Ainda que os estudantes demonstrem interesse por temas ligados à Genética, eles apresentam uma grande dificuldade no aprendizado dos conceitos, o que prejudica a compreensão da maioria dos processos biológicos. Temp e Bartholomei (2018) relatam que os estudantes carregam concepções veiculadas principalmente pela mídia, pelas relações familiares e com amigos, e que essas concepções, muitas vezes distorcidas, dificultam o aprendizado. Klautau-Guimarães et al. (2008) apontam que reconhecer essas concepções errôneas relacionadas à Genética é fundamental para que ocorra o aprendizado mais efetivo e

duradouro de temas ligados a esta ciência. Goldback (2008) chama a atenção para o fato de que ensinar e divulgar Genética é tão importante quanto difícil.

Do ponto de vista dos estudantes, os conteúdos de Genética relacionados ao material genético, sua dinâmica de transmissão, alterações e interações, são os mais importantes, mas também os mais difíceis de serem aprendidos. Tais dificuldades devem-se à falta de aplicabilidade e à necessidade de abstração que esses conceitos exigem. (MELLO; CARMO, 2009).

Neste contexto, Justina e Ferla (2006) mencionam que, para se posicionar diante dessas indagações fornecidas pelos avanços científicos e tecnológicos da Genética, os cidadãos necessitam de uma base de conhecimento, que deve ser ensinada na escola, na educação científica. Para isso, são necessários fatores que possibilitem a efetiva aprendizagem de ciências na educação básica, com a abordagem dos conteúdos ocorrendo de maneira diversificada, subsidiando uma aprendizagem que tenham mais significados .

“nesse sentido, tomando como pontos de partida, não só a importância de se considerar os conhecimentos prévios ao conhecimento científico que os estudantes carregam consigo e suas implicações na formação de conceitos, como também o fato de considerarmos primordial que o professor desenvolva consciência sobre a pluralidade de significados que um conceito a ser ensinado pode adquirir”. (BRITO 2018, p. 19)

A escola continua a ser o principal lugar onde os estudantes podem ter acesso à aprendizagem estruturada dos conceitos científicos, com vista à apropriação de um conhecimento sólido e produtivo que possa ser utilizado no cotidiano em uma perspectiva cidadã (CID; NETO, 2005). Os autores afirmam, ainda, que só “esse tipo de conhecimento poderá permitir aos alunos, enquanto futuros cidadãos de pleno direito, tirarem proveito da informação veiculada diariamente pelos meios de comunicação”(p. 1).

Para Melo e Carmo (2009),

“a análise dos conhecimentos e da compreensão da Genética por parte dos jovens estudantes vem sendo muito investigada, assim como pesquisas têm sido realizadas com esse objetivo, atentando para a percepção de problemas propostos que envolvam o uso de novas tecnologias genéticas, em contextos variados, em questões suscitadas nessa área do conhecimento biológico” (p. 595).

Cid e Neto (2005) apontam que o entendimento dessas dificuldades e dos contextos em que essas surgem pode constituir um fator importante para que o professor possa ser capaz de estruturar, organizar e apresentar os temas de forma adaptada às capacidades e interesses dos estudantes.

Podemos, aqui, citar alguns trabalhos sobre o ensino de Genética, de expressão internacional e outros no âmbito nacional, como os trabalhos de Stewart (1982), Bugallo

(1995), Bannet e Ayuso (1995), Bahar e Johnstone (1999), Ayuso e Bannet (2002), Pedrancini et al. (2007), Ladelfo et al. (2012), Franzolin e Bizzo (2012), Giacoia et al. (2014), Temp e Bartholomei (2018). Além disso, o tema específico “Ensino de Genética e afins” está presente em uma parcela significativa dos trabalhos defendidos em programas de pós-graduação, no Brasil, no período de 1972 a 2004, e na área de ensino de Biologia. Os principais temas abordados nas dissertações e teses envolvem o ensino da hereditariedade, com suas bases citológicas, genéticas, moleculares, evolutivas, além de suas aplicações biotecnológicas e implicações éticas (SARDINHA, 2009).

Temp e Bartholomei (2018, p.88) investigaram como os professores de Biologia definem aprendizagem em Genética: “para os professores, aprender Genética se relaciona com questões cotidianas, relacionar Genética com conteúdos de outras séries e a capacidade de abstrair e compreender a relação do DNA com o funcionamento celular e a expressão do fenótipo”. As autoras mencionam ainda que os professores pesquisados têm uma visão de aprendizagem que se afasta de um modelo apenas conteudista ligado à memorização de conceitos. Um dos pontos de partida para transformar o ensino de Genética é associar ao conteúdo do aprendizado, elementos da cultura e da vivência cotidiana dos educandos, da escola e de sua comunidade. Isso, de fato, não delimita o alcance do conhecimento tratado, mas dá significado ao aprendizado, garantindo um diálogo efetivo.

Temos que considerar, que, mesmo com todas essas dificuldades, os estudantes carregam consigo uma bagagem cultural de conhecimentos prévios que devem ser utilizados em sala de aula. É importante que haja uma apropriação do conhecimento com qualidade, buscando garantir uma fundamentação teórico-prática consistente. Para a BNCC (2017, p.463), “em lugar de pretender que os estudantes apenas aprendam o que já sabemos, o mundo deve lhes ser apresentado como campo aberto para investigação e intervenção quanto a seus aspectos sociais, produtivos, ambientais e culturais”. Convidados a falar sobre suas ideias para explicar determinado acontecimento e a confrontá-las com outras explicações, os estudantes podem perceber as limitações de suas ideias e a necessidade de complementá-las com novas informações, assim sendo, estarão em movimento de ressignificação. Nesse momento, o professor pode intervir de maneira a fazer com que o estudante perceba a relação entre os diferentes sistemas explicativos para um mesmo conjunto de fatos e fenômenos (DELIZOICOV et al., 2002).

O ensino de Biologia promove o encontro dos estudantes com muitos conceitos e, por vezes há um conflito entre esses conceitos e as ideias construídas pelo senso comum sobre esses fenômenos biológicos (SILVEIRA, 2008).

Silveira (2008) chama a atenção dizendo que o professor, nesse sentido, deve apresentar-se como um mediador que pode proporcionar situações para o estudante desenvolver seu repertório de representações para um campo conceitual por meio da elaboração de esquemas mentais, em ordem crescente de complexificação. São essas situações que darão sentido aos conceitos. Quanto mais situações forem apresentadas pelos professores, mais significativos se tornarão os conceitos para os estudantes.

Nesse sentido, Cid e Neto (2005, p. 4) estabelecem algumas orientações para o ensino de Genética:

- “Diagnóstico das ideias prévias dos alunos e utilização de esquemas para a resolução de problemas que explicitem os mecanismos de resolução e a sua relação com conceitos.”
- “Apresentação dos princípios e dos conceitos da genética de forma a serem óbvias as relações entre os conceitos, nomeadamente entre as estruturas básicas – célula, núcleo, cromossomo, gene, DNA.”
- “Explicitação da relação entre os processos – mitose – meiose e fecundação – os ciclos da vida e continuidade da informação genética”.
- “Abordagem dos conceitos, do simples para o complexo: à medida que os alunos vão dominando os conteúdos, a sua formulação deve tornar-se mais complexa, apresentando problemas divergentes, proporcionando a formulação de hipóteses alternativas.”
- “Iniciação dos problemas com situações simples e de interesse para os alunos, promovendo coleta de dados.”
- “Apresentação de problemas destinados a que os alunos aprendam o algoritmo (exercício), mas também problemas autênticos que impliquem, entre outras tarefas, analisar dados, emitir hipóteses explicativas ou interpretar resultados.”
- “Clarificação da passagem do macronível para o micronível, de tal forma que os alunos sejam capazes de ver os conceitos como parte de um todo”.

## **2.2 - Modelos Didáticos no Ensino**

A incorporação de modelos didáticos no processo de ensino e de aprendizagem pode ser uma das maneiras de fazer a ressignificação dos conceitos e dos conteúdos (JUSTINA; FERLA, 2006). Pavan (1998) aponta que é importante o emprego de ferramentas para tornar o processo de aprendizagem de conceitos mais efetivo e dinâmico, pois a dinamização desses meios pode promover uma melhora no aprendizado dos estudantes. Barros e Belmiro (2017) relatam que por ser de difícil entendimento, os conceitos empregados no ensino de Genética, o professor pode utilizar práticas que ajudem no processo de apropriação do conhecimento.

Sendo assim, práticas diversificadas de ensino que englobem jogos, modelos e arte, apresentam-se como eficazes para serem utilizadas durante o fazer pedagógico.

A inserção de novos métodos educacionais é importante, visto que, no geral, as aulas de ciências costumam ser basicamente informativas e expositivas, o que favorece o não desenvolvimento de competências importantes para o estudante, tais como: observação, tomada de decisões, formulação de hipóteses e inferências (LUCCHINI, 2009).

Considerando as motivações e os interesses dos educandos em interagir e expressar-se, as atividades lúdicas, como jogos e modelos didáticos, podem ser ótimas oportunidades de integrar prazer ao conhecimento, visto que esses materiais auxiliam na promoção do entusiasmo sobre o conteúdo a ser ensinado. (CAMPOS et al., 2009).

Os modelos didáticos promovem ao estudante o protagonismo do processo ensino-aprendizagem, conforme descrito por Ausubel (1980). Com eles, aprender significativamente resulta na reconfiguração e ampliação das ideias preexistentes na estrutura mental e na capacidade de relacionar e acessar novos conteúdos.

Ao professor cabe estimular o potencial do estudante, fazendo com que o lúdico facilite a aprendizagem significativa dos conceitos que desejam ser trabalhados, porém devemos ficar atentos ao que diz Luckesi (2014, p. 15): “de fato, por si, uma atividade não é lúdica nem “não-lúdica”. Pode ser, ou não, a depender do estado de ânimo de quem está participando, assim como da circunstância em que participa da atividade”. Para o autor, a ludicidade é um estado interno e não é igual para todos, então, algumas atividades poderão ser classificadas por chatas para um, mas lúdicas para outros.

Verificada a necessidade de alterações no ensino de Ciências Naturais, as atividades lúdicas podem ser entendidas como práticas capazes de promover o raciocínio científico, buscando o desenvolvimento do estudante e do contexto de ensino-aprendizagem (CABRERA, 2007).

Para que os estudantes desenvolvam atividades propostas pelos professores, eles necessitam ser mobilizados e para isso faz-se imprescindível a percepção de uma associação entre o conteúdo e situações cotidianas (BARNI, 2010). Barros e Belmiro (2017) relatam que a utilização de materiais didáticos, além de propiciar essa associação também é capaz de estimular a criatividade do estudante a partir do desenvolvimento de habilidades cognitivas. Para Ferreira e Justi (2005), o estudante tornar-se-a protagonista do processo de apropriação do conhecimento a partir do momento que se engajar em atividades que desencadeiam um raciocínio crítico sobre o assunto em pauta.

Atualmente, faz-se necessária a utilização de recursos didáticos, que favoreçam o processo de ensino-aprendizagem e, principalmente, desencadeie o interesse dos estudantes.

Vários são os artigos que dão ênfase às atividades práticas como um valioso instrumento de ensino. Manprim (2007) constatou, em sua pesquisa, que os professores tinham conhecimento da importância das atividades experimentais nas aulas de Biologia, relatando que esta forma de ensino promove condições para que o estudante reconheça situações de aprendizagem, que aproximam sua relação com o que está acontecendo no seu cotidiano, levando-o a unir a teoria à prática, ou seja, passando do abstrato para o concreto.

O uso de jogos didáticos pode fazer parte dos recursos de ensino, pois apresentam baixo custo, são fáceis de serem manipulados, e além de serem estimulantes promovem o desenvolvimento das relações sociais e do desejo de aprimorar seus conhecimentos (JANN; LEITE, 2010). Para as autoras, além das vantagens já citadas, a utilização de jogos didáticos ajuda a resolver problemas como o desestímulo, a falta de recursos e aulas repetitivas. Mais ainda, desenvolvem habilidades cognitivas importantes, por meio da solução de problemas, percepção, criatividade, raciocínio rápido e relacionado ao desenvolvimento de habilidades que promovem o amadurecimento do estudante e a apropriação do conhecimento.

Podemos citar alguns autores que descrevem que os jogos didáticos utilizados em sala são ferramentas de motivação, complementação e fixação de conteúdos, entre eles, Tarouco et al. (2004), Martinez et al. (2008), Neves e Neves (2016). Há, ainda, as publicações da revista *Genética na Escola*, que traz uma seção chamada “Material Didático”. Essa seção tem a intenção de divulgar materiais inéditos que possam promover aprendizagens tanto de conteúdos conceituais como de conteúdos procedimentais e atitudinais.

Diante das pesquisas acadêmicas identificadas, percebe-se que é necessário inserir diversificadas metodologias didáticas no ensino de Genética e suas aplicações, rompendo-se assim com o paradigma fragmentado dos métodos tradicionais que circundam o espaço escolar (BELMIRO; BARROS, 2017). Os autores mencionam, ainda, que o ensino de Genética por meio da práxis e seus conteúdos inerentes podem oferecer aos alunos competências indispensáveis para se desenvolver uma postura crítica acerca dos fatos cotidianos. Entretanto, a simples implementação de um jogo não garante a aprendizagem, para isso, ele precisa ser educativo, pensado e planejado (PEDROSO, 2009). Zanon et al. (2008), chamam a atenção para o fato de que um jogo só pode ser considerado educativo se desenvolver habilidades cognitivas, como a resolução de problemas, raciocínio e criatividade.

Os materiais didáticos podem, então, ser considerados instrumentos sugestivos e convenientes na prática docente frente a abordagem de conteúdos que se mostram de difícil assimilação pelos estudantes. Assim, o apoderamento e a aprendizagem de conceitos e conteúdos são facilitadas quando se materializam em atividade lúdica.

