

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ**

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

**O ENSINO DE GENÉTICA NA EDUCAÇÃO  
BÁSICA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E PRODUÇÃO  
DE MODELOS DIDÁTICOS**

**FRANCISCO PIRES PEREIRA**

**ORIENTADORA: DRA. MARIA DE FÁTIMA VERAS ARAÚJO**

Teresina – PI  
2019

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ**

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

**O ENSINO DE GENÉTICA NA EDUCAÇÃO  
BÁSICA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E PRODUÇÃO  
DE MODELOS DIDÁTICOS**

**FRANCISCO PIRES PEREIRA**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO da Universidade Estadual do Piauí, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Profa. Dra. Maria de Fátima Veras Araújo

Teresina – PI

2019

# **O ENSINO DE GENÉTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E PRODUÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS**

**FRANCISCO PIRES PEREIRA**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO da Universidade Estadual do Piauí, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração: Ensino de Biologia.

Aprovado em 25 de julho de 2019.

Membros da Banca:

---

Profa. Dra. Maria de Fátima Veras Araújo

(Presidente da Banca – Universidade Estadual do Piauí / UESPI)

---

Prof. Dr. Francisco Soares Santos Filho

(Membro Interno - Universidade Estadual do Piauí / UESPI)

---

Prof. Dr. Francisco Honeidy Carvalho Azevedo

(Membro Externo – Centro Universitário Santo Agostinho / UNIFSA-PI)

---

Profa. Dra. Roselis Ribeiro Barbosa Machado

(Membro Suplente – Universidade Estadual do Piauí / UESPI)

Teresina – PI

2019

*Dedico esta dissertação a minha família  
e aos meus amigos, motivos pelos quais  
procuro me superar a cada dia.*

## RELATO DO MESTRANDO

---

Sou professor da Educação Básica há vinte anos e tive minha prática docente estruturada na rede particular de ensino. A partir do ano 2014, ingressei, através de concurso, em uma Instituição Pública de Ensino Médio e vi-me diante de um novo desafio: a escola pública.

Deparei-me, então, com situações novas, como por exemplo, parte dos discentes com dificuldades de aprendizagem, em virtude da falta de base conteudista, porém com muita vontade de aprender e eu, como Professor, vi a necessidade de renovação em minha prática docente.

Na busca por qualificação, encontrei no Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO da Universidade Estadual do Piauí - UESPI a possibilidade de ampliar meus conhecimentos e de melhorar significativamente minha atuação como educador. No transcorrer do programa tive a oportunidade de aprender com os professores e com os colegas durante as discussões e práticas realizadas bem como com as aplicações que fiz no decorrer de minhas atividades docentes, principalmente com as intervenções que foram de grande valia para mim e com certeza para os alunos, pois vi a motivação e o envolvimento deles em cada trabalho realizado, o que foi expresso na melhoria das notas em avaliações.

No PROFBIO pude compreender melhor o significado de Biologia como disciplina investigativa e repassar este conceito para os meus alunos em momentos pedagógicos em que eles puderam construir seu próprio conhecimento. Neste sentido o PROFBIO foi de extrema importância na minha vida profissional. O que aprendi levarei para toda vida e aplicarei na desafiadora Escola Pública, tornando o processo de ensino-aprendizagem em Biologia mais dinâmico e atraente para suprir as necessidades dos alunos.

## **AGRADECIMENTOS**

---

- ❖ Agradeço primeiramente a Deus por iluminar meus caminhos e minha mente;
- ❖ Aos meus familiares, por me apoiarem incondicionalmente nesta jornada, e aos meus amigos próximos, por sempre acreditarem em mim;
- ❖ À CAPES, pela contribuição com o financiamento da bolsa;
- ❖ Ao corpo docente e funcionários responsáveis pelo Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO), polo UESPI, pela oportunidade de realização de estudos e trabalhos em minha área de pesquisa;
- ❖ À Profa. Dra. Maria de Fátima Veras Araújo, pelas diversas contribuições, dicas e orientações precisas no decorrer deste trabalho;
- ❖ As Profas. Dra. Francilene Vieira da Silva Freitas e Dra. Roselís Ribeiro Barbosa Machado, pelo interesse e dedicação na análise desta dissertação;
- ❖ Aos colegas do Mestrado pelo auxílio nas tarefas desenvolvidas durante o curso;
- ❖ Ao Instituto Federal do Piauí- Campus de Oeiras / PI, por permitir a realização desta pesquisa;
- ❖ Aos meus alunos, por me suportarem diariamente;
- ❖ A todos os que colaboraram de algum modo para possibilitar a concretização desse trabalho.

*“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais  
inteligente, mas o que melhor se adapta às  
mudanças”*

*(Charles Darwin)*

## RESUMO

---

PEREIRA, F.P. **O ENSINO DE GENÉTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E PRODUÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS.** 2019. 55p. Trabalho de Conclusão de Mestrado (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Estadual do Piauí. Teresina.

Tendo em vista que o ensino de Biologia desenvolvido nas escolas ainda é realizado nos moldes tradicionais, conteudista, quase sempre distante da realidade dos alunos, não sendo utilizados diferentes recursos e metodologias para a implementação das aulas, esta pesquisa teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre o ensino de genética no Brasil, destacando os aspectos conceituais e evolutivos bem como produzir modelos didáticos inovadores para as aulas teóricas e/ou práticas do conteúdo de Genética no ensino médio, disponibilizados para o uso nas aulas de Genética, tornando-as mais agradáveis, e possibilitando a ampliação da aprendizagem e rendimento nesta área do conhecimento. Teve uma abordagem bibliográfica com produção de material didático. O levantamento dos dados pautou-se na pesquisa bibliográfica, em livros e portais de periódicos que contemplaram publicações referentes ao tema objeto deste estudo, no contexto nacional e local. A construção dos modelos didáticos pode ser considerada ferramenta eficaz na articulação método-conteúdo e constitui processo representativo, com a utilização do desenvolvimento de modelos tridimensionais em biscuit. Esses modelos são recursos acessíveis que aumentam a compreensão dos temas de Genética, reduzindo o nível de abstração, através da aprendizagem tátil. A pesquisa como resultado demonstra que a utilização dos modelos com biscuit são importantes estratégias motivadoras, tornando as aulas mais participativas entre alunos e professor e, assim, contribui de forma efetiva para a aprendizagem de conceitos relacionados à Genética entre muitas outras habilidades, com ganhos significativos no processo de ensino e aprendizagem.

**Palavras-chave:** Educação. Ensino Médio. Genética. ModelosDidáticos.



## ABSTRACT

---

PEREIRA, F.P. **GENETIC TEACHING IN BASIC EDUCATION: BIBLIOGRAPHIC REVIEW AND PRODUCTION OF TEACHING MODELS.** 2019. 55 p. Master's Degree (Master's Degree in Biology Teaching) - State University of Piauí. Teresina.

Given that the teaching of biology developed in schools is still carried out in the traditional, contentist manner, almost always far from the reality of the students, not being used different resources and methodologies for the implementation of the classes, this research aimed to conduct a literature review. on the teaching of genetics in Brazil, highlighting the conceptual and evolutionary aspects as well as producing innovative didactic models for the theoretical and / or practical classes of genetics content in high school, made available for use in genetics classes, making them more enjoyable. , and enabling the expansion of learning and performance in this area of knowledge. It had a bibliographical approach with production of didactic material. Data collection was based on bibliographic research, books and journal portals that included publications on the subject of this study, in the national and local context. The construction of didactic models can be considered an effective tool in the method-content articulation and is a representative process, using the development of three-dimensional biscuit models. These models are accessible resources that increase understanding of genetics topics, reducing the level of abstraction through tactile learning. Research as a result demonstrates that the use of biscuit models are important motivating strategies, making classes more participatory between students and teacher, and thus contributes effectively to learning concepts related to genetics among many other skills, with significant gains. in the teaching and learning process.

**Keywords:** Education. High school. Genetics. Didactic Models.

## LISTA DE FIGURAS

---

<b>Figura 1:</b> Extrusora - equipamento utilizado para trabalhar com massa de biscoito.....	36 / 54
<b>Figura 2:</b> Modelo didático do Cromossomo.....	36 / 54
<b>Figura 3:</b> Modelo didático de Citogenética.....	37 / 55
<b>Figura 4:</b> Modelos dos cromossomos.....	37 / 55

---

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

---

- MA**–Metodologias Ativas;
- SEI** – Sequências de Ensino Investigativas;
- LDB**–Lei de Diretrizes e Bases da Educação;
- MEC** – Ministério da Educação;
- PCN's**– Parâmetros Curriculares Nacionais;
- BNCC** – Base Nacional Comum Curricular
- DNA** – Ácido desoxirribonucleico;
- EJA**– Educação de Jovens e Adultos;
- ED** – Engenharia Didática;
- UESPI** – Universidade Estadual do Piauí;
- ENEM** – Exame Nacional do Ensino Médio.
-

## SUMÁRIO

---

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
2.1 O Ensino de Biologia.....	16
2.2 O Ensino de Genética.....	19
2.3 Metodologias Ativas (MA) de Ensino.....	22
2.4 Modelos Didáticos.....	24
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>26</b>
3.1 Tipo de Pesquisa.....	26
3.3.Etapas Metodológicas.....	26
3.3.Revisão Bibliográfica.....	26
3.3.Produção de Materiais Didáticos.....	27
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>29</b>
4.1 A Ciência Genética: Aspectos Conceituais e Evolução do Ensino no Brasil... ..	29
4.2 Produção de Modelos Didáticos das Estruturas do DNA e dos Processos de Mitose e Meiose .....	34
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>39</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>40</b>
<b>7. PRODUTO.....</b>	<b>52</b>

---

# 1. INTRODUÇÃO

---

O processo de ensino e aprendizagem nas escolas de ensino médio tem sido predominantemente teórico, com aulas expositivas, poucas atividades práticas e sem o uso de recursos didáticos que diferem do método tradicional. O que exige uma mudança no processo ensino-aprendizagem quanto ao uso de metodologias aplicadas em sala de aula, já que educar é um artifício contínuo que tem por fundamento básico, garantir o aprimoramento das relações humanas em sociedade [1]. Nesse contexto, se torna imprescindível o uso de metodologias educativas voltadas para um ensino de qualidade proporcionando ao ser humano um equilíbrio com o ambiente em que se relaciona, seja na sala de aula ou na sociedade da qual ele faz parte. É notório que as abordagens realizadas em aulas, teóricas e/ou práticas, permitem que haja discussões das informações expostas nas aulas teóricas, reforçando o aprendizado e possibilitando, inclusive, o questionamento do que foi ensinado [2].