### **2.3 - Material Didático: Baralho Genômico**

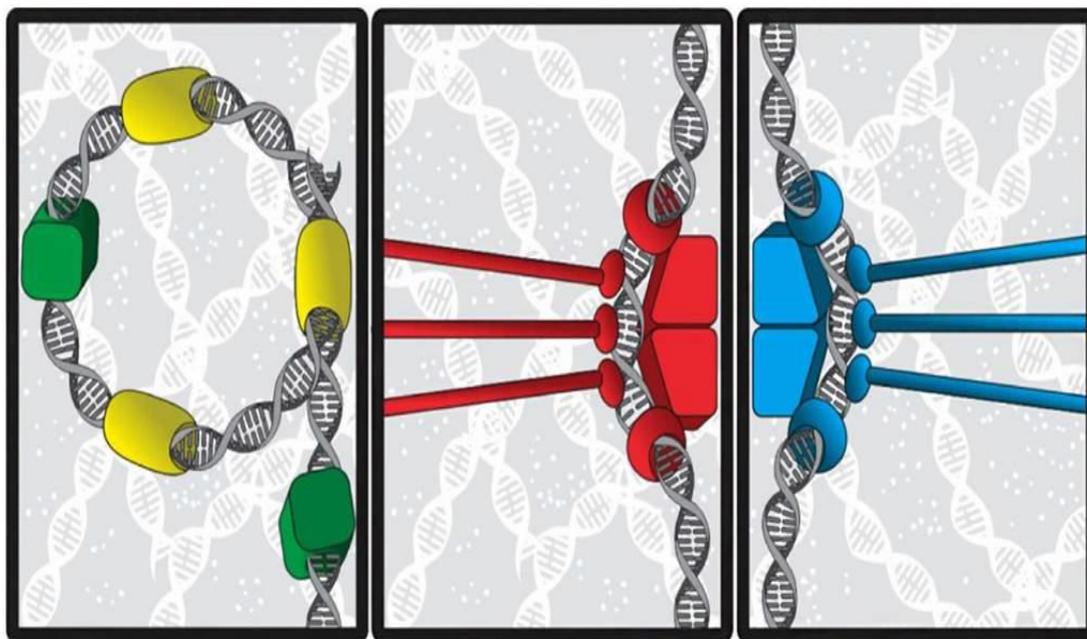
O material didático selecionado para o desenvolvimento deste trabalho foi o Baralho Genômico (BG): desembaralhando os conceitos de Genética. Esse material constitui-se de um conjunto de cartas com representações das estruturas do material genético, que vão desde um nucleotídeo até um par de cromossomos homólogos. Esse material didático foi publicado na revista *Genética na Escola* (COSTA et al, 2017) e permite trabalhar a organização de diferentes genes ao longo do cromossomo, bem como visualizar a natureza das variações alélicas. As atividades sugeridas priorizam a construção da relação entre as estruturas micro e macro do material genético de maneira interativa, buscando estimular a autonomia de estudo dos estudantes.

O Baralho Genômico é de fácil reprodutibilidade e tem como objetivo principal promover a relação entre os conceitos fundamentais de Genética por meio da manipulação das cartas (COSTA et al., 2017). Esse material vem ao encontro do que diz Lewis et al. (2000). Os autores sugerem que, para os estudantes criarem uma estrutura de conceitos coerentes que lhes permita um melhor entendimento da Genética e da hereditariedade, eles precisam chegar a um alto nível da compreensão da relação entre estruturas básicas, em particular da ligação física entre genes e cromossomos. Portanto, é necessário que os professores façam isso da maneira mais clara possível, pois sendo assim, os estudantes compreenderão o modo como, por exemplo, os processos de mitose, de meiose e da fecundação resultam numa continuidade de informação genética dentro e entre organismos.

O material didático Baralho Genômico, já publicado, possibilita que as cartas sejam impressas e consiste de: seis cartas estruturais (Figura 1), que representam os quatro telômeros e os dois centrômeros de um par de cromossomos homólogos e 48 cartas gênicas (Figura 2), que representam seis genes hipotéticos. Em cada gene são apresentadas quatro variações alélicas, representadas em um éxon. No conjunto de variações alélicas estão representadas inserções, substituições e deleções (Figura 3).

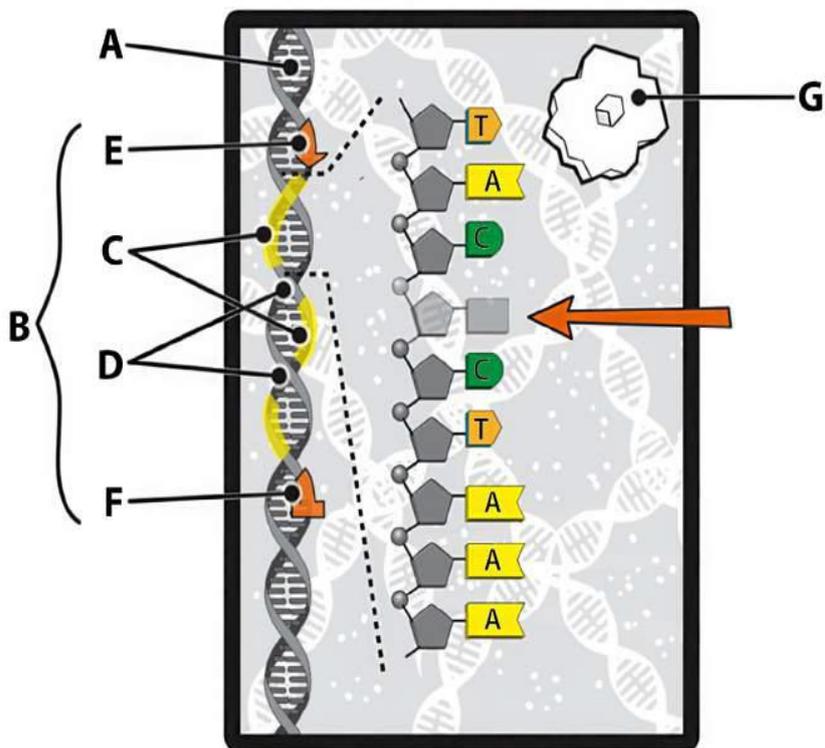
O Baralho Genômico pode ser utilizado de diferentes formas, conforme as expectativas e a criatividade do grupo que for aplicá-lo. As atividades visam ao trabalho em grupo e ao estímulo à autonomia de estudo, discussões e troca de ideias.

**Figura 1. Cartas estruturais:** representação do telômero, centrômero materno (vermelho) e centrômero paterno (azul).



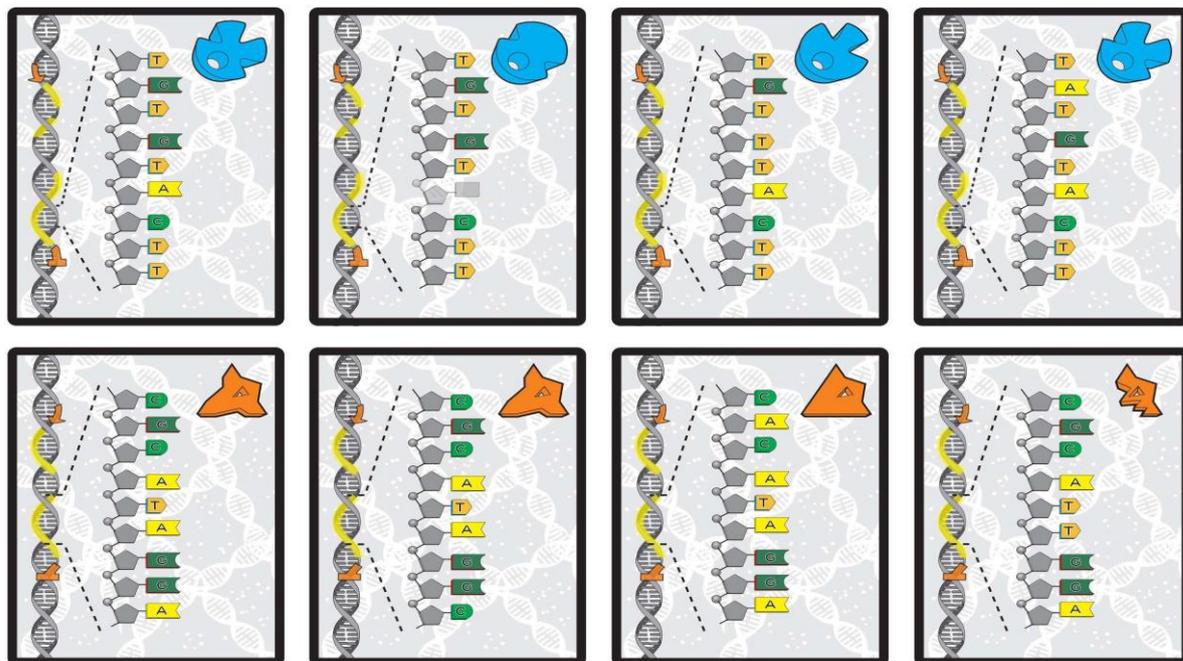
Fonte: (COSTA et al., 2017)

**Figura 2. Carta modelo:** nela são identificados a molécula de DNA (A), a estrutura de um gene (B), os éxons (C), os íntrons (D), a região de início da transcrição (E), a região terminadora (F), o produto de gene (G). A grande seta indica a deleção de um nucleotídeo.



Fonte: (COSTA et al., 2017)

Figura 3. Cartas gênicas: representam os genes da proteína azul, da proteína laranja e seus respectivos alelos.



Fonte: (COSTA et al., 2017)

### **3 – OBJETIVO GERAL**

Propor a aplicação do material didático Baralho Genômico no ensino dos conceitos de Genética, no contexto do Ensino Médio.

#### **3.1- Objetivos específicos:**

- a) Elaborar um planejamento pedagógico da aplicação do Baralho Genômico, no contexto do Ensino Médio e produzir um vídeo para divulgação desse material;
- b) Aplicar o planejamento pedagógico, nas turmas de Ensino Médio e fazer a reflexão da prática docente;
- c) Desenvolver um estudo de caso que envolva a utilização do material Baralho Genômico numa perspectiva de desenvolvimento das aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais.

#### 4 - METODOLOGIA

Atualmente, a importância atribuída à reflexão como competências profissionais individuais e necessárias para o desenvolvimento profissional, nos leva à necessidade de procurar instrumentos de coleta e análise de informações relativas às próprias práticas que nos permitam revisá-las e reajustá-las, caso seja necessário (ZABALZA, 2004).

Para alcançar nossos objetivos, configuramos um embasamento metodológico qualitativo. Na pesquisa em ensino de Ciências, essa metodologia é importante porque posiciona a educação como um processo interativo, que acontece na relação entre professores, estudantes e conceitos científicos, além de permitir uma ação reflexiva do pesquisador e da pesquisa (MOL, 2017).

Dentre as metodologias qualitativas, optamos pela pesquisa-ação, por tratar-se de “pesquisas nas quais há uma ação deliberada de transformação da realidade; pesquisas que possuem duplo objetivo: transformar a realidade e produzir conhecimentos relativos a essas transformações” (BARBIER, 2007, p.17).

Tais pesquisas fazem uso de um plano experimental, que envolve atores em seu próprio campo de atuação. A pesquisa-ação serve de instrumento de mudança social, pois está mais interessada no conhecimento prático do que no conhecimento teórico (BARBIER, 2007).

Para Barbier (2007, p.60), “o método da pesquisa-ação é o da espiral com suas fases: de planejamento, de ação, de observação e de reflexão, depois de um novo planejamento da experiência em curso. Isso significa que todo avanço em pesquisa-ação implica o efeito recursivo em função de uma reflexão permanente sobre a ação”.

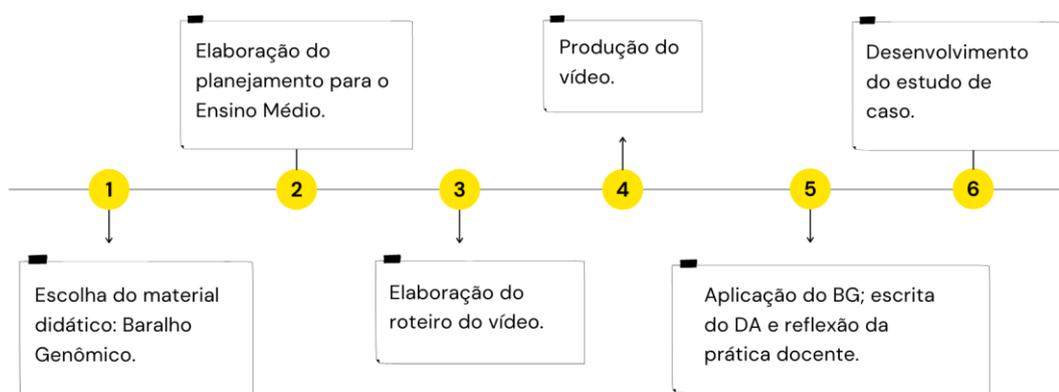
A pesquisa-ação visa à mudança de atitudes, de situações, de práticas. Pensando nisso, para cada um dos objetivos específicos do trabalho, realizamos os diferentes momentos que compõem esta pesquisa (Fig. 4):

- 1- Planejamento: A produção do vídeo foi realizada por meio da elaboração de um roteiro de aplicação, baseado nas propostas do artigo original do Baralho Genômico, com estratégias adequadas para a utilização e aplicação do mesmo, no contexto do Ensino Médio. O intuito do vídeo foi promover a divulgação do material, a familiaridade visual e apresentar essas estratégias para os professores de Ensino Médio.
- 2- Ação: A execução técnica e a produção do vídeo foram realizadas com a colaboração da equipe de multimídia do Centro de Educação à Distância da Universidade de Brasília - CEAD/UnB.

- 3- Observação: Foi vivenciado na prática docente a utilização do material didático Baralho Genômico. Essa vivência foi realizada por meio da aplicação das estratégias propostas no planejamento. Toda essa vivência foi registrada no diário de aula (DA) que a posteriori serviu de base para a reflexão da prática docente.
- 4- Reflexão: A partir da reflexão dessas experiências e de acordo com as diretrizes curriculares, foram desenvolvidas atividades didáticas que envolvam a utilização do Baralho Genômico e facilite o entendimento dos conceitos de Genética.

**Figura 4. Etapas da pesquisa:** etapas de desenvolvimento do trabalho.

## Etapas da pesquisa



Fonte: elaboração da autora

A partir das estratégias de aplicação do material, elaboramos o planejamento didático composto por quatro momentos (Figuras 5, 6, 7 e 8) que norteou todo o trabalho com o Baralho Genômico, ou seja, a roteirização do vídeo, a aplicação das estratégias em sala de aula e o desenvolvimento do estudo de caso. Essas adequações nas estratégias de utilização do material foram feitas com o intuito de promover o ensinamento dos conceitos de Genética de uma maneira que o estudante participasse ativamente na apropriação do conhecimento, de uma maneira contextualizada, ilustrativa e concreta.

Esse planejamento baseou-se nas competências e habilidades propostas pela BNCC (BRASIL, 2017) e no conteúdo programático estabelecido pela matriz curricular de Ciências da Natureza do Currículo em Movimento da Educação Básica – Ensino Médio do GDF.

Cada momento refere-se a uma aula dupla (100 minutos). A aplicação do material foi planejada para o início de cada semestre letivo, com as 13 turmas de 3º anos do Ensino Médio, na disciplina de Biologia.

**Figura 5. Planejamento:** Apresentação do BG e conceitos de alguns termos genéticos.

# MOMENTO 1

## Significado de Genética

Objetivos:	Atividades:
 Apresentar: <ul style="list-style-type: none"><li>• Baralho Genômico (BG);</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Formulação dos conceitos dos termos 'Genética' e 'gene';</li><li>• Apresentação e identificação das cartas do BG;</li><li>• Associação entre o BG e Citologia;</li><li>• Revisão sobre os componentes celulares;</li><li>• Identificação das estruturas relacionadas nas cartas do BG;</li><li>• Identificação da estrutura do DNA, usando o BG;</li></ul> 
 Revisar: <ul style="list-style-type: none"><li>• Citologia - componentes celulares, nucleotídeos e ácidos nucléicos;</li></ul>	
 Conceituar: <ul style="list-style-type: none"><li>• Genética e seus principais termos;</li></ul>	
 Relacionar: <ul style="list-style-type: none"><li>• Baralho Genômico com Citologia e Genética.</li></ul>	

### Estratégias pedagógicas e ferramentas:

- Local: sala de aula (sala ambiente);
- Materiais: data show, notebook, quadro branco, pincéis e BG;
- Aula dialogada com o uso de projeção de imagens via multimídia e utilização do BG.

Fonte: elaboração da autora.

# MOMENTO 2

## Transmissão de características

### Objetivos:



Conhecer e classificar:

- Estrutura de cromossomos;



Revisar:

- As fases do ciclo celular;
- O processo de replicação do material genético;
- A importância dos processos de divisão celular;
- Mecanismo do crossing-over



Diferenciar:

- Cromossomos homólogos e cromátides-irmãs;

### Atividades:

- Diferenciação do material genético nos seus diversos níveis de condensação;
- Identificação e classificação de cromossomos;
- Simulação dos diferentes tipos de cromossomos, com o BG;
- Simulação da replicação do material genético, com o BG;
- Simulação do comportamento dos cromossomos homólogos nas diferentes etapas dos processos de divisão celular, com o BG;



### Estratégias pedagógicas e ferramentas:

- Local: sala de aula (sala ambiente);
- Materiais: data show, notebook, quadro branco, pincéis, BG, carteiras dos alunos, celular para fotografar;
- Aula dialogada a partir de uma pergunta norteadora, com o uso de projeção de imagens via multimídia e utilização do BG.
- Pergunta norteadora:

**Agora que já sabemos que as características dos seres são expressas a partir do seu DNA, como elas são transmitidas de uma geração a outra?**

Figura 7. Planejamento: Transcrição do material genético e variações alélicas.

# MOMENTO 3

## Expressão de características

### Objetivos:



Entender:

- O processo de transcrição do material genético;



Conhecer:

- A tabela do código genético;



Identificar:

- As variações alélicas;



Diferenciar:

- Genótipo e fenótipo;

### Atividades:

- Simulação do processo transcripcional, com o BG;
- Apresentação da tabela do código genético;
- Identificação das variações alélicas, a partir das cartas do BG;
- Diferenciação dos termos genótipo e fenótipo;



### Estratégias pedagógicas e ferramentas:

- Local: sala de aula (sala ambiente);
- Materiais: data show, notebook, quadro branco, pincéis, BG, carteiras dos alunos, celular para fotografar, tabela do código genético;
- Aula dialogada a partir de uma pergunta norteadora, com o uso de projeção de imagens via multimídia e utilização do BG e da tabela do código genético;
- Pergunta norteadora:

**Como será a expressão da característica de acordo com a informação do material genético?**

# MOMENTO 4

## História da Genética e Leis de Mendel

### Objetivos:



Conhecer:

- A história da Genética;



Identificar:

- Os preceitos das leis de Mendel;



Reforçar:

- Os conceitos dos termos genéticos;

### Atividades:

- Apresentação da história da Genética;
- Identificação das leis de Mendel, utilizando o BG;
- Sistematização dos termos relacionados à Genética, utilizando o BG;



### Estratégias pedagógicas e ferramentas:

- Local: sala de aula (sala ambiente);
- Materiais: data show, notebook, quadro branco, pincéis, BG;
- Aula dialogada a partir de uma pergunta norteadora, com o uso de projeção de imagens via multimídia e utilização do BG;
- Pergunta norteadora:

**Quando e como esses estudos iniciaram?**

#### **4.1- Produção do vídeo:**

A partir da elaboração do planejamento, foi preparado um roteiro para a produção do vídeo, com algumas possibilidades de uso, com os alunos do Ensino Médio. O vídeo é voltado para professores de Biologia, pois nele apresentamos o material, explicamos como ele é composto e onde pode ser encontrado, além de sugerirmos estratégias de como os conceitos de Genética podem ser abordados e apresentados.

Após a produção desse roteiro, nos reunimos com a equipe de multimídia do CEAD/UnB, no laboratório de Genética da UnB/IB, para gravarmos as cenas, nas quais ilustramos de maneira prática a utilização do material didático.

A edição do vídeo ficou a cargo da equipe de multimídia do CEAD/UnB. Após vários encontros, para alinhamento de imagens e fala, o vídeo foi finalizado e disponibilizado na plataforma do Youtube, no canal do CEAD.

Nesse vídeo, procurou-se apresentar, sempre de maneira ilustrativa, utilizando as cartas do baralho, a estrutura do material genético, que vai desde um nucleotídeo até um par de cromossomos homólogos, passando pela estrutura de um gene e de um cromossomo. Além disso, buscamos mostrar os tipos de variações alélicas, representadas por deleções, inserções ou substituições; explorar o Dogma Central da Biologia Molecular, sugerindo atividades; classificar os cromossomos e diferenciar os termos de genótipo homozigoto e heterozigoto; e também representar os processos de divisão celular, incluindo o *crossing-over* que acontece na meiose.

#### **4.2– Reflexão da prática docente:**

Para o desenvolvimento da reflexão da prática docente, temos como parâmetro metodológico de trabalho o conceito de diários de aulas, descrito por Miguel Zabalza (2004). Esse diário constitui um recurso valioso, como técnica de pesquisa para desenvolver “pesquisa-ação”, capaz de promover a melhoria de nossa atividade como educadores, visto que são documentos nos quais os professores fazem anotações sobre suas impressões sobre o que acontece em suas aulas.

A escrita em diários sugere uma relação de comunicação entre o escritor consigo mesmo e seus possíveis leitores, como uma prática de linguagem que ajuda a interpretar as experiências decisivas e vivenciadas entre os sujeitos no dia a dia. A utilização periódica dos diários permite ao professor refletir sobre os processos mais significativos na dinâmica na

qual os docentes se encontram imersos, pois o diário é um guia de reflexão sobre a prática (PALCHA, 2015).

Zabalza (2004) relata que, como acontece com qualquer instrumento técnico pertencente ao campo da pesquisa educacional, os diários podem ser utilizados com uma finalidade investigadora, mas também com uma finalidade voltada para o desenvolvimento profissional e pessoal dos educadores e que, frequentemente, essas missões se combinam e se completam.

O rigor da pesquisa repousa na coerência lógica empírica das interpretações propostas nos diferentes momentos da ação. A redação dos diários de aulas carrega em si um conjunto de fases sucessivas que promovem o estabelecimento de um processo de aprendizagem baseado em uma dupla categoria de fenômenos (ZABALZA, 2004, p.27):

- a. “O processo de se tornar consciente da própria atuação ao ter de identificar seus componentes para narrá-los”;
- b. “O processo de recodificar essa atuação (transformar a ação em texto)”.

Isto permite a racionalização das práticas e suas modificações em fenômenos ajustáveis (portanto, capazes de serem melhorados), haja vista que o pesquisador, é um participante comprometido, ele aprende durante toda a pesquisa.

No presente projeto, considerou-se que o processo de tomada de consciência seria a dificuldade que os estudantes têm com os conceitos de Genética, o que torna a compreensão dos temas pertinentes a essa área, de difícil aprendizagem. Para o processo de recodificar a atuação, consideramos trabalhar os aspectos de ensino-aprendizagem desses conceitos de maneira lúdica e contextualizada, por meio de adequações do modelo didático Baralho Genômico que pudessem ser utilizados nas salas de aula, onde os alunos se sentissem estimulados a participar do seu aprendizado.

A prática docente foi realizada no ambiente de trabalho profissional da pesquisadora: uma escola pública pertencente ao quadro da Secretaria de Educação do Distrito Federal.

A aplicação do material e a produção do diário da prática docente foram feitos em sete turmas de estudantes do 3º ano do Ensino Médio, nas aulas da disciplina de Biologia, no 1º semestre de 2019 e em outras seis turmas, no 2º semestre do mesmo ano.

Para cada dupla de alunos, foi produzido um conjunto das cartas do baralho. Essas cartas eram entregues, em um envelope, no início da aula e recolhido ao final, para ser usado com os alunos da turma seguinte. O material foi produzido em papel cartão e plastificado para

umentar a durabilidade do mesmo, visto que foi produzido com recursos do próprio professor.

Zabalza relata que, “do ponto de vista metodológico, os “diários” fazem parte de enfoques ou linhas de pesquisa baseados em “documentos pessoais” ou “narrações autobiográficas”. Essa corrente de orientação basicamente qualitativa foi adquirindo um grande relevo na pesquisa educativa dos últimos anos” (ZABALZA, 2004, p.14)

Na visão do autor (2004), os diários contribuem para a promoção de uma espécie círculo de melhoria capaz de colocar o professor em uma dinâmica de revisão, de aprimoramento e de enriquecimento da sua própria atividade docente. O autor afirma que “esse círculo começa pelo desenvolvimento da consciência, continua pela obtenção de uma informação analítica e vai se sucedendo por meio de outra série de fases, a previsão da necessidade de mudanças, a experimentação das mudanças e a consolidação de um novo estilo pessoal de atuação” (ZABALZA, 2004, p. 11).

Ele (2004) esclarece que a produção do diário é normalmente regulada por quem o escreve, que pode ou não destacar alguns detalhes, assim sendo, o conteúdo da escrita pode ficar totalmente aberto ou vir condicionado por alguma ordem prévia de planejamento. E que caberá ao autor do diário estabelecer os pontos que julgará necessário apontar sobre suas experiências cotidianas e metodológicas e a forma mais conveniente para sua expressão.

Seguindo essa orientação de Zabalza, optamos por delimitar a escrita no diário, seguindo as aprendizagens, descrita por Zabala (1998), são elas: as aprendizagens dos conteúdos conceitos, as aprendizagens dos conteúdos procedimentais e as aprendizagens dos conteúdos atitudinais.

Entende-se por aprendizagens dos conceitos “a associação que o estudante é capaz de fazer com um termo em uma interpretação, compreensão ou exposição de um fenômeno ou situação, ou seja, quando ele é capaz de situar os fatos, objetos ou situações concretas naquele conceito que os inclui e não apenas quando ele é capaz de repetir sua definição” (ZABALA, 1998, p.43). Para o autor, essa aprendizagem pode ser considerada inacabada, já que sempre há a possibilidade de ampliação da apropriação de novos conhecimentos.

As aprendizagens dos conteúdos procedimentais “incluem entre outras coisas as regras, as técnicas, os métodos, as destrezas ou habilidades, as estratégias e os procedimentos, ou seja, um conjunto de ações ordenadas e com um fim, dirigidas para a realização de um objetivo” (ZABALA, 1998, p.43).

Para Zabala (1998, p.46), as aprendizagens de conteúdos atitudinais “englobam uma série de conteúdos que podem ser agrupados em valores, atitudes e normas. Supõem uma apropriação e elaboração do conteúdo que implica na análise dos fatores positivos e

negativos, uma tomada de posição, um envolvimento afetivo e uma revisão da própria atuação”.

A escrita do diário teve início ainda no momento em que se planejava as ações que seriam desenvolvidas em sala de aula, no início do ano letivo de 2019, com a utilização do material didático. A intenção era analisar como os alunos se comportavam frente ao material, como eu reagiria frente a seus questionamentos, visto que a princípio, o material era uma novidade para eles, além de requerer atenção e interpretação e como eu poderia adequar e planejar atividades que utilizassem o baralho, para os mais diversos tipos de alunos que temos em uma mesma sala de aula.

As anotações descritivas obtidas através das observações foram realizadas durante todo o momento em que a pesquisadora esteve em sala, seguindo o planejamento descrito nas figuras de 5 a 9. As observações essencialmente reflexivas foram transcritas logo após o término das aulas, a fim de não esquecer nenhum detalhe importante.

#### **4.3– Desenvolvimento do estudo de caso:**

A elaboração dessa atividade tem por base a etapa da pesquisa-ação de replanejamento da experiência em curso. Nossa intenção era propor situações em que os alunos colocassem em prática as aprendizagens adquiridas nas aulas com a utilização do Baralho Genômico, além de apresentar aos professores possibilidades de atividades com o próprio BG.

Para desenvolver o estudo de caso, consideramos as indicações de Herreid (1998) sobre as características de um bom caso. São elas:

- “Narra uma história”;
- “Desperta o interesse pela questão”;
- “Deve ser atual”;
- “Produz empatia para com as personagens centrais”;
- “Inclui diálogos”;
- “É relevante ao leitor”;
- “Tem utilidade pedagógica”;
- “Provoca um conflito”;
- “Força uma decisão”;
- “Tem generalizações;”
- “É curto;”

O conjunto das atividades que compõem esta proposição tem uma estrutura organizacional delimitada da seguinte maneira:

- ✓ Orientações gerais: fornecemos informações sobre o conjunto de atividades, o objetivo da proposta, sugestão de público-alvo e de como o trabalho pode ser desenvolvido, de acordo com o objetivo de cada professor, além dos temas que serão abordados.
- ✓ Cenários: são narrativas sobre situações que vão se estabelecendo a partir da curiosidade de Sinfrônio, personagem do caso e que buscam despertar o interesse dos leitores. À medida que as situações acontecem, em cada cenário, o professor pode fazer as relações com os temas e conceitos de Genética que se apresentam.
- ✓ Atividades: cada cenário apresenta uma atividade proposta que estimula os estudantes a desenvolverem as aprendizagens dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Elaboramos também um guia de orientações para cada cenário. Nele, o professor irá encontrar sugestões específicas de como cada cenário pode ser trabalhado em sala de aula, além das respostas esperadas dos estudantes para as atividades propostas.

## 5- RESULTADOS

### 5.1- Vídeo:

O vídeo está disponibilizado no seguinte endereço eletrônico, da plataforma do Youtube, no canal do CEAD/UnB: <https://www.youtube.com/watch?v=UotISuYFbFM>, com o título de Baralho Genômico. Até o dia 24 de novembro de 2020, o vídeo teve 325 visualizações.

Abaixo, segue a transcrição do mesmo.