A sociedade na qual estamos inseridos vem passando por mudanças ambientais, científicas, tecnológicas e sociais, o que reforça a necessidade de mudanças no processo de ensino/aprendizagem a fim de se formar cidadãos com atitudes investigativas e críticas [3]. A utilização de estratégias didáticas é de suma importância para o aprendizado e para a concretização destas mudanças aprimorando o ensino, tornando alguns conteúdos ditos como mais complexos, algo de fácil assimilação. Nesta perspectiva, a utilização dos diferentes modelos didáticos inovadores dentro da sala de aula pode ser entendida como estratégia poderosa para a promoção do aprendizado.

Dessa maneira, o docente precisa estar sempre avaliando sua prática durante as aulas, de modo que sejam proporcionadas ocasiões para o estudante interagir, com os colegas, o professor, e com metodologias que os instiguem a desenvolver uma aprendizagem ativa [4-5]. Considerando esta importância e necessidade, o ensino ganha destaque e precisa ser repensado nas escolas de educação básica e em

cursos de formação de professores, pois é através dele que o indivíduo adquire conhecimentos científicos e torna-se capaz de viver com qualidade na sociedade.

Dentre os diversos conteúdos de Biologia no ensino médio, a Genética sempre é mais vista como complexa e de difícil entendimento pelos discentes, abordando temas sobre estruturas de moléculas químicas do DNA (ácido desoxirribonucleico), RNA (ácido ribonucleico), ribossomos, proteínas, dentre outros [6]. Portanto, a genética é uma área das Ciências Biológicas que estuda a forma como as características dos organismos vivos, sejam estas morfológicas, fisiológicas, bioquímicas ou condutoras, se transmite, se geram e se expressam, de uma geração a outra, sob diferentes condições ambientais. Também, é a ciência que se ocupa do estudo da estrutura e função dos genes nos diferentes tipos de organismo, assim como do comportamento dos genes em nível de populações [7].

Nesse contexto tem-se como metodologia ativa a utilização de modelos didáticos no ensino, que são consideradas ferramentas bastante sugestivas e eficazes para prática pedagógica, que além de facilitarem o conhecimento, permitem ao professor despertar o interesse, tornando a aula mais prazerosa e motivando-os a participarem e se envolverem no processo de ensino e aprendizagem [8].

Diante dos benefícios da utilização de modelos didáticos no processo de ensino/aprendizagem e das dificuldades apresentadas pelos estudantes quanto à compreensão e construção dos conhecimentos relacionados ao aprendizado da genética, o presente trabalho apresenta uma abordagem metodológica envolvendo a produção de modelos didáticos para utilização de forma dinâmica na execução das aulas sobre duplicação do DNA; citogenética; primeira e segunda lei de Mendel; e ligação gênica.

Procurou-se responder o seguinte problema: que tipos de matérias didáticos podem ser elaborados para o 3º ano do ensino médio da área de genética, visando melhor compreensão dos conteúdos estudados?

Neste sentido, o objetivo desta pesquisa foi realizar uma revisão bibliográfica sobre o ensino de genética no Brasil, destacando os aspectos conceituais e evolutivos bem como produzir modelos didáticos inovadores para as aulas teóricas e/ou práticas do conteúdo de Genética no ensino médio, disponibilizados para o uso

nas aulas de Genética, tornando-as mais agradáveis, e possibilitando a ampliação da aprendizagem e rendimento nesta área do conhecimento.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

---

O processo de ensino e aprendizagem está em constante discussão visando o aprimoramento do mesmo e a garantia de um ensino de qualidade, incluindo todas as áreas do conhecimento. Esta pesquisa aborda a área de Biologia, em especial, o tema de Genética e suas possibilidades de metodologias para melhor aprendizagem deste ramo da Biologia. Assim, neste referencial teórico aborda-se sobre o ensino de biologia, o ensino de genética, as metodologias ativas e os modelos didáticos.

### 2.1 O Ensino de Biologia.

A definição conceitual de Biologia refere-se à ciência que estuda a vida, reconhecida oficialmente como ciência na transição entre os séculos XVIII e XIX. É uma ciência que se apresenta bastante ampla, já que não estuda somente os indivíduos e espécies isoladamente, mas também sua origem, evolução, constituição, aspectos comportamentais, a forma com que se relacionam entre indivíduos da mesma espécie e de espécies diferentes, a interação entre os seres vivos e o ambiente, como funcionam seus organismos, dentre diversos outros aspectos.

Historicamente, o sistema de ensino em Biologia se fundamenta em metodologias conservadoras ou tradicionais, com um modelo de ensino centrado na figura do professor, que detém o conhecimento considerado válido, ou seja, o docente adquire a função de transmitir conteúdos, enquanto o discente os repete sem necessidade de criticar ou refletir <sup>[9]</sup>. Além disso, esse processo pedagógico é fragmentado e separado em campos intensamente específicos, com a pretensão da eficácia técnica.

Nessa lógica, com o passar do tempo o aluno perde o interesse pelas aulas de ciências/biologia, pois pouco de diferente é feito para tornar a aula mais atrativa e que motive o mesmo a aprender e construir seu próprio conhecimento. Os recursos



utilizados geralmente são aulas expositivas e assim a aula acaba virando rotina, não chamando a atenção dos alunos para os conteúdos abordados <sup>[10]</sup>.

Este método de ensino vertical de transmissão do conhecimento do professor para o aluno faz com que a aprendizagem se processe de forma mecânica, em que o aluno não é solicitado a pensar e nem a desenvolver seu pensamento independente e criativo <sup>[11]</sup>. Esse método promove o distanciamento e dissociação do conteúdo em relação à vida cotidiana, causando desinteresse por parte dos alunos e desfavorecendo o processo de aprendizagem.

Muitas vezes, nesse ensino tradicional, os estudantes recebem e armazenam as informações de maneira mecânica e memorística. Nessa perspectiva, o conteúdo se torna monótono, resultando na desmotivação e desinteresse dos alunos <sup>[5,12-13]</sup>. Nesse processo, a autonomia e a curiosidade vão se perdendo, uma vez que o docente transmite as informações de forma acabada e estática e o discente as memoriza e repete, promovendo, assim, a "desumanização" do estudante <sup>[14]</sup>.

É salutar que os docentes busquem meios de ensino-aprendizagem na perspectiva de integrar teoria e prática com ênfase nas metodologias ativas de aprendizagem que estimulem os estudantes e possibilitem a autonomia dos mesmos e assim, minimizar as lacunas deixadas pelo método tradicional pedagógico <sup>[15]</sup>.

Um aspecto importante na produção de material didático pelo professor, é a apropriação, e muitas vezes o aprendizado, de aspectos pedagógicos inerentes a sua profissão, visto que a pedagogia que temos contato no dia a dia escolar é uma extensa citação e leitura de clássicos da pedagogia, na maioria das vezes sem ligação com o contexto real da escola, assim ao produzir materiais didáticos o professor se vê obrigado a ir além do discurso pedagógico e repensar a educação, se aproximando ao fazer-pensar <sup>[16]</sup>.

Dentre os diversos conteúdos que a Biologia desenvolve no ensino médio, encontra-se o de Genética, apresenta-se como um dos mais temidos e de grande dificuldade de aprendizado. O conhecimento das principais dificuldades e condicionantes de aprendizagem que os alunos, em geral, enfrentam ao estudar um novo tópico de Biologia constitui, um dos fatores que podem fornecer, elementos importantes para que os professores transformem o conteúdo a ser ensinado <sup>[17]</sup>.

## 2.2 O Ensino de Genética

Os Parâmetros Curriculares Nacionais <sup>[18]</sup>, apontam que este tema seja abordado de maneira que os discentes tenham capacidades de descrever a estrutura e as características da molécula de DNA, com habilidade de relacioná-las à transmissão dos caracteres hereditários e entender a relação entre as mutações e alterações no código e suas implicações no que se refere a diversidade planetária. Propõem, ainda, estratégias para uma formação crítica sobre temas polêmicos e julgamentos de questões discriminativas e preconceituosas, fazendo uso de experimentações, construções de modelos didáticos, simulações, jogos e debates.

A Genética é uma disciplina que atrai diferentes públicos, desde alunos do ensino fundamental e médio até alunos de graduação e pós-graduação. Este interesse relaciona-se com o fato de a disciplina estar frequentemente presente na mídia e, por tratarem de assuntos relativamente interessantes para os alunos, tais como organismos transgênicos, fecundação *in vitro*, clonagem de organismos, desenvolvimento de célula tronco e outros <sup>[19]</sup>, traz à tona aspectos éticos envolvidos na produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico, chamando à reflexão sobre as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade <sup>[18]</sup>. Logo, é preciso um bom conhecimento em Genética para que os alunos sejam capazes de se posicionar criticamente <sup>[20]</sup>.

Ensinar genética tem sido considerado de extrema importância para a alfabetização científica, com os instrumentos da mídia e da divulgação científica exercendo papel complementar ao levantar questões polêmicas, apontar para a democratização do conhecimento e para a discussão dos caminhos da legislação e de desenvolvimento da sociedade. Além disso, a biotecnologia oferece exemplos que denotam fortes relações entre o conhecimento, suas aplicações e seus desdobramentos éticos, culturais, sociais, econômicos e políticos <sup>[21]</sup>.

Segundo Casagrande <sup>[22]</sup>, os objetivos do ensino de genética humana na escola seriam esclarecer o significado e os mecanismos de herança e alterações genéticas, capacitar o estudante a usar a informação genética e o conhecimento das

leis de probabilidade para estabelecer julgamento sobre os riscos em relação à prole. Divulgar a importância do aconselhamento genético como um auxílio para a tomada de decisões pessoais em relação a diferentes situações, como por exemplo, o planejamento familiar ou a melhor compreensão do mecanismo genético, que poderia garantir a preparação do público geral para o consumo informado dos serviços genéticos, como a realização ou não de testes genéticos preditivos, triagem neonatal ou populacional.