“Todos nós, professores de Biologia, enfrentamos diariamente uma grande dificuldade para ensinar e possibilitar ao aluno aprender alguns conceitos de Genética. Sabemos que essas dificuldades deve-se principalmente à elevada complexidade e abstração desses conteúdos.

Na tentativa de contextualizar os mesmos, procuramos identificar estratégias para apresentá-los e exemplificá-los de modo a torná-los significativos para o aluno.

Este baralho é um conjunto de cartas com representações das estruturas do material genético, que vão desde um nucleotídeo, até um par de cromossomos homólogos e tem como objetivo principal promover a correlação entre os conceitos fundamentais de genética por meio da manipulação das cartas.

O baralho é constituído por seis cartas estruturais, sendo quatro telômeros e dois centrômeros de um par de cromossomos homólogos e 48 cartas gênicas, que representam seis genes hipotéticos. Todo esse material pode ser impresso a partir da revista Genética na Escola, volume 12, número dois.

A partir desse material, podemos mostrar para os nossos alunos a estrutura de um gene, a estrutura de um cromossomo e vários aspectos relacionados aos principais conceitos em Genética.

Aqui, temos uma carta modelo que representa as principais estruturas do material genético. A letra **A** refere-se à molécula de DNA; a letra **B**, à estrutura de um gene, incluindo a região de início de transcrição, representado por **E**; os éxons, por **C**; os íntrons, **D** e a região terminadora. Na letra **G**, temos a representação de um produto hipotético do gene. Observe que a sequência de nove nucleotídeos é ampliada a partir de um éxon e que a seta laranja indica a deleção de um nucleotídeo.

A partir das cartas de um mesmo gene, existe a representação de quatro variações alélicas, todas de um mesmo éxon. No conjunto das variações alélicas, estão representadas inserções, substituições e deleções. Observe que podemos fazer a relação das variações com o produto de cada alelo. Nesse momento, podemos relacionar essas variações com algumas doenças genéticas já descritas.

Uma das possibilidades de aplicação desse baralho seria trabalhar o dogma central da Biologia Molecular e a partir de qualquer uma das 48 cartas gênicas solicitar que os alunos repliquem o DNA, transcrevam o RNA correspondente e produzam a respectiva proteína, usando a tabela do código genético. Podemos, aqui também, trabalhar nesse momento os conceitos de íntrons e éxons e fazer a relação destes com o *splicing* genômico e relacionar com a quantidade de proteínas diferentes que podem ser sintetizadas, além de falar sobre as regiões de início e terminadora de transcrição.

Uma das atividades que sugerimos é que o aluno escreva a sequência dos nucleotídeos dos quatro alelos variantes, faça a transcrição e a tradução e em seguida, compare, dizendo se houve ou não modificação na proteína.

Agora, partiremos para uma visão mais macro do assunto. Temos aqui, a possibilidade de mostrar a estrutura de um cromossomo, com todas as suas partes constituintes, as sequências alélicas, os telômeros e o centrômero. Aqui, temos um par de cromossomos homólogos, onde a cor identifica a origem desse cromossomo, sendo vermelho, origem materna e azul, origem paterna.

É possível também trabalhar a classificação dos cromossomos de acordo com a posição do centrômero. Aqui, temos a representação de um cromossomo metacêntrico, submetacêntrico e acrocêntrico. Visto isso, podemos agora trabalhar na construção do par de cromossomos homólogos.

Dentre as dificuldades, uma que se mostra em uma parcela significativa dos alunos é a compreensão da diferença entre os conceitos homocigoto e heterocigoto. A terminologia **AA**, **aa** ou **Aa**, muitas vezes não é clara. Com esse material, conseguimos ilustrar claramente esses conceitos, além de mostrar a localização de cada alelo nos cromossomos homólogos.

A partir do momento que os alunos já conseguem interagir com o baralho e estão mais familiarizados com esses conceitos iniciais, podemos, então, avançar com o conteúdo e introduzir os processos de divisão celular, mitose e meiose, visto que também são conceitos especialmente complicados para os alunos.

Aqui, podemos trabalhar o comportamento de um par de cromossomos homólogos ao longo desses processos, enfatizando o objetivo de cada um e o resultado final, de maneira comparativa. Podemos, também, demonstrar o processo do *crossing-over*.

Essas são apenas algumas sugestões do uso do material, além das mostradas no artigo na revista. Esperamos que, de alguma maneira, você possa utilizar esse material e otimizar suas aulas.”

## **5.2- Reflexão da prática docente:**

As reflexões aqui esboçadas resultam das estratégias elaboradas para a aplicação do material didático Baralho Genômico. Devo mencionar que este estudo da prática docente teve como foco, a análise de quatro pontos:

1. Aspectos conceituais ou objetos de conhecimento (o assunto);
2. Aspectos atitudinais ou competências (forma de pensar);
3. Aspectos procedimentais ou habilidades (forma de agir);
4. Condução docente mediada pelo baralho.

O processo de obtenção de dados efetivou-se por meio da utilização de diários de aulas, potencializados como instrumentos formativos e sistematizadores da reflexão na e sobre a prática docente.

No 1º momento, os estudantes mostram-se entusiasmados, mas também apreensivos, visto que estão iniciando a fase de conclusão do Ensino Médio. Sentimentos que também dominam a professora-pesquisadora pela importância desse momento em sua trajetória acadêmica e profissional. Apesar de sempre tentar dinamizar as aulas, dessa vez trabalharia com um material que foi elaborado para ser utilizado nos cursos de graduação de Biologia, então todas as adaptações propostas seriam agora colocadas em prática. A análise do material, feita anteriormente, a deixava segura quanto à sua qualidade e quanto aos objetos de

conhecimento que conseguiria trabalhar, porém ainda não sabia se o material seria útil e o quanto favoreceria a aprendizagem desses objetos.

Ainda no primeiro momento, foi feito um diagnóstico inicial das turmas. Aqui é impossível fazer uma análise individual. Como normalmente acontece, foi percebida uma fragilidade nos conceitos que trazem e que serão de importância extrema para o desenvolvimento das competências e habilidades propostas para o semestre letivo. Foi, então, proposta uma reflexão da trajetória escolar e das perspectivas de futuro.

A intenção no processo como um todo é buscar uma docência significativa e participativa. Para tanto, essa reflexão serviu para buscar situações e caminhos que pudessem de algum modo trazer segurança e efetividade no processo de aprendizagem, objetivando o crescimento pessoal e principalmente profissional e o trabalho coletivo dos estudantes, possibilitando novas formas de aprender.

Serão pontuados, a partir de agora, os aspectos que foram analisados ao longo da aplicação das estratégias elaboradas:

### **5.2.1- Aspectos conceituais ou objetos de conhecimento:**

São considerados objetos de conhecimento “os conjuntos de fatos, acontecimentos, situações, dados, fenômenos concretos e modelos explicativos que compõem as listas de assuntos curriculares que se pretende que o aluno saiba ao final do seu processo de aprendizagem” (VALDEZ, 2017, p.44).

Nesse momento do semestre o conteúdo a ser trabalhado é a Genética, uma das áreas da Biologia que mais desperta interesse nos alunos, visto que os conhecimentos dessa área estão cada vez mais integrados à vida das pessoas. Porém, cabe falar do pavor dos alunos, quando descobrem que a Genética e a Matemática são ciências que andam de mãos dadas. Por isso, sempre que possível, é interessante fazer um trabalho interdisciplinar com o professor dessa área.

Como temas a serem trabalhados, a princípio temos:

- Mendel e as origens da Genética;
- Conceitos básicos em Genética;
- Variações do modelo mendeliano de herança;
- Herança de grupos sanguíneos na espécie humana.

Para trabalhar esses itens, alguns conceitos fundamentais devem estar bem estabelecidos para os alunos:

- Genética;
- Herança biológica;
- Fenótipos dominante/recessivo;
- Lei da segregação dos fatores;
- Loco gênico;
- Alelos;
- Genótipos homocigotos/heterocigotos;
- Cruzamento-teste;
- Heredogramas;
- Alelos letais;

- Alelos múltiplos;
- Interações alélicas de dominância incompleta/codominância;
- Expressão gênica: penetrância e expressividade variável.

E para que esses conceitos estejam bem claros para os estudantes, faz-se necessário uma revisão do conteúdo de Citologia, que os mesmos viram na primeira série do Ensino Médio, tais como:

- Núcleo celular;
- Material genético (DNA e RNA);
- Ciclo celular;
- Replicação do material genético;
- Divisão celular: mitose e meiose;
- Transcrição;
- Síntese proteica e código genético;
- Cariótipo;
- Classificação dos cromossomos.

Utilizando o baralho, o tempo das aulas foi otimizado, tornando-as mais dinâmicas e atrativas. Todos os conceitos prévios relativos ao material genético que precisaríamos no decorrer do semestre foram revisados, todos os conceitos fundamentais de Genética, que eram o objetivo principal do trabalho com o baralho, foram trabalhados. Continuamos a usá-lo para trabalhar outros temas relacionados, como, por exemplo, polialelia e interações gênicas. Essa ferramenta superou todas as expectativas no que diz respeito a promover a participação do aluno, a aprendizagem dos conteúdos e o trabalho em equipe.

Diante dos comentários dos estudantes, durante o desenrolar das aulas e que foram anotados no diário de aula pela professora-pesquisadora, mostrou-se nítida a motivação dos mesmos em participar das atividades propostas. Nesse sentido, com a dinâmica interativa das atividades realizadas em sala de aula pode-se constatar que já não havia a percepção de dificuldades no aprendizado da Genética, que o tema passou a ter sentido e a atividade, prazerosa.

### **5.2.2- Aspectos atitudinais ou competências:**

Os aspectos atitudinais “envolvem valores, atitudes e normas de caráter cognitivo, afetivo e comportamental. A aprendizagem de atitudes é um processo complexo que engloba aceitar um novo conhecimento para depois refletir sobre ele e assim internalizá-lo como fundamental ao contexto em que se está inserido” (VALDEZ, 2017, p.44).

A partir do 2º momento, percebeu-se uma urgência dos estudantes para entrar em sala. Acredita-se que a reflexão feita logo após a avaliação diagnóstica proposta no 1º momento, sobre as atitudes que deveriam tomar para alcançar seus objetivos particulares, surtiu efeito, que a segurança da fala da professora foi suficiente para estabelecer na classe um clima de cooperação e de estímulo mútuo, e esse comportamento se manteve durante todo o semestre, sendo sempre reforçado e estimulado.

As aulas iniciavam-se a partir de questões norteadoras, indicadas nas figuras 6,7 e 8, para que partindo delas os estudantes fossem capazes de buscar informações, elaborar explicações e propor conclusões. Para isso, foi utilizado, como principal instrumento didático, o Baralho Genômico; a professora-pesquisadora portou-se apenas como orientadora do processo de ensino e os alunos como os protagonistas do processo de aprendizagem, buscando o conhecimento, através da contextualização. Assim, identificavam, entendiam e assimilavam as informações.

No início, essa prática de começar a aula sempre com uma pergunta gerou um desconforto nos estudantes, pois estavam acostumados a receber as informações de maneira direta e não a construir um processo mental e significativo, inclusive, alguns questionamentos sobre esse modelo, surgiram. Mas, com o passar das aulas, era perceptível que a curiosidade os fazia chegar cada vez mais cedo à sala de aula, querendo saber qual era a pergunta do dia. Era notório de se perceber que transpor os objetos de conhecimento para situações reais estimulava e motivava o estudante, o que facilitou todo o trabalho, pois o conhecimento contextualizado torna-se significativo.

Ficou claro que trabalhar com elementos práticos auxilia a aproximação da teoria e a realidade e isso foi possível porque os passos abaixo eram seguidos, em todas as aulas:

1. Começar com uma situação problema;
2. Estabelecer relações entre a situação e os conceitos teóricos envolvidos;
3. Fazer conexões entre o que foi estudado e outras situações ou conhecimentos;
4. Esclarecer bem os elementos que constituem a situação, como eles se relacionam uns com os outros e com o todo;
5. Produzir algo como resultado desse estudo que solucionasse a situação apresentada no início.

### **5.2.3 - Aspectos procedimentais ou habilidades:**

Aspectos procedimentais “permeiam as ações conscientes tomadas em busca de um objetivo, como regras, técnicas e habilidades. Procedimentos são aprendidos pela observação e reprodução de modelos, com repetição e treinamento até que se domine aquela atividade e se possa aplicá-la em novos contextos” (VALDEZ, 2017, p.44).

Foi exatamente o que aconteceu com a utilização do baralho. Foram quatro os momentos em que esse material didático era o foco da aula para a construção de conhecimentos, revisando Citologia e aprendendo os novos conceitos de Genética.

A partir das estratégias elaboradas e trabalhadas em sala de aula, era perceptível a capacidade que os estudantes adquiriram de interpretar fenômenos da realidade sob a óptica científica, o que significa que a habilidade de transpor do real ao conceitual foi desenvolvida em processos de raciocínio e de aprendizagem, assim como também desenvolveram a habilidade de transpor do conceitual ao real, pois entenderam que saber como algo funciona permite prever resultados de ações e agir para obter os melhores resultados.

### **5.2.4 - Condução docente mediada pelo baralho**

Como o trabalho foi aplicado em dois momentos, com turmas distintas, a professora-pesquisadora percebeu alguns pontos que poderiam e foram modificados para melhorar a qualidade do trabalho, colocando em prática todas as etapas da pesquisa-ação. Comparando esses dois momentos, duas situações colocaram-se bem claras:

1. A segurança em apresentar e trabalhar com o baralho no segundo semestre letivo, pois o nível de comprometimento, de participação e de aprendizado dos estudantes do primeiro semestre era muito significativo se comparado aos dos estudantes dos anos anteriores, sem a utilização do baralho;
2. Os estudantes das turmas do segundo semestre estavam completamente ansiosos para participar das aulas de Biologia, pois tinham ouvido comentários dos estudantes do semestre anterior, o que fez o rendimento ser ainda melhor, se comparado com as turmas do primeiro semestre.

É perceptível que quanto mais preparados estamos, quanto mais conhecemos o material a ser utilizado, maior é nosso grau de segurança em mediar uma aula de cunho investigativo. Isso reflete no modo como o nosso estudante se comporta em sala de aula. Os estudantes estavam se sentindo tão seguros que qualquer apontamento feito por um deles era imediatamente resolvido pela turma. Qualquer apontamento era aceito e a partir dele trabalhávamos novas informações a fim de consolidar o conhecimento, concordando ou refutando tal colocação. Isso posto, fica claro que os conhecimentos prévios dos estudantes podem abrir possibilidades de debates e posicionamentos.