O ensino de Genética é sempre cercado de desafios. O grande número de conceitos relacionados à área dificulta, muitas vezes, a compreensão por parte dos alunos que acabam preocupando-se em decorar termos em detrimento de compreender e relacionar o estudo com a vida prática<sup>[22]</sup>. De acordo com Dentillo<sup>[23]</sup> vários textos publicados na revista Genética na Escola descrevem dificuldades em transmitir conceitos de genética para alunos do ensino médio. Sobre as dificuldades do ensino de Genética é salutar a fala de Scheid e Ferrari<sup>[24]</sup>:

No que se refere ao ensino de Genética, um dos maiores problemas encontrados reside na veiculação da ideia / visão de Ciência como verdade inquestionável. Esta concepção dificulta o entendimento da natureza da atividade científica e desestimula os estudantes.

Para isso, é necessário que as aulas no Ensino Médio ou Superior possibilitem a compreensão das leis de Mendel e os mecanismos da transmissão dos caracteres hereditários, permitindo ao aluno, inseri-lo em outras disciplinas e relacioná-lo a outros conteúdos<sup>[25]</sup>. Além disso, possibilita que os alunos reconheçam que a Genética proporciona avanços em diversos campos da sociedade. Esta ciência permitiu ao homem ampliar seus conhecimentos de Biologia, mas também na medicina, agronomia, veterinária, meio ambiente e muitas outras áreas.

Para Catarinacho<sup>[26]</sup>, uma das dificuldades no ensino de Genética refere-se especialmente por apresentar conteúdos que dificultam a assimilação, por demandarem elevada abstração em relação ao discente, contribuindo para que este não desperte interesse, motivação em aprender esses assuntos. Uma alternativa viável para amenizar essa problemática pedagógica, consiste na utilização de modelos didáticos baseados nas metodologias ativas, que na concepção de Cavalcante e Silva<sup>[27]</sup>, possibilitam a experimentação, propiciando aos discentes de estabelecerem uma correlação entre a teoria e a prática.

É importante salientar que para compreensão dos conceitos de Genética pelos alunos na visão de Temp<sup>[28]</sup>, o docente deve se apoiar por meio de novas metodologias, ou seja, aplicação de modelos didáticos que causam satisfação e são instrumentos eficazes para produção do conhecimento. A utilização de múltiplos materiais, de modo a que o professor não seja refém de um único livro de texto, e o desenvolvimento de estratégias e instrumentos facilitadores constituem elemento importante para a inovação de metodologias, que tornam a aprendizagem significativa<sup>[29]</sup>. A didática ativa apresenta como fundamentos a aprendizagem significativa, a articulação prática-teoria, o ensino-serviço-comunidade, a transdisciplinaridade e multidisciplinaridade e, principalmente, a participação dos alunos<sup>[30]</sup>. Segundo Braathen<sup>[31]</sup>, os estudantes não aprendem simplesmente ouvindo e memorizando; eles precisam conversar sobre o que estão aprendendo, escrever a respeito do que discutem, relacionar com experiências vivenciadas e aplicar o conhecimento à suas vidas. As atividades lúdicas são extremamente benéficas para a aprendizagem pois trazem a oportunidades de mediação entre o prazer e o conhecimento historicamente e/ou cientificamente constituído<sup>[32]</sup>.

Os avanços na aprendizagem dos alunos de ensino médio podem ser alcançados a partir dessas técnicas pedagógicas inovadoras e interessantes. Tendo em vista que as escolas públicas brasileiras geralmente não apresentam grande disponibilidade ou variedade de recursos e materiais, com esse propósito, cabe ao professor, buscar alternativas viáveis para executar metodologias ativas que propiciem aos alunos um aprendizado mais eficiente<sup>[33]</sup>.

A fim de minimizar as dificuldades no processo de ensino/aprendizagem da Genética, faz-se necessário o estudo e discussão de novas metodologias, que possam ser empregadas de maneira mais fácil nas escolas e proporcione resultados satisfatórios. A utilização de ferramentas para tornar o processo de aprendizagem desses conceitos mais efetivo e dinâmico é importante, pois a dinamização dos meios de ensino-aprendizagem pode contribuir para o melhor aprendizado dos estudantes, tanto quando se proporciona o maior envolvimento dos alunos quanto na reestruturação da prática em fuga ao tradicionalismo, este muitas vezes exacerbado, que pode contribuir negativamente no aprendizado dos alunos<sup>[34]</sup>.

### 2.3 Metodologias Ativas (MA) de Ensino

Podemos entender Metodologias Ativas (MA) como formas de desenvolver o processo do aprender que os professores utilizam na busca de conduzir a formação crítica dos alunos <sup>[35]</sup>. Na escola, o papel do professor é de atuar como facilitador do desenvolvimento da criticidade, podendo contribuir para a promoção de autonomia dos estudantes. Contribui para o processo da autonomia dos estudantes as atividades de ensino - aprendizagem que possibilitam, envolvimento pessoal, baixa pressão e alta flexibilidade em sua execução, e percepção de liberdade psicológica e de escolha <sup>[36]</sup>.

A produção de modelos didáticos, baseados em de metodologias ativas, tornam-se métodos de ensino capazes de despertar o interesse do educando, Essa estratégia permite aos discentes interagir com o material, transformando as aulas mais prazerosas, o que poderá trazer um novo impulso para o processo de ensino e aprendizagem, diferentemente do que ocorre quando os discentes são apresentados a figuras planas <sup>[37]</sup>. Além de propiciar o senso crítico, preparando-os para atuarem de forma consciente no meio social. Sabe se que a educação passa e deve passar por um processo de operacionalização contínuo de atualização, revisão e acima de tudo por uma busca por formas diferenciadas onde o objetivo final seja a compreensão dos conteúdos que se queiram transmitir <sup>[38]</sup>.

As exigências sobre a atuação dos professores vêm-se modificando; o foco, antes baseado na memorização, passou a ser substituído pela capacidade de permitir a autonomia do indivíduo na produção e localização de conhecimentos. A escola passa a exigir novas características do docente, que deve ser capaz de estimular o aprendizado contínuo e o desenvolvimento de competências no estudante de modo que permitam a esse intervir na sociedade, buscando soluções para a resolução de situações-problema. Esse “novo” professor seria um organizador de situações de aprendizagem <sup>[39]</sup>.

A metodologia ativa é uma construção procedimental com concepção educativa e pedagógica que estimula processos de ação-reflexão-ação <sup>[40]</sup>. Desta forma, o docente media ações que permitem que os estudantes assumam posturas ativas em

relação ao seu processo de ensino e aprendizagem, revelando suas experiências e vivências prévias, para que se tornem mais habilitados a lidar com diversos problemas e contextos sociais. Este conceito é confirmado por Freire <sup>[41]</sup>, ao mencionar a educação como um método que não é efetivado por outrem ou pelo próprio sujeito, mas que se concretiza na interação entre sujeitos históricos por meio de suas palavras, ações e reflexões <sup>[42]</sup>.

Alves et al <sup>[43]</sup>, salienta que a adoção de metodologias ativas que incentivem a participação ativa dos alunos durante as aulas pode contribuir, significativamente, para a formação de um indivíduo com autonomia e pensamento crítico diante dos saberes científicos essenciais à sua formação. As metodologias ativas surgem, então, como possibilidade de inovação na forma de ensino que vem sendo utilizada nas escolas brasileiras. Com a sua utilização, o professor torna-se o mediador e facilitador do processo ensino-aprendizagem e não mais o detentor absoluto do conhecimento, sendo o ensino centrado no estudante, que é o sujeito da aprendizagem.

Essas estratégias de diversificação nos métodos de ensino têm sido amplamente valorizadas com a finalidade de melhoria da qualidade da aprendizagem. Tais estratégias que buscam variadas maneiras de se abordar um mesmo assunto, visam tornar os tópicos mais concretos e interessantes para o ensino, trazendo assim resultados positivos de aprendizado dos alunos <sup>[43-44]</sup>.

Por essa perspectiva, no ensino referente à área das Ciências Biológicas, mas precisamente ao ensino de Genética, essas metodologias ativas auxiliam na aproximação dos alunos, atraindo os mesmos para este convívio e permitem aquisição do conhecimento científico e da exploração das novas tecnologias para que estas se manifestem frente aos processos e as inovações atuais <sup>[45]</sup>.

Dessa forma, diversos recursos podem ser utilizados nas aulas, sejam elas dialogadas, expositivas ou experimentais, à medida que se tem recursos auxiliares do ensino aprendizado o aluno passa a ter uma compreensão mais elaborada acerca dos conteúdos repassados em sala de aula <sup>[46]</sup>. Para Berbel <sup>[47]</sup>, existem diferentes Metodologias Ativas e todas contribuem igualmente com o aprendizado de acordo com o público em que são aplicadas, tais como:

aprendizagem baseada em problemas - ABP, a problematização, e aprendizagem baseada em projetos, em equipes, por meio de jogos ou uso de simulações.

A metodologia ativa não é apenas uma estratégia de ensino, mas uma mudança na concepção do processo de ensino, onde o aluno tem papel principal e, por meio de atividades, é estimulado a descobrir habilidades e maneira consciente na própria aprendizagem <sup>[47]</sup>.

No que tange a Genética, o desenvolvimento de metodologias ativas com o uso de modelos didáticos mais simples e de fácil uso e manuseio pode ser um fator preponderante para a ampliação do aprendizado.

## 2.4 Modelos Didáticos

O modelo de ensino tradicional tem seu enfoque no conteúdo, caracterizando-se pela ênfase nos pressupostos da transmissão cultural. A Educação Básica busca transmitir a cultura vigente, desconsiderando o contexto social da comunidade escolar e os interesses dos alunos <sup>[48]</sup>.

A metodologia enfatiza a memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos fragmentados da realidade dos alunos, em que estes assumem postura passiva diante do processo de ensino-aprendizagem. A avaliação valoriza a memorização dos conceitos transmitidos e ocorre através de exames e provas <sup>[49]</sup>.

Na busca de mudanças frente ao modelo tradicional de ensino, a utilização de recursos como os modelos didáticos, segundo Setúval e Bejarano <sup>[50]</sup>, são metodologias ativas que significam instrumentos sugestivos e que podem ser efetivos na prática docente em termos de abordagem de conteúdos que exigem uma melhor compreensão pelos estudantes, especialmente no que concerne ao ensino de Biologia. Nesta área e em particular no campo da Genética é vista a dificuldade em abordar determinados conteúdos de forma aprofundada e sem conexão de relação com a vida do estudante.

Os modelos didáticos são muito utilizados na Biologia, pois este campo envolve muitas hipóteses, conceitos, teorias e fenômenos <sup>[51]</sup>, diminuindo, assim, seu nível de abstração em sala de aula e faz com que a escola “fuja” daquilo que é considerado tradicional. Dessa forma, proporciona maior interação entre aluno e professor <sup>[52]</sup>. Quando o professor escolhe os modelos didáticos como ferramenta pedagógica, ele tem a possibilidade de trabalhar o raciocínio e a interatividade entre os alunos, possibilitando que eles exercitem a mente de uma forma lúdica e assimilem novos conhecimentos <sup>[52]</sup>, além disso, se aliado a outras práticas pedagógicas pode ser também um grande instrumento da educação inclusiva, no ensino de pessoas com qualquer tipo de necessidade.

Campos et al. <sup>[53]</sup> ressaltam que os métodos de inovação que envolvam maquetes, modelos didáticos e jogos são promissores a serem aplicados no ensino. Este posicionamento corrobora com o de Corrêa e Silva Júnior <sup>[54]</sup>, ao afirmarem que para minimizar os entraves no ensino de Genética, a metodologia lúdica consegue ocupar cada vez mais espaço como ferramenta dos professores em sala de aula.

Os modelos didáticos são metodologias que tornam os estudantes ativos na construção do próprio conhecimento. A construção do modelo pelo próprio aluno representa uma forma moderna de ensinar em sala de aula, associam prazer e aprender criam ambientes interativos e dinâmicos de ensino, motivam os estudantes com desafios e curiosidades e levam os estudantes a um estado de intensa concentração e envolvimento, potencializando o desenvolvimento de habilidades como observação, comparação, levantamento de hipóteses, argumentação, resolução de problemas, raciocínio dedutivo e memorização <sup>[55-56]</sup>.

Sabendo-se que a maioria das escolas públicas brasileiras não possuem variedade de recursos e materiais didáticos, torna-se necessário a busca de alternativas viáveis para executar metodologias que propiciem aos alunos um aprendizado mais eficiente <sup>[57]</sup>.



# 3. METODOLOGIA

---

Segundo Gil <sup>[53]</sup>, a metodologia é o caminho, no qual o pesquisador utiliza-se de métodos para alcançar seus objetivos, partindo de um problema a ser solucionado, sendo a condição necessária para a competência científica. A pesquisa, portanto, é um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais <sup>[54]</sup>.

## 3.1 Tipo de Pesquisa

A pesquisa realizada teve uma abordagem bibliográfica com produção de material didático. A pesquisa de revisão bibliográfica tem como objetivo recuperar o conhecimento científico acumulado sobre um problema. De acordo com Botelho et al <sup>[55]</sup>, O processo de revisão da literatura requer a elaboração de uma síntese pautada em diferentes tópicos, capazes de criar uma ampla compreensão sobre o conhecimento. Neste sentido, a revisão da literatura aqui proposta foi o primeiro passo para a construção dos resultados, possibilitando a elaboração de modelos didáticos mais adequados ao ensino desta ciência na educação básica.

## 3.2. Etapas Metodológicas

### 3.2.1 Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica é realizada com base em materiais já elaborados, constituída principalmente da análise documental, analisados durante o processo de recolha de dados, com o objetivo de obter informações que respondam às questões da investigação.

Na pesquisa bibliográfica foram examinadas diversas literaturas relacionadas ao assunto em estudo. De acordo com Marconi e Lakatos <sup>[56]</sup>, a pesquisa bibliográfica é o levantamento de toda a bibliografia já publicada, em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita.

A busca bibliográfica desta pesquisa foi realizada no período de novembro de 2017 a novembro 2018, nas bases de dados do portal da Capes, Revistas Eletrônicas e de Bibliotecas Virtuais, abrangendo artigos publicados, preferencialmente, entre janeiro de 2010 a dezembro de 2017. Os descritores utilizados foram: educação, ensino de Biologia, ensino de genética, ensino médio, ensino inovador, modelos didáticos, dentre outros relacionados ao tema.

Esta revisão possibilitou uma reflexão de como a utilização de novas abordagens poderá colaborar para redimensionar os modos de ensinar genética, bem como conhecer a importância da utilização de modelos didáticos para a efetivação dos conteúdos de genética no ensino médio.

### **3.2.2. Produção de Modelos Didáticos**

De acordo com Luciano <sup>[57]</sup> as atividades com materiais concretos são essenciais para a constituição de um ensino-aprendizagem significativo e atraente, pois esses materiais auxiliam os alunos na construção do conhecimento processual. A procura por estratégias significativas para o aprendizado de Biologia pelos alunos é árdua, a utilização de materiais concretos apresenta um potencial elevado para contribuir para o processo de ensino e aprendizagem. Para Jean Piaget <sup>[58]</sup>, uma boa pedagogia é aquela que traz condições para que o aluno possa experimentar até chegar às conclusões: manipulando objetos, criando, recriando, descobrindo, redescobrendo, buscando respostas às indagações, relacionando novos conhecimentos a outros anteriores promovendo uma ressignificação dos saberes.

Nesta pesquisa, foi proposta a produção de dois modelos didáticos, com uso de materiais de baixo custo e duráveis, como a massa de biscoito. Os modelos foram para as estruturas do DNA e os processos de mitose e meiose. Tais modelos servirão para a compreensão destas divisões celulares, bem como das alterações cromossômicas (numéricas e estruturais) e *outras características do DNA*.

Através do uso do material didático manipulável (material concreto) no estudo da Genética, além de tornar as aulas de Biologia mais interessantes e agradáveis, busca-se também a melhor apreensão do conteúdo por parte dos alunos, a fim de melhorar a relação de ensino e aprendizagem.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

---

É um fato bastante comum os professores de Biologia mencionar uma grande dificuldade no que se refere ao ensino de genética no ensino médio, pois é necessário por parte dos estudantes, um grau de abstração elevado para que ocorra o entendimento dos conteúdos. A organização do currículo escolar tradicionalmente sugerido traz uma grande contribuição para esta dificuldade, onde conteúdos intimamente relacionados ao ensino de genética, como ácidos nucleicos e divisão celular, são normalmente abordados no primeiro ano do ensino médio, enquanto que a genética é discutida apenas no terceiro ano do ensino médio, isso demonstra uma evidente fragmentação no ensino.

Esta pesquisa, realizada em duas etapas, apresenta seus resultados em dois tópicos, o primeiro correspondendo a revisão bibliográfica sobre este tema onde foi realizada a análise da pesquisa documental sobre o ensino de genética no ensino médio. No segundo, foi descrito a construção de modelos didáticos para o ensino de genética. É salutar informar da impossibilidade temporal em testar os modelos didáticos aqui propostos com os alunos, fator este que os excluiu dos objetivos desta pesquisa.

### 4.1 A Ciência Genética: Aspectos Conceituais e Evolução do Ensino no Brasil

Nos últimos cinquenta anos, a Genética tem se destacado como uma das áreas da Biologia com um grande número de mudanças tanto nos aspectos conceituais como tecnológicos, sendo considerada a mais básica de todas as disciplinas dessa área, bem como o campo imprescindível da Biologia, pelo seu caráter unificador e que integra todos os conceitos e informações biológicas <sup>[77]</sup>.

A genética é um ramo da biologia definida por alguns autores como o estudo da hereditariedade. Outros argumentam, no entanto, que a hereditariedade é um fenômeno que vem sendo estudado desde muito antes de o termo “genética” ser cunhado. Assim, defendem que a genética é, pura e simplesmente, o estudo dos genes <sup>[78]</sup>.

O conceito de gene, entretanto, só foi consolidado com a redescoberta dos trabalhos do monge austríaco Gregor Mendel, em 1900. Não pode ser ignorado o fato, porém, de que desde a antiguidade, postulados e experimentos relacionados à área já eram feitos, como os de Aristóteles, em 340 a.C., ou os cruzamentos entre plantas realizados por Kölreuter no século XVIII que evidenciavam a transmissão de características de uma geração para a outra <sup>[78]</sup> ou até mesmo a hipótese da Pangênese de Hipócrates, que descrevia que o corpo produzia partículas chamadas de gêmulas e essas eram transmitidas para os descendentes. Essa teoria mais tarde foi concebida de forma mais sistemática por Charles Darwin. Já Hugo de Vries descreveu “Os Pangêneses Intracelulares” <sup>[79]</sup>.

A genética, no entanto, não parou sua evolução por aí. Há setenta anos, por exemplo, não se conhecia que o Ácido Desoxirribonucleico (DNA) é o material genético que controla a síntese de proteínas. Para a proposta de Watson e Crick (os descobridores da estrutura da dupla hélice de DNA), faltavam, aproximadamente, 20 anos. Quem, naquela época, podia prever o desenvolvimento da nossa compreensão sobre o papel do DNA? Ou até mesmo, quem poderia estimar o desenvolvimento da Tecnologia do DNA Recombinante (Engenharia Genética)? <sup>[77]</sup>.

Além disso, houve o desenvolvimento de técnicas que permitem identificar cada pessoa pelo seu DNA, após se ter conhecimento de regiões consideradas polimórficas nesta molécula: apesar de todos os seres humanos compartilharem boa parte do seu genoma, alguns segmentos dele apresentam sequências repetitivas de nucleotídeos, cuja quantidade de repetições é altamente variável entre os indivíduos. Dessa forma, é possível formar um perfil de DNA de interesse forense, que é muito utilizado para identificação de suspeitos em crimes, mas também em testes de paternidade, com vítimas de acidentes, entre outros <sup>[78]</sup>.

Outro ramo bastante importante da Genética refere-se a algumas tecnologias ligadas a essa área - clonagem, transgênicos, testes genéticos, terapia Genética - pois após a divulgação do clone da ovelha Dolly, em 1997, elas vêm sendo discutidas, debatidas, e também combatidas, tanto por pesquisadores quanto pelo público leigo, bem como por parlamentares. Na mesma proporção que as pesquisas em Genética e Biotecnologia estão se intensificando, aumentam também as arenas de discussão e debates, principalmente em torno dos aspectos morais e éticos, políticos e econômicos envolvidos <sup>[80]</sup>.