A avaliação foi a etapa do processo que chamou muito a atenção. Primeiro, o trabalho foi orientado e realizado em duplas, ao longo do bimestre, então, não parecia justo avaliá-los individualmente. Os estudantes foram externando seus questionamentos e possíveis respostas, favorecendo o momento de interação entre eles. Além disso, questionou-se sobre a utilização do baralho no dia da aplicação do instrumento formal de avaliação, a prova. Nenhum motivo para negar foi apontado. Era nítido como o baralho lhes dava segurança. E o resultado foi altamente satisfatório, o que possibilita perceber que o material mostrou-se extremamente útil para a apropriação dos conhecimentos desejados.

Anteriormente a esta pesquisa, as práticas pedagógicas executadas pela professora-pesquisadora, quando da abordagem da temática em questão, não tinha surtido tal efeito no que diz respeito à motivação, participação, interesse e aprendizagem, mesmo que essas tentativas fugissem das tradicionais aulas expositivas.

Na prática em questão, o número de aulas programadas foi superior ao de aulas das práticas adotadas anteriormente, porém o entendimento dos conceitos se deu de maneira tão eficiente que esse tempo foi recuperado no decorrer do semestre letivo.

### **5.3 – Estudo de caso:**

## **Sinfrônio e os roedores**

## **ORIENTAÇÕES GERAIS**

*Essa é uma atividade dinâmica e foi proposta para despertar o interesse dos estudantes na medida em que as informações do caso são fornecidas de maneira organizada, em cenários e em um grau crescente de complexidade. A intenção deste conjunto de atividades é trabalhar os conceitos da Genética Clássica, a partir de um caso hipotético (estudo de caso). Sugere-se que ela seja aplicada no 3º ano do ensino médio ou de acordo com o currículo de cada escola.*

*Sugerimos que a atividade seja realizada em grupos, pois a troca de informações entre os estudantes é um momento que implica na inserção do educando na sociedade por meio do trabalho colaborativo, em que ele saiba respeitar a opinião dos outros, além de compreender e aceitar as diferenças, e de ser um oportuno momento de consolidação da aprendizagem. Vale lembrar que a atividade pode ser trabalhada em sua totalidade de uma única vez, como uma maneira de sistematizar e avaliar a aprendizagem dos estudantes, ou ainda, por cenários, à medida que os conceitos são desenvolvidos em sala de aula.*

*Os principais conceitos abordados no decorrer da atividade são: herança biológica, genes, alelos, fenótipo dominante e fenótipo recessivo, genótipo homozigoto e genótipo heterozigoto.*

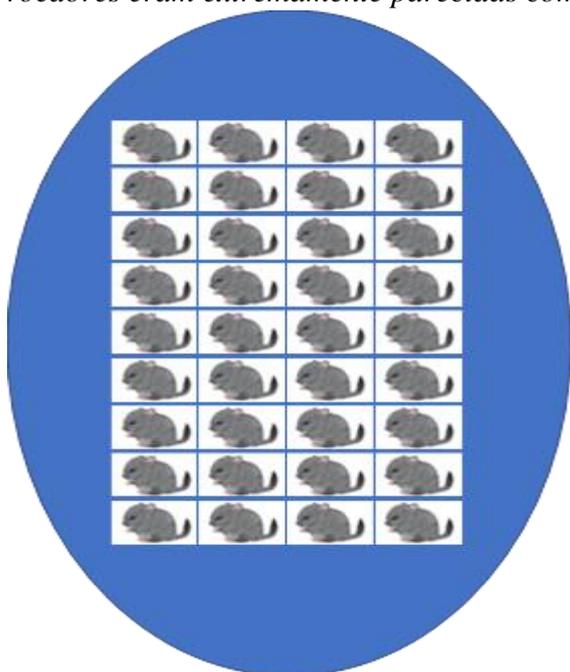
## **CENÁRIO I**

*Sinfrônio era daqueles garotos que adoravam animais e plantas, tanto que dizia que seria biólogo quando crescesse. Ele não se satisfazia em apenas olhá-los, tinha que de todas as formas manipulá-los, o que causava certo estranhamento em seus pais, pois nenhum dos dois tinha conhecimento sobre o assunto e muito menos gostavam de tudo que ele queria levar para casa, mas, ainda assim, não o recriminavam. Chegou a ter um jardim, onde cultivava várias espécies de plantas frutíferas, hortaliças e leguminosas, além de plantas ornamentais. Chegou a criar também cachorros, gatos, pássaros, minhocas, lagartos e roedores de pequeno porte.*

*O tempo passou, mas o encantamento de Sinfrônio pelos seres vivos não. Porém, como teve que assumir os negócios da família, teve que deixar seu sonho de ser biólogo de lado, mas não abriu mão das coisas que gostava. Agora, com menos tempo, teve que selecionar os animais que teria em casa. Ficou com aqueles que mais o fascinavam, os roedores. Eram animais de pequeno porte, que cabiam na palma da mão, de uma cor cinza bem característica. Ele os criava numa extensa área cercada do jardim de sua casa. Nessa área, esses roedores andavam livremente no gramado e se alimentavam basicamente das frutas e hortaliças que Sinfrônio cultivava em seu pomar e horta. Como os criava desde quando era criança, já havia observado várias gerações e também já tinha aprendido a fazer a identificação sexual. A separação entre machos e fêmeas após chegarem a fase adulta, o que acontecia por volta de 4 semanas de vida, se fazia necessária para evitar a endogamia. Então ele trocava exemplares da sua criação com amigos que haviam adquirido essa paixão por esses roedores.*

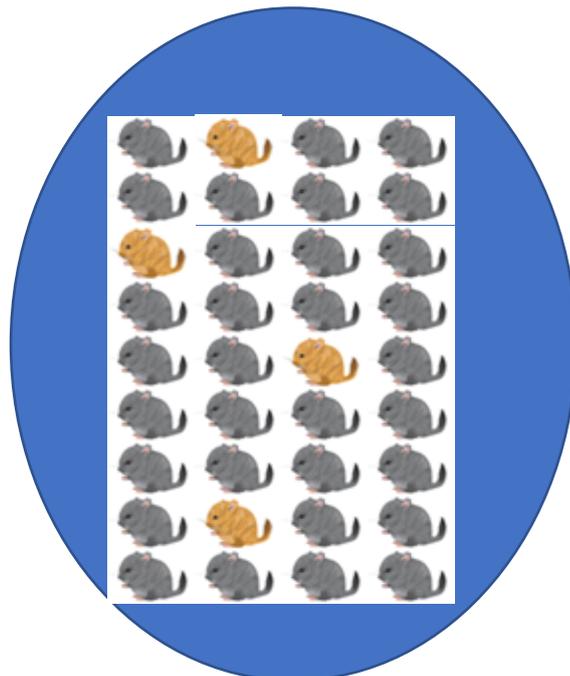
*Certa vez, Sinfrônio, em uma viagem para outra cidade, foi visitar um casal de amigos que também criava esses roedores. Para sua surpresa, na criação do seu amigo, havia animais de uma cor nunca vista por ele. Estava acostumado com todos os roedores serem*

cinza, porém havia ali alguns poucos que possuíam uma cor dourada extremamente brilhante. Isso o deixou bastante intrigado e curioso, pois as condições de criação desses roedores eram extremamente parecidas com as suas.



POPULAÇÃO A

Criação de Sinfrônio



POPULAÇÃO B

Criação do amigo de Sinfrônio

Fonte: arte por Lucas Freitas Pereira Carneiro

### ATIVIDADE I

- Sugira hipóteses para explicar a diferença fenotípica de cores entre os roedores.
- Para cada hipótese sugerida, simule situações para testá-la.

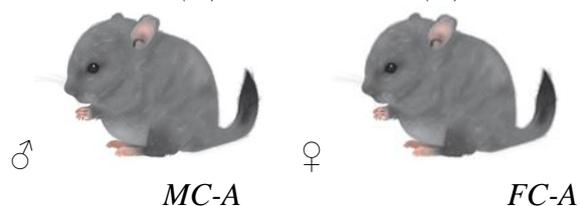
## CENÁRIO II

Sinfrônio ficou tão encantado com a descoberta dessa variação de cor dos roedores da população do seu amigo, que não se conteve e pediu a ele três casais, um da cor cinza e dois da cor dourada. A intenção de Sinfrônio era realizar alguns cruzamentos para tentar entender melhor como a cor dourada aparecia em um núcleo familiar e como ela era transmitida aos descendentes. Esses animais foram levados a casa de Sinfrônio e colocados no mesmo ambiente da sua criação, mas separados por uma cerca.

Para organizar sua estratégia de cruzamentos, identificou os animais (machos e fêmeas) trazidos da criação de seu amigo, como também separou e identificou um casal da sua criação, como apresentado abaixo:

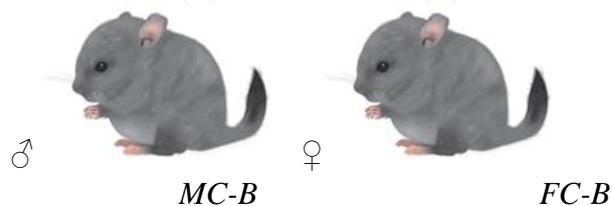
- ✓ Animais da criação de Sinfrônio – População A:

❖ *Macho cinza (A) e Fêmea cinza (A)*

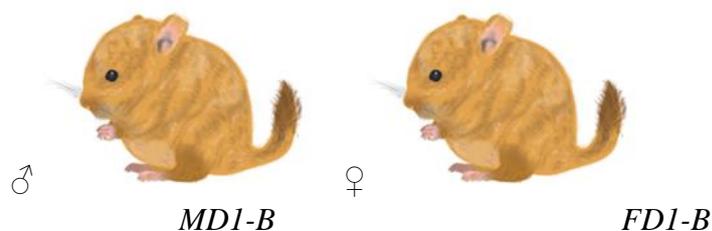


✓ *Animais da criação do amigo de Sinfrônio – População B:*

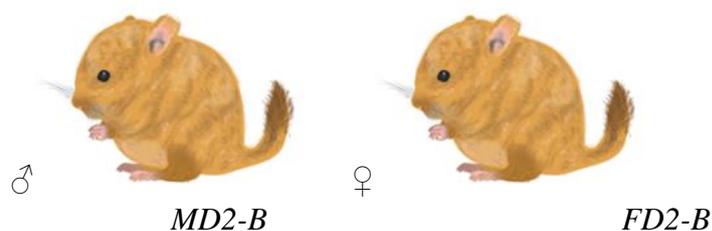
❖ *Macho cinza (B) e Fêmea cinza (B)*



❖ *Macho 1 dourado (B) e Fêmea 1 dourada (B)*



❖ *Macho 2 dourado (B) e Fêmea 2 dourada (B)*



*A partir dos grupos de animais indicados acima, Sinfrônio começou a planejar os cruzamentos de acordo com os questionamentos que lhe tinham surgido, desde que vira aqueles roedores de cor dourada.*

**1º QUESTIONAMENTO:** *A descendência dos casais de fenótipo cinza, apresentarão sempre o mesmo fenótipo dos genitores? O mesmo ocorrerá nos cruzamentos entre os animais cinza das populações A e B?*

Para responder seu questionamento, realizou os cruzamentos indicados abaixo, mantendo as mesmas condições ambientais do cenário I.

TABELA 1: Cruzamentos entre indivíduos de fenótipo cinza.

<b>Tipos dos cruzamentos parentais</b>	<b>Fenótipo dos descendentes</b>
1. Macho cinza (A) X Fêmea cinza (A)	10 cinzas (machos e fêmeas)
2. Macho cinza (A) X Fêmea cinza (B)	12 cinzas (machos e fêmeas)
3. Macho cinza (B) X Fêmea cinza (A)	15 cinzas (machos e fêmeas)
4. Macho cinza (B) X Fêmea cinza (B)	13 cinzas (machos e fêmeas)

Com o resultado desses cruzamentos, Sinfrônio conseguiu respostas para o seu 1º questionamento: Todos os cruzamentos entre os roedores de fenótipo cinza geravam somente descendentes com fenótipo cinza. Nesse primeiro momento, nenhuma novidade para Sinfrônio, pois os resultados encontrados eram os mesmos que ele observou ao longo dos anos na sua criação, quando os cruzamentos entre os roedores eram aleatórios. Essa observação também foi a mesma para os cruzamentos entre os roedores da população B e entre os roedores das populações A e B.

Mas outro questionamento surgiu.

**2º QUESTIONAMENTO:** Como será o fenótipo da descendência dos casais dourados, provenientes da população B?

Sinfrônio resolveu então, realizar cruzamentos entre os casais dourados, de maneira controlada, considerando os animais identificados anteriormente e novamente, sem alterar nenhum fator ambiental. Com os resultados dos cruzamentos, montou as seguintes tabelas, para facilitar a interpretação dos dados.

TABELA 2: Cruzamentos entre indivíduos de fenótipo dourado da população B.

<b>Tipos dos cruzamentos parentais</b>	<b>Fenótipo dos descendentes</b>
5. Macho dourado 1 (B) X Fêmea dourada 1 (B)	15 dourados (machos e fêmeas)
6. Macho dourado 1 (B) X Fêmea dourada 2 (B)	10 dourados (machos e fêmeas)
7. Macho dourado 2 (B) X Fêmea dourada 1 (B)	9 dourados e 3 cinzas (machos e fêmeas)
8. Macho dourado 2 (B) X Fêmea dourada 2 (B)	13 dourados (machos e fêmeas)

## **ATIVIDADE II**

- Qual seria a resposta para o 2º questionamento de Sinfrônio?
- Analisando as tabelas, você é capaz de validar ou refutar alguma hipótese sugerida na atividade I?
- A que conclusões podemos chegar a partir da análise das tabelas?

## CENÁRIO III

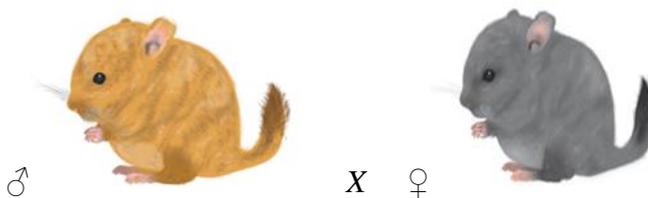
Diante desses resultados, Sinfrônio mais uma vez se questionou.

**3º QUESTIONAMENTO:** *Quais os fenótipos poderiam ser encontrados nos descendentes de um casal fenotipicamente diferente para a cor do pelo?*

Resolveu, então, realizar cruzamentos entre indivíduos de cor cinza e de cor dourada, os mesmos das populações A e B, que havia selecionado para realizar os cruzamentos que deram origem às tabelas 1 e 2. Dessa vez, planejou e realizou os cruzamentos recíprocos.

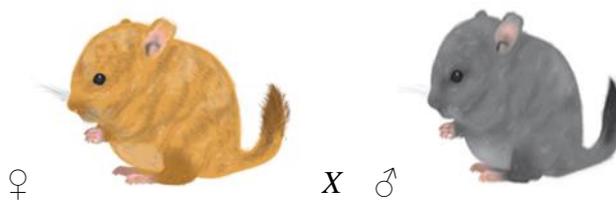
Os resultados desses cruzamentos foram anotados nas tabelas abaixo:

TABELA 3a: Cruzamentos entre machos fenotipicamente dourado e fêmeas fenotipicamente cinza.



<b>Tipos dos cruzamentos parentais</b>	<b>Fenótipo dos descendentes</b>
1. Macho dourado 1 (B) X Fêmea cinza (A)	12 dourados (machos e fêmeas)
2. Macho dourado 1 (B) X Fêmea cinza (B)	13 dourados (machos e fêmeas)
3. Macho dourado 2 (B) X Fêmea cinza (A)	5 dourados e 5 cinzas (machos e fêmeas)
4. Macho dourado 2 (B) X Fêmea cinza (B)	6 dourados e 7 cinzas (machos e fêmeas)

TABELA 3b: Cruzamentos entre fêmeas fenotipicamente dourada e machos fenotipicamente cinza.



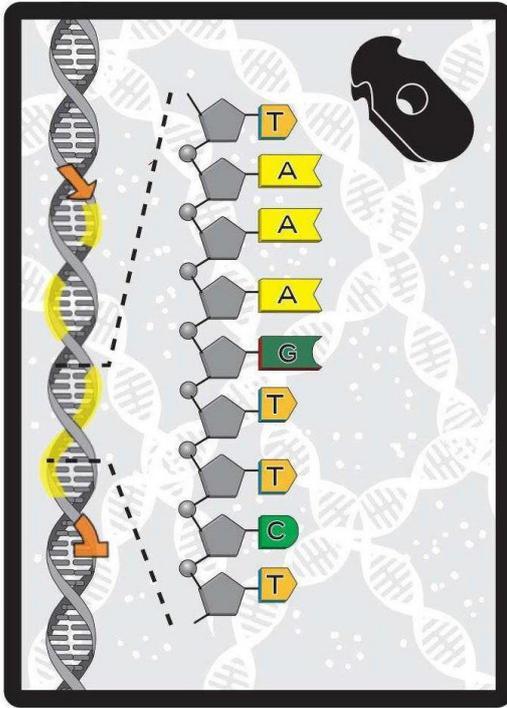
<i>Tipos dos cruzamentos parentais</i>	<i>Fenótipo dos descendentes</i>
5. Fêmea dourada 1 (B) X Macho cinza (A)	6 dourados e 6 cinzas (machos e fêmeas)
6. Fêmea dourada 1 (B) X Macho cinza (B)	7 dourados e 6 cinzas (machos e fêmeas)
7. Fêmea dourada 2 (B) X Macho cinza (A)	14 dourados (machos e fêmeas)
8. Fêmea dourada 2 (B) X Macho cinza (B)	13 dourados (machos e fêmeas)

### **ATIVIDADE III**

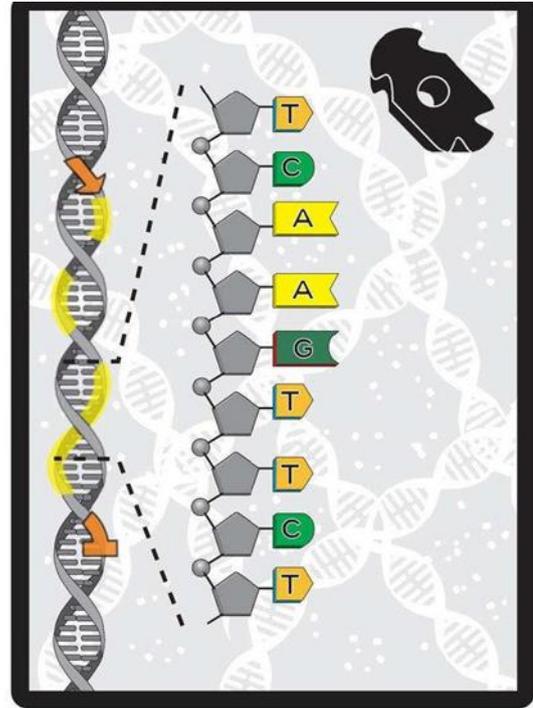
- Qual a intenção de Sinfrônio ao realizar os cruzamentos recíprocos?
- Esses novos cruzamentos, confirmam ou refutam suas respostas da atividade II?
- Qual seria a resposta para o 3º questionamento de Sinfrônio?

## **CENÁRIO IV**

Com os dados dos cruzamentos em mãos e os roedores selecionados para realização dos cruzamentos, Sinfrônio foi até o núcleo de Zoologia da Universidade Federal da sua cidade, onde tinha um conhecido. Ele queria uma explicação científica para o aparecimento dessa nova cor nos roedores. Esse conhecido o levou até o professor que era especialista em roedores, que logo os identificou como sendo da espécie *Nazarius cristianensis*. O especialista explicou que nessa espécie, a cor cinza é mais comum, sempre ocorrendo da maioria dos indivíduos das populações e a cor dourada é observada em alguns indivíduos de algumas populações, com menor frequência que a cor cinza. A variação na cor dos roedores, é uma característica de herança autossômica, sem nenhuma influência sexual, devido à variação alélica no gene NC. Este gene NC codifica um pigmento, que é expresso em todas as células e apresenta variação em sua sequência nos alelos NC1 e alelo NC2, como apresentada nas cartas abaixo. O alelo NC1 é o mais frequente e codifica o produto que leva à cor cinza e o alelo NC2 codifica um produto que leva à cor dourada.



ALELO NC1



ALELO NC2

O professor da Universidade ficou surpreso com a capacidade de Sinfrônio de realizar um experimento de tamanha complexidade, utilizando os conhecimentos obtidos nas aulas de Biologia, durante o Ensino Médio e das leituras de artigos sobre o assunto e o parabenizou bastante. Esses elogios o fizeram perceber que tinha que retomar o seu sonho de ser biólogo. Esse sonho começou a se concretizar no ano seguinte, quando passou no vestibular da referida universidade e logo começou a trabalhar no laboratório com o professor que analisou seus roedores e seus dados.

#### **ATIVIDADE IV**

- Que tipo de mutação é apresentada na sequência alélica variante do alelo NC2?
- Que consequência essa variação acarretou para que o produto gênico fosse diferenciado?
- Utilizando as cartas NC1 para indicar o alelo para a cor cinza e NC2, o alelo variante responsável pela cor dourada, represente os genótipos dos indivíduos dos cruzamentos das tabelas do cenário III.
- Calcule a frequência genotípica da descendência dos seguintes casais:
  - Macho cinza (A) X Fêmea cinza (B)
  - Macho dourado 1 (B) X Fêmea dourada 1 (B)
  - Macho dourado 2 (B) X Fêmea dourada 1 (B)
  - Macho dourado 2 (B) X Fêmea cinza (A)
  - Fêmea dourada 1 (B) X Macho cinza (A)
  - Fêmea dourada 2 (B) X Macho cinza (A)

## CENÁRIO V

*Assim que entrou na universidade, Sinfrônio começou a participar de eventos, feiras e congressos relacionados à roedores, sem deixar de lado a criação dos seus próprios roedores. Em uma dessas feiras, ele percebeu que seus roedores dourados despertavam o interesse de proprietários de petshops e percebeu que poderia comercializá-los e gerar uma renda com seu hobby.*

### ATIVIDADE V

*a) Ao fazer a divulgação da possibilidade de fornecer roedores dourados para comercialização, houve um pedido, de um dono de um petshop, de 100 animais dourados para levar a uma feira de exposições. Como Sinfrônio poderia atender essa demanda, num menor espaço de tempo, considerando que a gestação desses roedores dura, em média, 22 dias e que cada fêmea gera por vez cerca de 12 a 15 filhotes?*

*Para atender a essa demanda, Sinfrônio não pretende aumentar o número de roedores cinza da sua criação.*

#### **5.3.1 – Orientações para cada cenário:**

- **Cenário I:**

- 1. É importante estimular ou fazer com que o estudante preste atenção na situação apresentada.*
- 2. Promover debates em que seja dada aos estudantes a oportunidade de se expressarem livremente, aprimorando a capacidade de ouvir, opinar, criticar e argumentar, desenvolvendo as competências de expressão oral. É também a oportunidade de aprenderem a se posicionar e, ao mesmo tempo, respeitar as opiniões dos colegas.*
- 3. Ficar atento a todas as ideias sugeridas pelos alunos; pode surgir alguma, que não foi por nós pensada. Trabalhar até mesmo aquelas ideias que não cabem no contexto, fazendo-os entender que errar faz parte do processo da sistematização do conhecimento.*
- 4. Os estudantes terão de empregar o que já sabem sobre as causas das variações individuais em seres vivos para propor hipóteses sobre a questão. Peça-lhes que embasem o melhor que puderem suas hipóteses.*
- 5. Caso os estudantes não relatem, fazê-los pensar em algumas possíveis condições ambientais.*
- 6. No caso dos fatores genéticos, explorar as consequências de mutações em células somáticas e células germinativas.*

• **Cenário II:**

1. Chamar a atenção dos estudantes, para o planejamento e a organização antes da execução do experimento.
2. Lembrar das etapas do método científico, visto que estamos trabalhando com uma atividade de cunho investigativo a partir de um estudo de caso.
3. Fazer referência ao trabalho de Mendel: lembrar que, antes de iniciar os experimentos, ele fez a produção de linhagens puras.
4. Antes de apresentar a tabela com os resultados, solicitar aos estudantes que proponham respostas para os questionamentos de Sinfrônio.
5. Estimulá-los a propor os cruzamentos que podem ser feitos e o que esperar na descendência.
6. Após a apresentação e discussão da tabela dos resultados, utilizar a coluna “Fenótipo dos descendentes” das tabelas 1 e 2 para trabalhar as proporções fenotípicas da prole e relacionar com as proporções detectadas nos cruzamentos clássicos de Mendel.
7. Esse caso é semelhante ao das observações de Mendel com as ervilhas: duas plantas amarelas eram capazes de gerar, após a fecundação, plantas com sementes verdes, indicando que o caráter amarelo era determinado pelo genótipo heterozigoto. Chamar a atenção em relação entre os fenótipos e suas frequências. Nesse caso, o fenótipo dourado é dominante e se apresenta em menor frequência, enquanto que o fenótipo cinza é recessivo e é o mais frequente nas populações. Isso se observa na população B.
8. Pode-se fazer, nesse momento, a associação com características humanas que têm esse padrão de herança, como por exemplo a polidactilia e a acondroplasia, que são raras e de fenótipo dominante.

• **Cenário III:**

1. Antes de apresentar a tabela com os resultados, solicitar aos estudantes que proponham respostas para os questionamentos de Sinfrônio.
2. Explicar para os estudantes o que são os cruzamentos recíprocos.
3. Estimulá-los a propor os cruzamentos que podem ser feitos e o que esperar na descendência, de acordo com as conclusões da atividade II.
4. Após a apresentação e discussão das tabelas dos resultados, utilizar a coluna “Fenótipo dos descendentes” das tabelas 3a e 3b para trabalhar as proporções fenotípicas da prole e relacionar com as proporções detectadas nos cruzamentos clássicos de Mendel.
5. Estimular os estudantes a refletirem rumo à conclusão de que a proporção fenotípica encontrada nos descendentes dos cruzamentos, deve-se à diferença na composição genotípica dos indivíduos dourados.

• **Cenário IV:**

1. Relembrar a estrutura do material genético, como ela pode ser alterada, que fatores podem induzir essa alteração e quais as consequências, podendo para isso, utilizar as cartas do BG.
2. Utilizar a sequência alélica para trabalhar os conceitos de transcrição e tradução do material genético.

3. *Para auxiliar, pode-se usar o artigo Baralho Genômico: desembaralhando os conceitos de Genética, publicado na revista Genética na Escola (vol. 12, n.2, 2017), de onde foram retiradas as cartas gênicas para a elaboração do cenário da atividade.*
4. *Outro material que pode ser utilizado para auxiliar o entendimento e o trabalho com o artigo citado acima é um vídeo, que está disponibilizado no seguinte endereço eletrônico: <https://www.youtube.com/watch?v=UotISuYFbFM>.*
5. *Levar a tabela do código genético para ilustrar a alteração dos produtos dos alelos-*
6. *Estimulá-los a realizar todos os cruzamentos sugeridos na atividade, com anotações escritas.*
7. *Chamar a atenção dos estudantes para a compreensão de que a nomenclatura usada para os alelos (D e d), na atividade anterior, era simbólica, pois Sinfrônio ainda não sabia sobre o conhecimento científico do gene NC e seus alelos NC1 e NC2 .*

• **Cenário V:**

1. *É importante estimular ou fazer com que o estudante preste atenção na situação apresentada.*
2. *Os estudantes terão de propor estratégias de ação para a questão. Peça-lhes que embasem o melhor que puderem suas ações.*
3. *Chamar a atenção dos estudantes para o planejamento e a organização antes da execução da estratégia de ação.*
4. *Estimulá-los a propor os cruzamentos que podem ser feitos e o que esperar na descendência.*
5. *Trabalhar o conceito de cruzamento-teste.*

### **5.3.3 – Respostas esperadas para cada atividade:**

**\*Atividade I:**

- a) *Espera-se que os estudantes sugiram como possibilidades para as diferenças fenotípicas:*
  - *Fatores genéticos: alguma mutação gênica.*
  - *Fatores ambientais: como os roedores vivem livres no jardim é possível que existam diferenças na alimentação das duas populações, ou ainda, algum contaminante no solo, visto que os roedores tem contato direto com o mesmo.*
- b) *Como os estudantes já estarão familiarizados com o conteúdo, espera-se que:*
  - *Para os fatores genéticos, proponham o mesmo procedimento que Gregor Mendel usava para estudar suas famosas ervilhas, ou seja, cruzamentos controlados. Inicialmente, cruzar apenas roedores de mesmo fenótipo entre si, depois cruzar roedores de fenótipos diferentes e acompanhar a segregação dos fenótipos nas gerações seguintes. Discutir o esperado no caso de mutação somática.*

- *Para os fatores ambientais, proponham testar, por no mínimo três gerações e observar o que ocorre com os fenótipos dos descendentes:*
  - ❖ *O tipo de alimento, se é natural (gramíneas) ou industrial (de preferência, vinda de um mesmo fornecedor).*
  - ❖ *O tipo de abrigo dos roedores (sem contato com o solo ou não).*