Com relação à saúde humana, o projeto Genoma Humano foi imprescindível para decifrar a enorme quantidade de informações contidas em nossos genomas, pois o conhecimento da sequência de DNA de um gene revela a estrutura básica da proteína que o gene codifica. Dessa forma, examinar um gene mutado traz várias implicações, como, por exemplo, no diagnóstico de neoplasias, na farmacogenômica (prática de adaptar medicamentos para paciente), no prognóstico, na prevenção de doenças (fenilcetonúria - distúrbio metabólico que impede a degradação da fenilalanina, que é tóxica para o sistema nervoso) e também na terapia. A ideia de realizar uma terapêutica baseada em genes é atraente, mas continua sendo um desafio para implementar. Pequenos grupos de pacientes foram submetidos a terapia de substituição gênica em ensaios clínicos por mais de duas décadas, mas este permanece em grande parte um tratamento experimental <sup>[81]</sup>.

A evolução da genética no Brasil ocorreu do século XX para os dias atuais. Esse ramo da biologia teve seu início, no Brasil, no final dos anos 1910 em institutos agrônômicos como a Escola Agrícola Luiz de Queiroz (Esalq), de Piracicaba, e o Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), ambos localizados no interior de São Paulo. Na Esalq, onde a genética foi introduzida em pesquisas sobre o melhoramento de plantas, destacaram-se figuras como Carlos Teixeira Mendes, Salvador de Toledo Pizza Junior, Octávio Domingues e o botânico alemão Friedrich Gustav Brieger, que veio ao Brasil em meados dos anos 1930 para assumir a cadeira de citologia e genética. O Instituto Agrônômico de Campinas, por sua vez, tinha cientistas dedicados ao estudo da genética, em especial à genética de melhoramento do café <sup>[82]</sup>.

Poucos anos depois, com o surgimento das primeiras universidades federais, ao longo dos anos 1930, a atividade científica recebeu um novo impulso no país. No que tange ao desenvolvimento da genética, a USP, fundada em 1934, ganhou proeminência nesse campo por meio das iniciativas de André Dreyfus, médico formado pela Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro e um dos pioneiros na divulgação da genética mendeliana entre os brasileiros. Sob sua coordenação, formou-se no Departamento de Biologia Geral da USP um grupo de jovens pesquisadores interessados em citologia e genética <sup>[83]</sup>.

A partir de 1943, formou-se a escola Dreyfus-Dobzhansky, tornando-se um polo atrativo e formador de pesquisadores brasileiros interessados na genética de

populações. Eles vinham dos institutos de agricultura, Escola Superior de Campinas e de universidades que, na época, ainda não eram federalizadas <sup>[84]</sup>.

O desenvolvimento da genética brasileira teve grande impulso pela formação de redes de pesquisa. Nesse aspecto, convém destacar o papel da Comissão de Genética Humana como uma rede de pesquisa em genética de populações humanas. Seu principal feito foi o envolvimento e participação direta em projetos internacionais com a OMS e universidades americanas <sup>[84]</sup>.

Além disso, cabe ressaltar a questão da biotecnologia no Brasil. Por ser um país com uma parcela grande da economia no meio agrário, o país depende da genética para incrementar sua produção. Entretanto, por ser um país emergente, ainda há pouca produção nesse aspecto principalmente por iniciativa privada. Logo, há uma grande dependência das instituições públicas no registro de patentes, especialmente na figura da FAPESP e da EMBRAPA, com pouquíssimas patentes registradas pelo setor privado. Registra-se também uma grande concentração regional, pois o eixo com um maior número de produções é o Sul-Sudeste, enquanto que a região Norte detém a última colocação nesse aspecto <sup>[85]</sup>.

Quando focamos no ensino de genética e seus desafios é necessário atentarmos a fala de Borges *et al* <sup>[66]</sup>:

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

Como consequência dessa rejeição ao estudo da genética fica evidente a situação descrita por Moura *et al* <sup>[67]</sup>:

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

Quando analisamos os conteúdos de Genética nos livros didáticos, percebe-se uma má divisão dos mesmos dificultando ainda mais a compreensão

de conceitos já abstratos <sup>[68]</sup>, contribui para essa dificuldades a reprodução errônea de conceitos, trazidos pelos alunos de seu cotidiano, oriundos de reportagens que utilizam incorretamente termos como “código genético” e “carga genética” para se referir ao material genético de um organismo <sup>[67]</sup>.

A evolução da genética se deu também no ensino. Esse ensino, atualmente, é realizado por meio de vários modelos considerados inovadores e que geram uma maior absorção pelo aluno na sala de aula, uma vez que os conteúdos dessa área geram uma certa dificuldade de assimilação pelos estudantes. Isso se confirma com a aplicação da Teoria Fundamentada, que foi iniciada por Barney Glaser e Anselm Strauss em 1967, sendo apontada como uma das formas mais puras de pesquisa. Essa teoria é uma metodologia em que os dados são sistematicamente coletados e analisados a partir de questionamentos, obtendo a seguinte conclusão: a dificuldade de compreensão dos assuntos de Genética Molecular leva o aluno a uma interpretação incompleta dos fatos (fenômenos) em decorrência de uma percepção esporádica, não desenvolvendo assim atitudes reflexivas para o devido entendimento (entende, mas não interpreta) dos assuntos relacionados à Genética <sup>[77]</sup>.

Dessa forma, para contornar os obstáculos no ensino da Genética, algumas estratégias foram utilizadas. Conforme o trabalho de Rocha & Silva <sup>[86]</sup>, a Genética é uma área que necessita bastante de recursos visuais para o aprendizado, o que representa um enorme desafio para alunos com deficiência visual e também para professores que muitas vezes não tem experiência na didática para este aluno. No trabalho, ficou claro o apoio do Núcleo de Atendimento a Pessoas com Necessidades Específicas (NAPNE) que disponibiliza material adequado para estes estudantes, além de produzir materiais táteis que são imprescindíveis para o aprendizado desses alunos, representando uma forma de ofertar um ensino de qualidade para todos.

Outra forma de aprimorar o aprendizado da Genética por parte dos estudantes foi desenvolvido por Rocha <sup>[80]</sup> como projeto didático-pedagógico e recorrendo à utilização do lúdico para despertar o interesse dos educandos. O projeto apresentava sugestões de atividades diferenciadas na área de Genética e o jogo didático “Quero Saber Genética” que tem como objetivo revisar conceitos básicos de Genética como cromossomos, dominância, recessividade e outros conceitos que serão analisados, refletidos e contextualizados aos saberes dos



alunos. O jogo apresenta 20 cartões perguntas que revisam e fixam o conteúdo dessa área e, logo ao lado, ficam os cartões respostas. Dessa forma, os alunos adquirem conhecimento de maneira lúdica e divertida.

Outro modelo didático bem inovador foi demonstrado pelo trabalho de Temp<sup>[59]</sup>, onde é demonstrado 3 modelos didáticos que auxiliam no entendimento do padrão de herança para a produção de melanina. Os modelos forma constituídos de bolinhas de isopor, fios, arames, miçangas, pedras coloridas para demonstrar o processo de transcrição do RNAm, a fita de DNA e as enzimas tirosinase funcional e inativa, mostrando de uma maneira mais fácil de visualizar onde encontra-se a mutação e a mudança na estrutura da proteína. Além disso, o professor consegue explicar também conceitos, como: dupla-hélice, nucleotídeos, código genético, transcrição e tradução, aminoácidos e proteínas, genótipo e fenótipo e mutação. Portanto, é um modelo bastante criativo e que traz bastante contribuição para o aprendizado dos estudantes.

## **4.2 Produção de Modelos Didáticos das Estruturas do DNA e dos Processos de Mitose e Meiose**

Para Oliveira<sup>[72]</sup> os avanços na aprendizagem dos discentes do ensino médio no ensino de biologia podem ser alcançados a partir da utilização de técnicas pedagógicas inovadoras e interessantes. Tendo em vista que as escolas públicas brasileiras geralmente não apresentam grande disponibilidade ou variedade de recursos e materiais com esse propósito, cabe ao professor, buscar alternativas viáveis para executar metodologias que propiciem aos alunos um aprendizado mais eficiente.

Outro fator que viabiliza a aplicação de recursos didáticos no ambiente escolar é que este permite que o aluno seja inserido de forma efetiva no seu processo de aprendizagem, promovendo um raciocínio sistemático a respeito dos fenômenos e fatos científicos<sup>[73]</sup>.

O uso de modelos didáticos permite ofertar, aos alunos, de forma interativa e lúdica, informação sobre genética de diferentes formas, contribuindo massivamente para a sua aprendizagem<sup>[74]</sup>.

De acordo Rezende e Gomes<sup>[74]</sup>:

Dessa forma, os alunos produzindo o seu próprio material de diferentes formas terão maior oportunidade de construção de conhecimento. As práticas pedagógicas para o ensino de Genética, nas Escolas de ensino médio, têm sido incoerentes com a expectativa de aprendizagem do educando, uma vez que o ensino se constitui basicamente de teoria e pouca contextualização. Assim, o uso de novas metodologias de ensino, baseadas em um trabalho que permita ao aluno aprender, construir o seu próprio conhecimento e adquirir um pensamento crítico, faz-se necessário.

Desta forma é preciso e necessário que o professor utilize meios didáticos metodológicos de fácil compreensão, para que seus alunos saibam interpretar e compreender todo conhecimento repassado para eles. Nesse sentido, um dos grandes desafios encontrados pelos professores de biologia ao ensinar o conteúdo de genética aos seus alunos é como associar o conteúdo a ser ministrado com a prática de forma a facilitar o processo ensino aprendizagem <sup>[75]</sup>.

Para a produção dos modelos, o pesquisador utilizou-se de massa de biscuit, tendo sido, inicialmente, necessário o aprimoramento da técnica de manipulação desse material, através do conhecimento teórico do uso do mesmo especialmente no artesanato.

Dentre os materiais duráveis, observou-se que a massa de biscuit apresenta duração favorável o que facilitou a construção dos modelos didáticos pelo professor corroborando com as ideias de Matos<sup>[60]</sup> e Souza e Faria<sup>[61]</sup>, além de ser um material atóxico, não alérgico e que não traz risco à saúde. A escolha da massa de biscuit ofereceu uma modelagem segura e agradável, além de ser um material de fácil acesso, sendo um material resistente, o que favoreceu um bom acabamento, durabilidade e texturas aplicadas são acessíveis à percepção tátil, possibilitando a compreensão e contribuindo para a aprendizagem de conceitos abstratos no ensino de Genética.

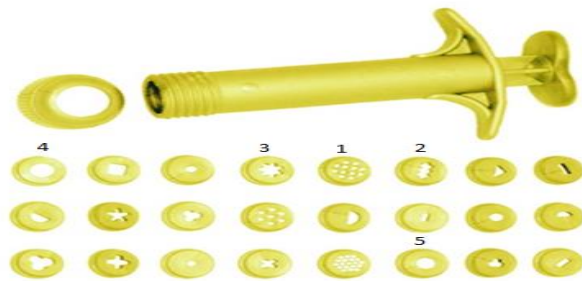
O modelo 1 foi montado de forma a representar as estruturas do DNA e, no modelo 2, foram construídos os processos de mitose e meiose. Os materiais necessários foram:

- Massa de biscuit
- Tinta
- Extrusora para biscuit e bicos variados
- Papel Branco

- Pincel
- Cano de PVC (50 cm)
- Cola Branca

De posse da massa de biscuit pronta deve-se tingi-la conforme a cor que se deseja usar; Modelar (com as mãos ou com a extrusora de biscuit – Figura 1) as cromátides-irmãs, compostas por duas peças (em azul), unidas pelo centrômero (em vermelho).

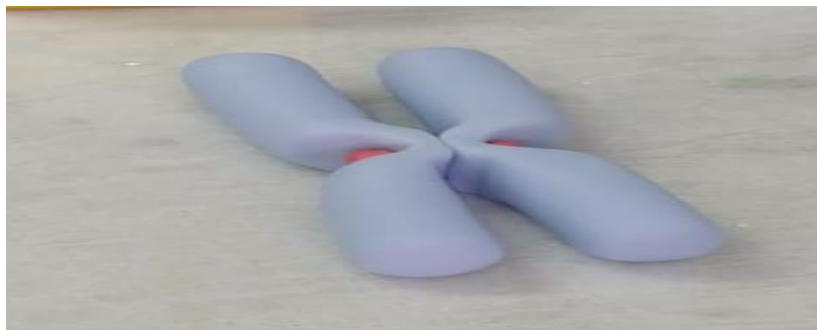
Figura 1 - Extrusora - equipamento utilizado para trabalhar com massa de biscuit



Fonte: <https://www.ateliemapadarte.com.br/>

Todo o modelo é feito em biscuit e colado com cola branca nos formatos em que estarão nas fases de metáfase e anáfase (Figura 2);

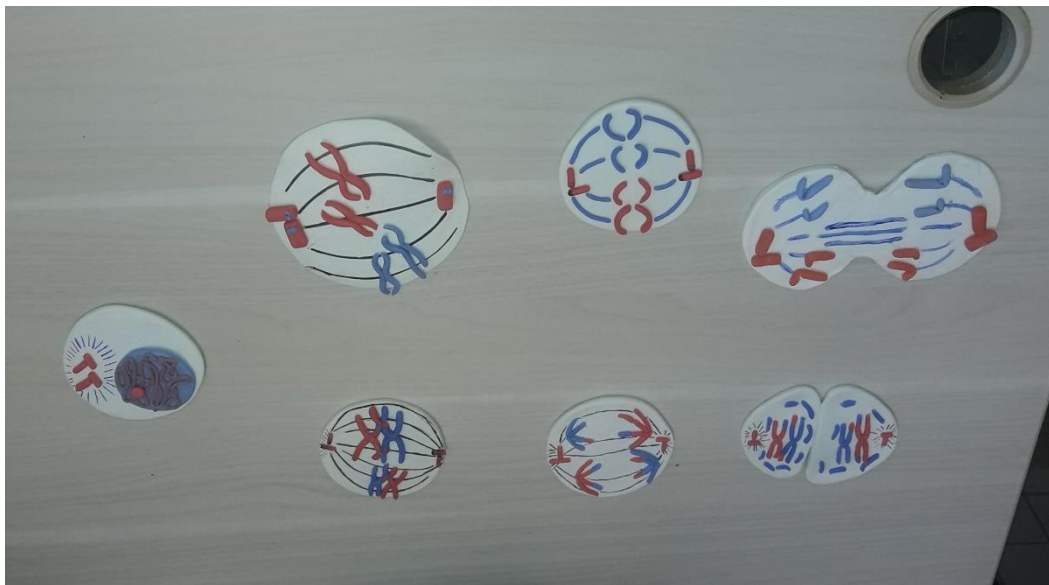
Figura 2 - Modelo didático do Cromossomo



Fonte: Próprio autor

Com as mãos ou extrusora de biscuit, escolher o bico para reproduzir os “fios” que representarão a cromatina presente nas fases de intérfase, prófase e telófase; lizando a extrusora ou as mãos, reproduzir os centríolos; Com as mãos, modelar a base onde serão colados os pares de centríolos e onde serão fixados as fibras de biscuit, representando o fuso de divisão celular; Com massa de biscuit, reproduzir as fibras do fuso em tamanhos diferentes, presentes nas fases de prófase, metáfase e anáfase (Figura 3);

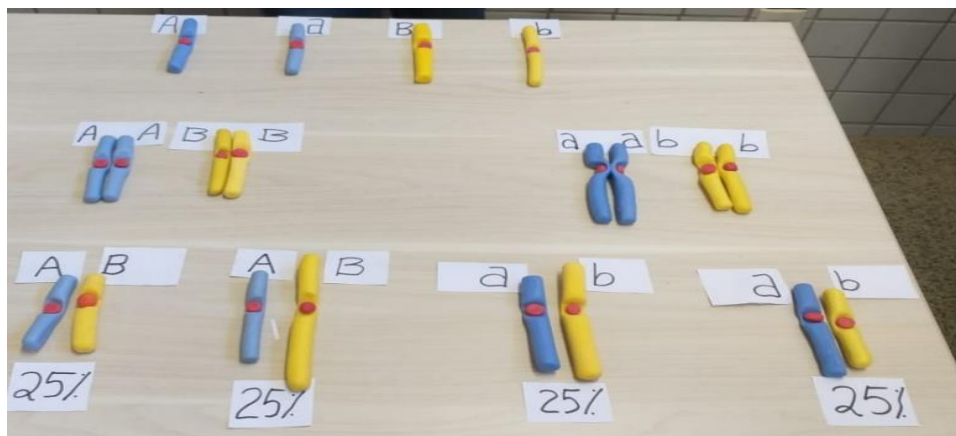
Figura 3 - Modelo didático de Citogenética.



Fonte: Próprio autor

Após a secagem das peças (período que dura em média, uma semana) colar os papéis com descrições dos Genes (representados por letras) – Figura 4.

Figura 4– Modelos dos cromossomos.



---

Fonte: Próprio autor

Para a aplicação destes modelos didáticos as turmas devem ser divididas em grupos. Os alunos devem ser indagados sobre os conteúdos de forma a serem estimulados a participarem nas discussões em sala de aula. Cada grupo fica encarregado de montar e explicar um modelo didático.

As peças de cada modelo (primeiramente em desenho) devem ficar dispostas de forma aleatória na mesa. A partir das discussões em grupos, os alunos devem analisar, identificar e relacionar as peças com os respectivos conteúdos (a estrutura e duplicação do DNA e composição do cromossomo, citogenética e as Leis Mendelianas). Em seguida, solicita-se aos alunos a montagem (em biscuit) de cada um dos modelos e posterior apresentação para os outros grupos

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Como ciência a Genética tem apresentado um progresso exponencial e sua posição tem sido destacada dentro da Biologia. O número de pesquisadores e trabalhos produzidos na área vem crescendo a cada dia. A genética surge como Ciência no ano 1900, com a redescoberta do trabalho de Mendel, de 1865. Nos anos que se seguem diversas descobertas contribuíram para tornar a genética ainda mais robusta com ciência tais como o modelo da dupla hélice para a estrutura do DNA, proposto por Watson e Crick, em 1953. O Projeto Genoma Humano com os seus desafios e possibilidades trouxe a genética para o dia a dia das pessoas.

No Brasil, os desafios quanto ao desenvolvimento dos conceitos de genética, no âmbito escolar e na divulgação científica são apontados por diversos trabalhos tanto na educação básica como no ensino superior, as maiores dificuldades relatadas por alunos e professores relacionam-se, principalmente, a complexidade no vocabulário da disciplina, o que tem acarretado incompreensão do conhecimento historicamente acumulado, mas mesmo diante desses desafios o ensino de genética não pode ser negado ao aluno. Para os diversos autores o ensino da genética nas escolas tem uma significativa importância no processo da alfabetização científica. Assim se faz necessário o uso de ferramentas metodológicas que permitam um ensino mais adequado e que seja capaz de chamar a atenção dos alunos e promover uma participação ativa na construção do saber.

A produção dos modelos didáticos, com a utilização da massa de biscoito na montagem da estrutura de DNA e dos processos de mitose e meiose, visam favorecer a integração entre o conteúdo e as atividades práticas, estimulando o engajamento e a participação ativa no processo de aprendizagem. Mostra-se como uma importante estratégia integradora, capaz de despertar nos colegas em sala de aula o interesse e o engajamento pelo assunto, tornando a aula mais interessante, as relações mais horizontais e, assim, facilitando a assimilação de conceitos relacionados à genética.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

[1] BRASIL. Lei n. 9394 de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em: <http://www.mpam.mp.br/centros-de-apoio-sp-bases-da-educacao-nacional>. Acessado em 06 de março de 2018.

[2]CUNHA, E.S; MARTINS, D.S. Proposta de atividade prática na aula de ciências: análise do tempo de decomposição de resíduos de solo. Rev. Ciências & Idéias.V8.N1, 2017.

[3]VIVEIRO, Alessandra Aparecida; CAMPOS, Luciana Maria Lunardi. Formação inicial de professores de ciências: reflexões e abordagens das estratégias de ensino e aprendizagem em um curso de licenciatura. ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.7, n.2, p.221-249, 2014.

[4] 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, v. 21, n.2, p.05-24. 2016

[5]SOUSA, T. A.; SPÓSITO, R. C. A.; MARISCO, G. A importância de aulas experimentais no entendimento da genética: sistema sanguíneo ABO e fator RH. In: 4 EREBIONE, 2013, UFRN. Anais... Rio Grande do Norte, 2013. Disponível em: <http://www.sbenbio.org.br/verebione/artigoseposter.html>. Acesso em: junho/ 2015.

[6] PEREIRA, A. J. et al. Modelos didáticos de DNA, RNA, ribossomos e processos moleculares para o ensino de genética do ensino médio. Revista da SBEnBio, Niterói, v. 7, p. 564-571, out. 2014.