**\*Atividade II:**

- a) *Espera-se que os estudantes percebam que entre os cruzamentos dos roedores dourados pode haver, em alguns casais, descendentes somente dourados e que, no caso do cruzamento 7 (tabela 2), os descendentes foram dourados e alguns fenotipicamente diferentes, ou seja, da cor cinza, em uma proporção de (3:1). Deste modo, o fenótipo dourado seria dominante e o casal do cruzamento 7 seria de genótipo heterozigoto.*
- b) *Espera-se que os estudantes respondam essa questão baseando-se nos cenários descritos. Como o texto não faz referência a alterações nos fatores ambientais e, analisando as tabelas 1 e 2, podemos validar a hipótese do fator genético sendo o responsável pela variação fenotípica dos roedores.*
- c) *Após relacionar as tabelas com os resultados dos cruzamentos clássicos de Mendel, espera-se que os estudantes concluam que essa variação pode ser explicada por uma herança mendeliana, ou seja, 1 gene que apresenta dois alelos diferentes (d e D). A combinação dos alelos gera 3 genótipos diferentes que levam à observação dos dois fenótipos: fenótipo cinza = homozigotos dd e fenótipo dourado homozigoto DD e heterozigoto Dd.*

**\*Atividade III:**

- a) *Espera-se que os estudantes, tendo como ponto de partida a explicação do que são os cruzamentos recíprocos e observando as tabelas 3a e 3b, relatem que Sinfrônio queria testar a possibilidade dessa característica ter sua expressão influenciada pelo sexo. É importante notar que as frequências fenotípicas dos descendentes são as mesmas nos cruzamentos onde os machos são dourados, como também, nos cruzamentos onde as fêmeas são douradas.*
- b) *Diante dos cenários mostrados, o estudante já pode inferir que são os fatores genéticos os responsáveis pela variação no padrão da cor dos roedores. E podem basear sua resposta no cruzamento 7 da tabela 2 e nos cruzamentos das tabelas 3a e 3b. A partir do cruzamento 7 podemos concluir que a variação nessa característica é um caso de herança mendeliana (1 gene: 2 alelos), onde os descendentes de um casal com mesmos fenótipos apresentam descendentes com os dois fenótipos, na proporção 3:1. Neste caso, 3 dourados:1 cinza, o casal seria de genótipo heterozigoto, a cor dourada seria o fenótipo dominante e a cor cinza seria o fenótipo recessivo.*

- c) *Analisando os cruzamentos das tabelas do cenário 3, os estudantes devem perceber que quando se cruza casais fenotipicamente diferentes, duas são as proporções fenotípicas esperadas: 1º) 100% da descendência será dourada ou 2º) 50% fenotipicamente dourado e 50% fenotipicamente cinza (1:1). Nesse ponto, eles já serão capazes de responder que o que explica essa diferença fenotípica na descendência são os genótipos dos genitores e que não foi observada influência do sexo do genitor.*

**\*Atividade IV:**

- a) *A partir da observação das cartas, os estudantes devem ser capazes de responder que a mutação apresentada na sequência alélica variante (no primeiro códon do alelo NC2) é a substituição de um nucleotídeo de base nitrogenada adenina por outro de base citosina.*
- b) *Com a tabela do código genético em mãos, os alunos perceberão que o produto gênico foi modificado porque essa troca de nucleotídeos promoveu a inserção de um outro tipo de aminoácido no produto do alelo NC2.*

<i>NC1 → TAA AGT TCT</i>	<i>NC2 → TCA AGT TCT</i>
<i>RNA → AUU UCA AGA</i>	<i>RNA → AGU UCA AGA</i>
<i>AA'S → Ile Ser Arg</i>	<i>AA'S → Ser Ser Arg</i>

- c) *Agora, sabendo sobre o modo de herança da característica, a variação a nível molecular do gene NC e a partir da descendência dos cruzamentos, os estudantes são capazes de identificar os genótipos dos parentais.*

*TABELA 3a: cruzamentos entre machos fenotipicamente dourados e fêmeas fenotipicamente cinzas.*

<b><i>Tipos dos cruzamentos parentais</i></b>	<b><i>Genótipos</i></b>
<b><i>9.Macho 1 dourado (B) x fêmea cinza (A)</i></b>	<i>NC2NC2 X NC1NC1</i>
<b><i>10.Macho 1 dourado (B) x fêmea cinza (B)</i></b>	<i>NC2NC2 X NC1NC1</i>
<b><i>11.Macho 2 dourado (B) x fêmea cinza (A)</i></b>	<i>NC2NC1 X NC1NC1</i>
<b><i>12.Macho 2 dourado (B) x fêmea cinza (B)</i></b>	<i>NC2NC1 X NC1NC1</i>

*TABELA 3b: cruzamentos entre fêmeas fenotipicamente douradas e machos fenotipicamente cinzas.*

<b><i>Tipos dos cruzamentos parentais</i></b>	<b><i>Genótipos</i></b>
<b><i>13.Fêmea 1 dourada (B) x macho cinza (A)</i></b>	<i>NC2NC1 X NC1NC1</i>
<b><i>14.Fêmea 1 dourada (B) x macho cinza (B)</i></b>	<i>NC2NC1 X NC1NC1</i>
<b><i>15.Fêmea 2 dourada (B) x macho cinza (A)</i></b>	<i>NC2NC2 X NC1NC1</i>
<b><i>16.Fêmea 2 dourada (B) x macho cinza (B)</i></b>	<i>NC2NC2 X NC1NC1</i>

d) Tomando por base o item anterior, espera-se que os estudantes sejam capazes de realizar os cruzamentos e calcular as frequências genotípicas:

- Macho cinza (A) X Fêmea cinza (B)  
Parentais - NC1NC1 X NC1NC1  
Prole - NC1NC1  
Proporção Genotípica = 100% NC1NC1
- Macho 1 dourado (B) X Fêmea 1 dourada (B)  
Parentais - NC2NC2 X NC1NC2  
Prole - NC1NC2 NC2NC2  
Proporção Genotípica = 50% NC1NC2, 50% NC2NC2 ou 1:1
- Macho 2 dourado (B) X Fêmea 1 dourada (B)  
Parentais - NC1NC2 X NC1NC2  
Prole - NC1NC1 NC1NC2 NC1NC2 NC2NC2  
Proporção Genotípica = 25% NC1NC1, 50% NC1NC2, 25% NC2NC2 ou 1:2:1
- Macho 2 dourado (B) X Fêmea cinza (A)  
Parentais - NC1NC2 X NC1NC1  
Prole - NC1NC1 NC2NC2  
Proporção Genotípica = 50% NC1NC1, 50% NC1NC2 ou 1:1
- Fêmea 1 dourada (B) X Macho cinza (A)  
Parentais - NC1NC2 X NC1NC1  
Prole - NC1NC1 NC1NC2  
Proporção Genotípica = 50% NC1NC1, 50% NC1NC2 ou 1:1
- Fêmea 2 dourada (B) X Macho cinza (A)  
Parentais - NC2NC2 X NC1NC1  
Prole - NC1NC2  
Proporção Genotípica = 100% NC1NC2

**\*Atividade V:**

- a) Espera-se que os estudantes tenham percebido que a maneira mais rápida de Sinfrônio conseguir esses roedores da cor dourada é realizar cruzamentos onde os pais apresentam a cor dourada e são genotipicamente homozigotos, mas para conseguir esses casais eles devem propor a realização de cruzamento-teste para definir os genótipos dos roedores dourados.
- Cruzamento-teste para achar um macho dourado homozigoto:  
Parentais 1: Macho dourado x Fêmea cinza  
Genótipos: NC2\_\_\_ x NC1NC1  
Prole: Se 100% dos filhotes nascerem dourados, saberemos que esse macho possui genótipo homozigoto, por outro lado, se 50% dos filhotes nascer dourado e 50%,

cinza, poderemos concluir que esse macho possui genótipo heterozigoto. Aqui, nos interessa um macho homozigoto dominante.

- Cruzamento-teste para achar uma fêmea dourada homozigota:

Parentais 1: Fêmea dourada x Macho cinza

Genótipos:  $NC2NC2$  x  $NC1NC1$

Prole: Se 100% dos filhotes nascerem dourados, saberemos que essa fêmea possui genótipo homozigoto, por outro lado, se 50% dos filhotes nascer dourado e 50%, cinza, poderemos concluir que essa fêmea possui genótipo heterozigoto. Aqui, nos interessa uma fêmea homozigota dominante.

- Cruzamentos possíveis para a produção de descendentes exclusivamente dourados:

1- Parentais: Macho dourado x Fêmea dourada

Genótipos:  $NC2NC2$  X  $NC2NC2$

Proporção genotípica: 100%  $NC2NC2$

Proporção fenotípica: 100% dourados

2- Parentais: Macho dourado x Fêmea cinza

Genótipos:  $NC2NC2$  X  $NC1NC1$

Proporção genotípica: 100%  $NC1NC2$

Proporção fenotípica: 100% dourados

3- Parentais: Fêmea dourada x Macho cinza

Genótipos:  $NC2NC2$  X  $NC1NC1$

Proporção genotípica: 100%  $NC1NC2$

Proporção fenotípica: 100% dourados

## 6 - DISCUSSÃO:

Após quase 10 anos de docência em classes do 3º ano do Ensino Médio, ficou claro que os estudantes têm a percepção de que a Genética é difícil demais para ser compreendida, em decorrência da grande quantidade de conceitos a serem aprendidos, o que vem ao encontro com as conclusões da pesquisa feita por Lopes e Silva (2018). Para as autoras, é necessário que haja uma modificação da atitude do professor em relação às metodologias de ensino por ele utilizadas. Partindo, então, dessa premissa, resolvi mudar a maneira como ensinava esses conceitos, utilizando um material que envolvia o estudante no processo de aprendizagem de modo que ele se sentisse estimulado a querer aprender, o que facilita a internalização do conhecimento.

Partindo das minhas percepções e reflexões da prática docente e das ideias de Lopes e Silva (2018), cabe a nós, docentes, compreendermos como os estudantes percebem a Genética e a partir dessas constatações procurar superar a desmotivação associada à disciplina.

Quando analisei o material didático Baralho Genômico para melhorar a aprendizagem dos conceitos de Genética, enxerguei uma maneira de estruturar e apresentar esses conceitos de uma forma adaptada aos interesses e às capacidades dos estudantes, dinamizando o ensino e a aprendizagem de uma maneira que o estudante desempenhasse o papel de protagonista em todo o processo. Essa reflexão do fazer pedagógico e metodológico vem ao encontro das orientações mais contemporâneas do ensino de Ciências, dos documentos oficiais curriculares e da BNCC que abre a sessão “A área de Ciência da Natureza e suas Tecnologias”, com a seguinte afirmação:

“Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias.” (BRASIL, 2017, p. 537).

O meu desafio durante o desenvolvimento do trabalho era fazer o estudante utilizar os conceitos da Genética como meio para conhecer e interpretar o mundo em que vive, ou seja, era proporcionar situações para o estudante desenvolver seu repertório de representações através da elaboração de esquemas mentais. Para Silveira, (2008) quanto mais situações forem apresentadas aos estudantes, mais significativos se tornarão esses conceitos.

Cid e Neto (2005, p.4) estabelecem algumas orientações para o ensino de Genética e essas orientações foram observadas por mim e atendidas durante as adequações feitas no material didático, principalmente quando apontam a “clarificação da passagem do macronível para o micronível, de tal forma que os estudantes sejam capazes de ver os conceitos como parte de um todo”. Para os autores, na Genética esses níveis manifestam-se da seguinte maneira: “a observação de características morfológicas dos seres vivos ocorre ao nível macro, enquanto o apelo aos genes, alelos e outros conceitos similares para explicar o macro leva os estudantes para o micro e a ligação entre esses níveis só é possível quando se proporciona condições para o desenvolvimento do trabalho no nível macro e um cuidadoso controle dos conceitos no nível micro” (2005, p.3).

Percebi que essa mudança metodológica, a partir da introdução do Baralho Genômico, gerou também uma mudança em todo o processo de aprendizagem. É nítido, como apontam

Justina e Ferla (2006) que a inserção de modelos didáticos no processo de ensino e aprendizagem pode ser uma das maneiras de fazer a ressignificação dos conceitos e dos conteúdos.

A reflexão sobre a pesquisa-ação desenvolvida permitiu uma mudança nas minhas atitudes, nas minhas práticas e até na maneira como os estudantes foram avaliados. A prova como instrumento avaliativo continuou a existir, porém ela foi realizada sob a perspectiva dos próprios estudantes que sugeriram que ela fosse aplicada da mesma maneira como o trabalho foi desenvolvido na sala de aula, em duplas e com a utilização do BG. De acordo com Barbier (2007), isso permite afirmar que todo avanço em pesquisa-ação implica o efeito recursivo em função de uma reflexão permanente sobre a ação. E, para Zabalza (2004, p.23), “quanto mais conscientes formos de nossas práticas, quanto mais refletirmos sobre nossas intervenções, melhores profissionais seremos”.

O material didático BG mostrou-se eficaz na tentativa de facilitar a aprendizagem dos conceitos de Genética pelos estudantes, além de desenvolver o protagonismo estudantil, na medida em que ampliou o trabalho individual e fortaleceu o trabalho em equipe. Nesse contexto, como relatado por Aragão et al. (2018), os estudantes desenvolveram competências como respeito, argumentação, levantamento de hipóteses e, o mais importante, passaram a entender o que é a ciência.

Analisando toda a mudança que aconteceu na minha prática pedagógica e em todos os aspectos relacionados aos estudantes (aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais) durante o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de Genética, achei importante compartilhar a utilização do material didático BG, produzindo um vídeo que mostra de maneira ilustrativa, as estratégias utilizadas em sala de aula.

Na tentativa de aproximar ainda mais os estudantes da sua realidade, decidi elaborar um estudo de caso pensando na necessidade de contextualização dos conceitos aprendidos, além de dar mais um significado para o BG. Nseula (2011) aponta em seu artigo que a percepção dos estudantes é melhorada a partir da utilização dessa ferramenta metodológica. A autora relata que, a partir dessa abordagem, os estudantes ganham conhecimento por meio de análises de situações, ao invés da simples aplicação de algoritmos, portanto, têm suas habilidades analíticas desenvolvidas, o que proporciona o reconhecimento da relevância do conteúdo, além da melhora do seu desempenho escolar. Styler (2009) complementa esse apontamento relatando que os estudantes experimentam as habilidades do pensamento crítico, que é inerente ao processo da ciência, de modo que consigam aplicar os princípios genéticos a situações do mundo real.

Baiotto et al. (2016) acrescentam que, para superar o desinteresse e aproximar os exemplos do cotidiano dos estudantes, uma possibilidade é tratar das características de animais domésticos que tenham padrões de herança desejados. A atividade elaborada segue essa premissa: a cor da pelagem dos roedores é uma característica com padrão de herança mendeliana. A atividade fomenta o questionamento, o planejamento e a recolha de evidências, com base nos fatos descritos nos vários cenários, o que permite ao estudante usar as etapas da investigação científica, o que acaba por proporcionar, como mostrado por Aragão e Silva (2019) o aprimoramento do raciocínio lógico, das características cognitivas, o que desencadeia o desenvolvimento pessoal e acadêmico.