[7] PIERCE, B.A. Genética: Um enfoque conceitual. Ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro. 2012

[8] MADUREIRA, H. C. et al. O uso de modelagens representativas como estratégia didática no ensino da biologia molecular: entendendo a transcrição do DNA. Revista

Científica Interdisciplinar. V. 3, n. 1, p. 17-25, jan/mar. 2016.

[9] SIMON E, ET AL. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem e educação popular: encontros e desencontros no contexto da formação dos profissionais de saúde. *Comunicação saúde educação* 2014; 18(2)1355-1364.

[10] NICOLA, J A; PANIZ, C M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. *Infor, Inov. Form., Rev. NEaD-Unesp, São Paulo*, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016

[11] NEVES, Mônica Araújo; Araujo, Karla Caroline Muniz; Serejo, Maria Teresa Tavares; ROJAS, Mariano Oscar Ibañez; OLIVEIRA, Marcelo Moizinho Oliveira. Influência dos jogos como atividades lúdicas no curso de formação de professores em Química do IFMA. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2010. Brasília, DF. Anais. Brasília. DF, UnB, 2010. Disponível em: <http://www.sbgq.org.br/eneq/xv/resumos/R0558-1.pdf>. Acesso em: 13 de janeiro de 2019.

[12] CASTRO, B. J de; COSTA, P. C. F. Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de química no ensino fundamental segundo o contexto da aprendizagem significativa. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, Buenos Aires, v. 6, n. 2, p. 25-37, dez. 2011.

[13] PEREIRA, A. J. et al. Modelos didáticos de DNA, RNA, ribossomos e processos moleculares para o ensino de genética do ensino médio. *Revista da SBEnBio*, Niterói, v. 7, p. 564-571, out. 2014

[14] MENEZES, Marília Gabriela; SANTIAGO, Maria Eliete. Contribuição do pensamento de Paulo Freire para o paradigma curricular crítico-emancipatório. *Pró-posições*, v. 25, n. 3, p. 45-62, 2014.

[15] MARIN MJS, ET AL. Aspectos das fortalezas e fragilidades no uso das Metodologias Ativas de Aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação Médica* 2010; 34(1)13–20.



- [16] SANTOS, M. C. A importância da produção de material didático na prática docente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS, 7, Vitória, 2014. Vitória/ES. Anais do VII CBG. Disponível em: <[http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404098564\\_ARQUIVO\\_AlportanciadaProducaodeMaterialDidaticonaPraticaDocente.pdf](http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404098564_ARQUIVO_AlportanciadaProducaodeMaterialDidaticonaPraticaDocente.pdf)>. Acesso em: 06 abril. 2019
- [17] CID, M. e NETO, A J Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso da genética. enseñanza de las ciencias, 2005. número extra. vii congresso
- [18] PCN + Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Ministério da Educação e Cultura, Brasília, 141 p. 2002.
- [19] VESTENA, Rosemar de Fátima; SEPEL, Lenira Maria Nunes; LORETO, Élgion Lúcio da Silva. Construção do heredograma da própria família: Uma proposta interdisciplinar e contextualizada para o ensino médio. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 14, n. 1, p. 1-16, 2015.
- [20] BONZANINI, T.K. Temas da Genética contemporânea e o Ensino de: que materiais são produzidos pelas pesquisas e que materiais os professores utilizam? In: VIII ENPEC, 2011.
- [21] GOLBACH, T. Entre receitas programas e códigos: as idéias sobre gene em diferentes contextos. Tese (Doutorado em Genética). Programa de Difusão de C & T-COPPE/UFRJ< Rio de Janeiro, 2006.
- [22] CASAGRANDE, G. L. A genética humana no livro didático de biologia. 2006. 121f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e tecnológica) - Universidade federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

[23] DENTILLO, D. B. Divisão Celular: Representação com Massa de Modelar. Revista Genética na Escola - SBG. v.3, n.3, p. 33-36, 2009.

[24] Scheid, N.M.J; Ferrari, N.A história da ciência como aliada no ensino de genética-SBG. v.1, n.1, p.17-18 2006

[25] FABRÍCIO, Maria de Fátima Lima, et al. A compreensão das leis de Mendel por alunos de biologia na educação básica e na licenciatura. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências. v. 8.n. 1, 2006, p. 1-21

[26] CATARINACHO, R. L. O ensino de genética com super-heróis: uma abordagem mutante na sala de aula. São Paulo, 2011, 32 p. (Monografia – Universidade Presbiteriana Mackenzie).

[27] CAVALCANTE, D.; SILVA, A.. Modelos didáticos e professores: concepções de ensino-aprendizagem e experimentações. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química. Curitiba, UFPR, julho de 2008. Disponível em <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0519-1.pdf>. Acessado em 06 de março de 2018.

[28] TEMP, D.S. Facilitando a aprendizagem de Genética: uso de um modelo didático e análise dos recursos presentes em livros de Biologia. 85f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde). Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

[29] MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

[30] LALUNA, Maria Cristina Martinez Capel; da ROSA, Renata Shimizu Locatelli. Metodologia ativa de ensino-aprendizagem: uma contribuição à formação crítico reflexiva. In: Congresso Nacional da Rede Unida, 2005, Belo Horizonte.

[31] BRAATHEN, Per Christian. Professor: como ter sucesso no ensino superior. Didática e metodologias para um ensino superior efetivo. Viçosa: AprendaFácil, 2014.

[31] OLIVEIRA, A. M. V. Produção de material didático para o ensino de biologia: uma estratégia desenvolvida pelo PIBID/Biologia/FECLI. **Revista da SBEnBio**, Niterói, v. 7, p. 682-691, out. 2014

[32] 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.

[33] 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

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

[35] Borges. T.S; Alencar. g Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior Cairu em Revista. Jul/Ago 2014, Ano 03, nº 04, p. 1 19-143

[34] BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. E. R. A promoção da autonomia como estratégia motivacional na escola: uma análise teórica e empírica. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. E. R.(Org.). *Motivação para aprender: aplicações no contexto educativo*. Petrópolis: Vozes, 2010. p. 43-70

[35] Paixão. B. S da; Abreu D.L; Silva J. A da; Sousa L de O; Junior, J. M. L e S, Oliveira C G de. Utilização de modelos didáticos como facilitador no ensino de biologia celular *Revista de Extensão da UNIVASF, Petrolina*, v. 6, n. 1, p. 124-127, 2018

- [36] SOARES, R. M.; BAIOTTO, C. R. Aulas práticas de Biologia: suas aplicações e o contraponto desta prática. *Revista Dialogus*, v. 4, n.2, 2015.
- [37] CAVALCANTE, C. A. M.; LIMA, I. B. Os conceitos de habilidades e competências do novo Enem: a percepção pedagógica dos professores de biologia. [Saarbrücken]: Novas Edições Acadêmicas, 2014.
- [38] FREIRE P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 33 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006. 10.
- [39] FREIRE P. *Pedagogia da Autonomia. Saberes necessários à prática educativa*. 51ed. São Paulo: Paz e terra, 2015.
- [39] ALVES, R. M. M. et al.. A aula prática no ensino de Biologia. In: II Congresso Nacional de Educação. Campinas – PB, 2015. Anais II CONEDU (2015).
- [40] ZÔMPERO, Andréia de Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. 2010. As relações entre aprendizagem significativa e representações multimodais. *Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, v.12, n.3, p. 31-40, 2010.
- [41] SANTOS, Camila Reis dos; CORTE, Viviana Borges; LEITE, Idalina Tereza de Almeida. Técnicas de histologia vegetal no ensino médio: perspectivas de aproximação entre a escola e a universidade. In: ARAÚJO, Michell Pedruzzi Mendes; CORTE, Viviana Boges (ORG). *O Ensino de Ciências e Biologia em uma perspectiva crítica*. São Carlos: Pedro & João Editores, 2018. 291p.
- [42] MARTINS, E. K.; NOGUEIRA, M. K. F. S. FERREIRA, A. R.; MORALES, A. G. N. A utilização de material didático botânico no Ensino de Ciências. In: II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, UTFPR-PR, p. 14, 2010.
- [43] Berbel. N. A N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de

estudantes. Semina: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011

[44] DELPHINO, F. B. B. O papel das aprendizagens ativas na educação em plena era da comunicação. Revista Metalinguagens, São Paulo, v. 1, n. 4, p.64-77, 2015. Disponível em: Investigações em Ensino de Ciências – V14(2), pp. 237-254, 2009.

[45] Predebon; F; Del Pino, J.C. Investigações em Ensino de Ciências uma análise evolutiva de modelos didáticos associados às concepções didáticas de futuros professores de química envolvidos em um processo de intervenção formativa – V14(2), pp. 237-254, 2009

[46] SETÚVAL, F. A. R.; BEJARANO, N. R. R.. Modelos didáticos com conteúdo de genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de ciências e biologia. In: Encontro Nacional de pesquisa em Educação em Ciências, 7, 2009, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ABRAPEC, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiepec/pdfs/1751.pdf>>. Acesso em 06 de março de 2018.

[47] AMARAL, J. A. et al. Construção e avaliação de modelos didáticos destinados ao ensino aprendizagem de biologia. In: V Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica - CONNEPI - 2010. Anais ... Maceió, 2010. Disponível em: . Acesso em 3Nov 2017.

[48] Predebon; F; Del Pino, J.C. Investigações em Ensino de Ciências uma análise evolutiva de modelos didáticos associados às concepções didáticas de futuros professores de química envolvidos em um processo de intervenção formativa – V14(2), pp. 237-254, 2009.

[49] CAMPOS, I. M. I.; BORTOLOTO, T. M.; FELICIO, A. K. C. A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. UNESP – SP, 2008..