A reflexão da minha prática pedagógica docente com a introdução do material didático BG em sala de aula, para o ensino dos conceitos de Genética, promoveu a transformação dos meus próprios conhecimentos em representações que foram adaptadas para a construção ativa

do saber por parte dos estudantes, de modo que eles se tornaram protagonistas em todo o processo por meio da experimentação de novas abordagens metodológicas que aumentaram e desenvolveram seu potencial de percepção, de análise e de apropriação de conhecimento.

## **7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS:**

O desenvolvimento desse trabalho proporcionou a oportunidade de vivenciar o exercício simultâneo das funções de professora e de pesquisadora. As dificuldades já eram esperadas e esse não é ponto a ser levantado, mas sim a oportunidade única que surgiu com essa dupla função: a de reflexão sobre a própria prática docente.

Segundo Demo (2006), profissional não é aquele que apenas executa sua profissão, mas sim aquele que, sobretudo, é capaz de pensar e refazer seu ofício. Sob essa ótica, a pesquisa proporcionou o estímulo à construção da minha melhor versão como docente, em contraponto a uma versão anterior, que por várias vezes sentiu-se cansada, desanimada e desmotivada com a prática docente

O ensino de Genética pode ser uma experiência prazerosa e cheia de significados para os estudantes. Porém, a maneira como tem sido realizada favorece reações contrárias. Em oposição ao ensino tradicional, está a utilização de metodologias que podem tornar a aprendizagem mais efetiva, além de aumentar o interesse dos estudantes.

Por meio da análise dos relatos descritos no diário de aula, percebeu-se que o uso do material didático BG como ferramenta metodológica pode contribuir para tornar a aprendizagem dos conceitos de Genética, no Ensino Médio, mais motivadora e eficiente.

Reconhecendo a grande quantidade de conceitos presentes na disciplina de Genética, a aprendizagem do estudante será mais efetiva se o professor contextualizar esses conteúdos com situações cotidianas, promovendo um diálogo em sala para a identificação dos conhecimentos prévios dos mesmos. Essa contextualização pode acontecer à medida que o professor relacione os conceitos apresentados com situações práticas, fazendo as relações entre os conceitos e os conhecimentos prévios.

Além disso, é importante que o estudante assuma o papel de protagonista de sua aprendizagem, que interaja com esses conteúdos e com os outros estudantes para favorecer o processo da apropriação do conhecimento.

Como foi exposto nessa pesquisa, é possível planejar e aplicar uma aula sem a necessidade de um laboratório ou de materiais complexos. Os modelos didáticos não precisam ser instrumentos para revisão de conteúdo, podem ser instrumentos para a própria apropriação do conhecimento.

Acredito que o objetivo do trabalho foi concluído. O material didático se mostrou eficaz na tentativa de facilitar a aprendizagem dos conteúdos de Genética pelos estudantes, de maneira ilustrativa e totalmente participativa, além de estimular e motivar o potencial individual e a participação coletiva durante as aulas.

Espero que o vídeo produzido e a atividade elaborada sejam recursos para que outros professores possam também perceber a transformação atitudinal, comportamental, de entusiasmo e por consequência de melhores resultados na aprendizagem dos estudantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ANDRÉ, M.E.D.A.; DARSIE, M.M.P. **O diário Reflexivo, Avaliação e Investigação Didática**. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, Rio de Janeiro, v.6, n.21, p.447-462, 1998.

ARAGÃO, A.A.S., SILVA, J.J.J., MENDES, M.S. **Ensino de ciências por investigação: o aluno como protagonista do conhecimento**. Revista Vivência em Ensino de Ciências, 4ª ed. Especial, n.1, p. 75-84, 2019.

AUSUBEL, D.P. **Psicologia educacional**. Tradução: Eva Nick. Rio de Janeiro: Editora Intramericana Ltda., 1980.

AYUSO, G.; BANET, E. **Alternativas a la enseñanza de la genética em educación secundaria. Enseñanza de las Ciencias**, v.20, n.1, p.133-157, 2002.

BAHAR, M.; JOHNSTONE. H. **Revisiting learning difficulties in biology**. Journal Biology Education, 33 (2), 1999.

BAIOTTO, C.R., SEPEL, L.M.N., LORETO, E.L.S. **Para ensinar genética mendeliana: ervilhas ou lóbulos de orelha?** Revista Genética na Escola, v.11, n.2, p.286-293, 2016.

BANET, E.; AYUSO, G.E. **Introducción a la genética em la enseñanza secundaria y bachillerato. Enseñanza de las Ciências**, p. 373-407, 1995.

BARBIER, R. **A pesquisa-ação**. Brasília: Liberlivro, 2007.

BARNI, G. S. **A importância e o sentido de estudar Genética para estudantes do terceiro ano do Ensino Médio em uma escola da rede estadual de ensino em Gaspar (SC)**. Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Ciências Naturais e Matemática da Universidade Regional de Blumenau) FURB, Blumenau, 2010.

BELMIRO, M.S., BARROS, M.D.M. **Ensino de Genética no Ensino Médio: uma análise estatística das concepções prévias de estudantes pré-universitários**. Revista Práxis, v.9, n.17 p.95-102, jun. 2017.

- BUGALLO. **LaDidática de la Genética: revisión bibliográfica. Enseñanza de las Ciéncias**, v. 13, n. 3, p.379-385, 1995.
- BRASIL, MEC. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília, 1999.
- BRASIL, MEC. Secretaria da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**
- BRITO, D.R.S. **Ensino de Genética: proposta para o ensino superior**. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília. Brasília. 2018.
- BRITO, M.R.F. **O ensino e a formação de conceitos na sala de aula**. Psicologia na Educação: articulação entre pesquisa, formação e prática pedagógica (Coletâneas da Anpepp n.5, p. 73-93). Rio de Janeiro: Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Psicologia. 1996.
- CABRERA, W.B. **A ludicidade para o ensino médio na disciplina de Biologia: contribuições ao processo de aprendizagem em conformidade com os pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.
- CID, M.; NETO, A.J. **Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico: o caso da Genética**. Enseñanzas de las ciencias, número extra, VII Congresso, 2005.
- COSTA, M. M.; PEDREIRA, M.M.; BONADIO, R.S.; VALDEZ, V.R.; LOBO, J.; KLAUTAU-GUIMARÃES, M.N. **Baralho Genômico: desembaralhando os conceitos de Genética**. Genética na Escola, v.12, p. 86-103, 2017.
- DE CAMPOS JÚNIOR, E.O.; PEREIRA, B.B.; LUIZ, D.P.; MOREIRA-NETO, J.F.; BONETTI, A.M.; KERR, W.E. **Sistema sanguíneo sem mistério: uma proposta alternativa**. Revista Genética na Escola - SBG. v.3, n. 3, p. 7-9 2009.
- DELIZOICIV, D.; ANGOTTI, J.A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciéncias: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- FERREIRA, P., JUSTI, R. **Atividades de construção de modelos e ações envolvidas**. V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. ENPEC, 2005.

FRANCISCO, G.C.B. **O ensino de Genética: uma abordagem a partir dos estudos sociais da ciência e da tecnologia (ESTC)**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação, Mestrado em Educação). FURB, 2005.

FRANZOLIN, F.; BIZZO, N. **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.

GIACOIA, L.R.D.; BORTOLOZZI, J; CALDEIRA, A.M.A. **Concluintes do ensino médio e o conhecimento de genética**. Rev. Cereus. V.6, n.1, p.157-174, 2014.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. **As origens do saber – das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos**. 2ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GOLDBACH, T.; MACEDO, A. G. A. **Produção científica e saberes escolares na área de ensino de Genética: olhares e tendências**. In: Jornadas Latino-Americanas de estudos sociais das Ciências e das Tecnologias. Rio de Janeiro, 2008.

HERREID, C.F. **What makes a good case?** Journal of College Science Teaching, v. 27, n. 3, p.163-169, 1998.

JANN, P.N.; LEITE, M.F. **Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de Ciências e Biologia**. Ciência & Cognição, 2010; v. 15(1).

JUSTINA, L.A.D.; FERLA, M. R. **A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética – exemplo de representação de compactação de DNA eucarioto**. Arquivos do Mundi, Maringá – Paraná, v.10, n.2, p. 35-40, 2006.

KLAUTAU-GUIMARÃES, N.; AURORA, A.; DULCE, D.; SILVIENE, S.; HELENA, H.C.A. **A relação entre herança genética, reprodução e meiose: um estudo das concepções de estudantes universitários do Brasil e Portugal**. VIII Congresso Internacional sobre investigación em la Didáctica de las Ciencias. Barcelona, 2008.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. São Paulo: Harper e Row do Brasil Ltda, 1986.

LADELFO, J.; LISBOA, C.P.; PIZZATO, M.C. **Pesquisa e análise das concepções prévias de alunos do ensino médio sobre o tema material genético.** 13ª Mostra de Pesquisa, ensino e extensão Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

LEWIS, J., WOOD-ROBINSON, C. **Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship?** International Journal of Science Education, London, v. 22, n. 2, p. 177-195, 2000.

LOPES, K.D., SILVA, C.C. **Percepção de alunos no Ensino Médio quanto aos conceitos fundamentais de Genética básica: um estudo de caso.** Rev. Ens. Educ. Cienc. Human. Londrina, PR, v.19, n.1, p.2-9, 2018.

LUCCHINI, L.M. **Ecorrecreação: Uma proposta metodológica lúdica de ensino de Ciências Naturais.** Dissertação de Mestrado em Educação. Centro Universitário La Salle, Canoas, 2009.

LUCKESI, C. **Ludicidade e formação do educador.** Revista Entreideias, Salvador, v.3, n. 2, p. 13-23, jul./dez. 2014.

MANPRIM, M.I.L.L. **A implementação ou não de atividades experimentais em biologia no ensino médio e as relações com o saber profissional, baseadas numa leitura de Charlot.** In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 2007.

MARTINEZ, E.R.M.; FUJIHARA, R.T.; MARTINS, C. **Show da Genética: um jogo interativo, para o ensino de Genética.** Genética na Escola, 2008.

MASCARENHAS, M.J.O., SILVA, V.C., MARTINS, P.R.P., FRAGA, E.C., BARROS, M.C. **Estratégias Metodológicas para o ensino de Genética em Escola Pública.** Pesquisa em Foco, São Luís, v. 21, n. 2, p. 05-24. 2016.

MELO, J.R.; CARMO, E.M. **Investigações sobre o ensino de genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas.** Ciência&Educação, v.15, n.3, p.593-611, 2009.

MOL, G.M. **Pesquisa Qualitativa em ensino de Química.** Revista Pesquisa Qualitativa. São Paulo (SP), v.5, n.9, p.495-513, dez.2017.

NEVES, M.A.; NEVES, M.L.R.C. **A Biologia Forense no jogo didático: uma ferramenta motivacional para o Ensino de Genética em uma abordagem investigativa.** Revista da Sociedade Brasileira do Ensino de Biologia, nº 9, 2016.

NSEULA, M.M. **Incorporating case studies into an undergraduate genetics course.** Journal of the Scholarship of Teaching and Learning, v.11, n.3, p.75-85, august. 2011.

PALCHA, L. **Os diários na formação de professor de ciências: impactos formativos em pesquisas da área de ensino.** Educere – XII Congresso Nacional de Educação, 2015.

PAVAN, O.H. et al. **Evoluindo genética: um jogo educativo.** 1.ed. Campinas: Ed. Unicamp, 1998.

PEDRANCINI, V.D.; CORAZZA-NUNES, M.J.; GALUCH, M.T.B.; MOREIRA, A.L.O.R.; RIBEIRO, A.C. **Ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. V.6, n.2, p.299-309, 2007.

PEDROSO, C.V. **Jogos didáticos no ensino de Biologia: uma proposta metodológica baseada em módulo didático.** EDUCERE, 2009.

QUEIROZ, S.L., CABRAL, P.F.O. **Estudos de caso no ensino de Ciências Naturais.** São Paulo, SP: Art Point Gráfica e Editora, 2016.

RODRIGUES, C.C., MELLO, M.L. **A prática no ensino de genética e biologia molecular: desenvolvimento de recursos didáticos para o Ensino Médio, 2005.**

SÁ, L.P., QUEIROZ, S.L. **Estudos de casos no ensino de química.** 2 ed. Campinas: Átomos, 2010. 93p.

SARDINHA, R., FONSECA, M. & GOLDBACK, T. **O que dizem os trabalhos dos Anais dos Encontros de Pesquisa em Ensino de Ciências sobre Ensino de Genética.** Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 2009.

SASSERON, L.H. **Sobre ensinar ciências, investigação e nosso papel na sociedade.** Ciências e Educação, vol. 25, n. 3, p. 563-567, 2019.

SILVEIRA, L.F.S. **Uma contribuição para o ensino de Genética.** Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática). Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2008.

- STEWART, J. **Difficulties experienced by high school students when learning basic Mendelian Genetics**. In: The American Biology Teacher, v.2, n.44, p.731-739, 1982.
- STYLER, S.C. **Constructing & Using Case Studies in Genetics To Engage Students in Active Learning**. The American Biology Teacher, v.71, n.3, p.142-143, march, 2009.
- TANAJURA, L.L.C.; BEZERRA, A.A.C. **Pesquisa-ação sob a ótica de René Barbier e Michel Thiollent: aproximações e especificidades metodológicas**. Revista Eletrônica. Pesquiseduca, Santos. v.07, n.13, p.10-23. 2015
- TAROUCO, L.M.R.; ROLAND, L.C.; FABRE, M.C.J.M.F.; KONRATH, M.L.P. **Jogos Educacionais**. CINTED – UFRGS. Novas Tecnologias na Educação. V.2, n. 1, Março, 2004.
- TEMP, D.S.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M.L. **O ensino de genética: a visão de professores de Biologia**. Rev. Cient. Schola, v.2, n.1, p.83-95, 2018.
- VALDEZ, V.R. **Desenvolvimento de uma matriz de competências e habilidades para repensar o ensino de ciências pela perspectiva do ensino por investigação**. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – PPGEC. Universidade de Brasília, 2017.
- ZABALA, A. **A Prática Educativa – Como ensinar**. Artmed, Porto Alegre, 1998.
- ZABALZA, M.A. **Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional**. Artmed Editora S.A. São Paulo, 2004.
- ZANON, D.A.V.; GUERREIRO, M.A.S.; OLIVEIRA, R.C. **Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação**. Ciência & Cognição, v.13, n.1, p.72-81, 2008.