- [50] CORRÊA, D. M. V. B.; SILVA JUNIOR, E. F. Ciência vai à escola: o Lúdico na Educação em Ciências. Universidade Federal do Paraná – Museu de Ciências Naturais, 2010
- [51] VYGOTSKY, L.S. Psicologia pedagógica. Trad.Claudia Schilling. Porto Alegre: Artmed, p.576, 2003.
- [52] ANTUNES, A.M.; SABÓIA-MORAIS, S.M.T. O jogo Educação e Saúde: uma proposta de mediação pedagógica no ensino de Ciências. Experiências em Ensino de Ciências, v.5, n.2, p. 55-70, 2010.
- [53] GIL, A.C Métodos e técnicas de pesquisa social.São Paulo, editora Atla, sétima edição. 2010.
- [54] MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M.. Fundamentos de metodologia científica. 5. ed.. São Paulo: Atlas, 2003.
- [55] Botelho, L., Cunha, C., & Macedo, M. (2011). O MÉTODO DA REVISÃO INTEGRATIVA NOS ESTUDOS ORGANIZACIONAIS. Gestão E Sociedade, 5(11), 121-136.
- [56] MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M.. Fundamentos de metodologia científica. 6. ed. - 7. reimp. São Paulo: Atlas, 2010.
- [57] DELIZOICOV, D., ANGOTTI, J. A., & PERNAMBUCO, M. M. (2002). Ensino de ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez.
- [58] GEHLEN, S. T., MALDANER, O. A., & DELIZOICOV, D. (2012).Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a educação em ciência. Ciência e Educação, Bauru, 18(1), 1-22.
- [59] TEMP, D. S. Genética e suas aplicações: identificando o tema em diferentes contextos educacionais. Tese (Doutorado em Educação em Ciências – Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2014.

[60] MATOS, C. H. C. et al. Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Entomologia. *Revista De Biologia E Ciências Da Terra*, v. 9, n. 1, p. 19–23, 2009.

[61] SOUZA, P. F. DE; FARIA, J. C. N. DE M. A construção e avaliação de modelos didáticos para o ensino de Ciências Morfológicas - uma proposta inclusiva e interativa. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, v. 7, n. 13, p. 1550–1561, 2011.

[62] Ferreira, C. P.; Paiva, R.; Junger T.; Tavares, C.; Goldbach, T.; Merhy ,T. S. M. Brincando com a dificuldade do ensino da genética. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017

[63] SOUSA, E. S. DE; JUNIOR F. H. N.; CAVALCANTE, C.A.M.; HOLANDA D. DE A. S. A GENÉTICA EM SALA DE AULA: UMA ANÁLISE DAS PERCEPÇÕES E METODOLOGIAS EMPREGADAS POR PROFESSORES DAS ESCOLAS PÚBLICAS ESTADUAIS DE JAGUARIBE CEARÁ. *Conex. Ciência . e Tecnologia. Fortaleza*, v. 10, n. 4, p. 16 - 24, dez. 2016

[64] SARDINHA, R.; FONSECA, M.; GOLDBACH, T. O que dizem os trabalhos dos anais dos encontros nacionais de pesquisa em ensino de ciências sobre ensino de genética. In: VII ENPEC, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em ciências. Florianópolis, 2009.

[65] WEINGARTNER, G. F. Objetos virtuais de aprendizagem como ferramenta metodológica no ensino de genética no ensino médio. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, 2014

[66] Borges, C. K. G. D.; Silva C, C. da; Reis A. R. H; AS DIFICULDADES E OS DESAFIOS SOBRE A APRENDIZAGEM DAS LEIS DE MENDEL ENFRENTADOS

POR ALUNOS DO ENSINO MÉDIO Experiências em Ensino de Ciências V.12, No.6 2017

[67] MOURA, J.; Deus, M. S.M.; Gonçalves, N. M. N.; Peron, A. P. (2013). Biologia/Genética: o ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão, Piauí, 2013, [68] SILVA, Artemisia Amorim da; SILVA FILHA, Raimunda Trajano da; FREITAS, Sílvia Regina Sampaio. Utilização de modelo didático como metodologia complementar ao ensino da anatomia celular. Biota Amazônica, Macapá, AP, Universidade Federal do Amapá, v.6, n.3, p. 17-21, 2016

[68] Filho, R. dos S.; Alle, L.F. ; Leme, D. M. DIAGNOSTICANDO DIFICULDADES NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM DE GENÉTICA NAS ESCOLAS E UNIVERSIDADES. V CONEDU, Olinda, 2018

[69] Brandão, G. O.; Ferreira, L. B. M. O ensino de Genética no nível médio: a importância da contextualização histórica dos experimentos de Mendel para o raciocínio sobre os mecanismos da hereditariedade"; Filosofia e História da Biologia, volume 4, páginas 43-63, 2009

[70] Cardoso, L. de R.; Oliveira V. S de. O uso das tecnologias da comunicação digital: desafios no ensino de genética mendeliana no ensino médio, INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO: teoria & prática Porto Alegre, v.13, n.1, jan./jun. 2010.

[71] Silva, C. C.; Kalhil, J. B. A aprendizagem de genética à luz da Teoria Fundamentada: um ensaio preliminar. Ciênc. Educ., Bauru, v. 23, n. 1, p. 125-140, 2017.

[72] OLIVEIRA, A. M. V. Produção de material didático para o ensino de biologia: uma estratégia desenvolvida pelo PIBID/Biologia/FECLI. Revista da SBEnBio, Niterói, v. 7, p. 682-691, out. 2014.

[73] Barros, G. D.; Ribeiro, A. M.; Silva, D. M. S. da; O uso de Recursos Didáticos no



Ensino de Genética: Investigando as Produções Acadêmicas Nacionais, XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, 2017

[74] Morais G. H. de; Marques, R.C. P. A IMPORTÂNCIA DO USO DE MODELOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE CITOLOGIA IV CONEDU, João Pessoa, 2017

[75] PIAGET, Jean. A formação do símbolo na criança: imitação, jogo e sonho, imagem e representação. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

[76] Luciano K. M. F. O uso de material concreto no ensino e aprendizagem da matemática.

[77] SILVA, C. C.; KALHIL, J. B. A aprendizagem de genética à luz da Teoria Fundamentada: um ensaio preliminar. *Revista Ciência & Educação*, v. 23, n. 1, p. 125-140, 2017.

[78] TOLENZANO, G. C. Desvendando o DNA: uma sequência didática para o ensino de Genética. 2016. 177p. (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2016.

[79] ROCHA, S. C. O lúdico no ensino da Genética . *Cadernos PDE*, vol. 2, 2016.

[80] SILVA, C. C. Análise sistêmica do processo ensino aprendizagem de Genética à luz da teoria fundamentada. 2014. Tese (Doutor em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2014.

[81] FIEGGEN, K. J.; NUTSI, N. A. B. Understanding the genetic basis of human health and disease: Role of molecular genetics in diagnosis and prognostication. *SAMJ*, v. 109, n. 4, 2019.

[82] SOUZA, V. S. et al. História da genética no Brasil: um olhar a partir do Museu da Genética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. *Revista História, Ciências*,

*Saúde – Manguinhos*, v.20, n.2, p.675-694, 2013.

[83] SANTOS, R. V. Guardian angel on a nation's path: contexts and trajectories of physical anthropology in Brazil in the late nineteenth and early twentieth centuries. *Current Anthropology*, v.53, supl.5, p.S17-S32. 2012.

[84] FORMIGA, D. de O. A história da Genética no Brasil: origens da institucionalização e aplicação à população humana. 2018. Tese (Doutorado em História) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

[85] CAMARA, M. R. G. et al. Análise da evolução do sistema nacional de inovação em biotecnologia no Brasil. *Gestão e Desenvolvimento em Revista*, v.1, n.1, p.34-49, 2015.

[86] ROCHA, S. J. M.; SILVA, E. P. Cegos e Aprendizagem de Genética em Sala de Aula: Percepções de Professores e Alunos. *Revista Brasileira de Educação Especial*, v. 22, n. 4, p. 589-604, 2016.

---

## 7. PRODUTO

---

SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O CONTEÚDO DE GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO.

**DURAÇÃO:** 8 aulas de 50 minutos.

**PÚBLICO ALVO:** alunos do 3º ano do ensino médio.

### PROBLEMATIZAÇÃO

Diante dos benefícios da utilização de modelos didáticos no processo de ensino/aprendizagem e das dificuldades apresentadas pelos estudantes quanto à compreensão e construção dos conhecimentos relacionados ao aprendizado da genética, especialmente sobre os temas duplicação do DNA, citogenética e as leis de Mendel, questiona-se: qual a contribuição dos modelos didáticos para a melhoria da aprendizagem dos estudantes do ensino médio, em relação a estes conteúdos?

### OBJETIVOS:

#### GERAL:

Produzir modelos didáticos inovadores para as aulas teóricas - práticas de Genética, visando a criatividade e autonomia dos alunos e suas responsabilidades coletivas frente aos avanços científicos e tecnológicos.

#### ESPECÍFICOS:

- Construir e disponibilizar modelos didáticos para serem utilizados nas aulas de Genética do 3º ano no ensino médio;
- Estimular a criatividade dos discentes na produção de modelos didáticos na área de Genética para o processo ensino-aprendizagem;
- Planejar os modelos didáticos dos conteúdos previstos e sua aplicação em sala de aula;

### DESCRIÇÃO GERAL

No momento inicial, far-se-á a sensibilização do conteúdo, através da exposição teórica dos conteúdos, pelo professor, de forma dialogada. Em seguida, formam-se grupos de discussão nos quais os alunos devem aprofundar os conteúdos através de leitura do livro texto e resolução de exercícios. Logo após o professor faz uma retomada dos conteúdos em forma de revisão sobre a Genética, a estrutura e duplicação do DNA e composição do cromossomo, citogenética e as Leis Mendelianas, com a participação ativa dos alunos expondo os conhecimentos adquiridos durante as discussões de grupo. Após esta etapa teórica, inicia-se a etapa prática, onde os alunos participarão da montagem e apresentação dos modelos didáticos.

## **MODELO DIDÁTICO**

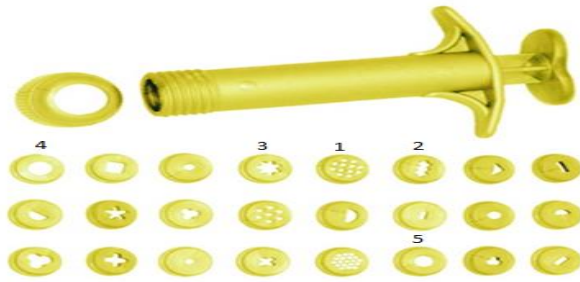
### **MATERIAIS:**

- Massa de biscuit
- Tinta
- Extrusora para biscuit e bicos variados
- Papel Branco
- Pincel
- Cano de PVC (50 cm)
- Cola Branca

### **PROCEDIMENTOS:**

- ✓ De posse da massa de biscuit pronta deve-se tingi-la conforme a cor que se deseja usar;
- ✓ Modelar (com as mãos ou com a extrusora de biscuit – Figura 1) as cromátides-irmãs, compostas por duas peças (em azul), unidas pelo centrômero (em vermelho).

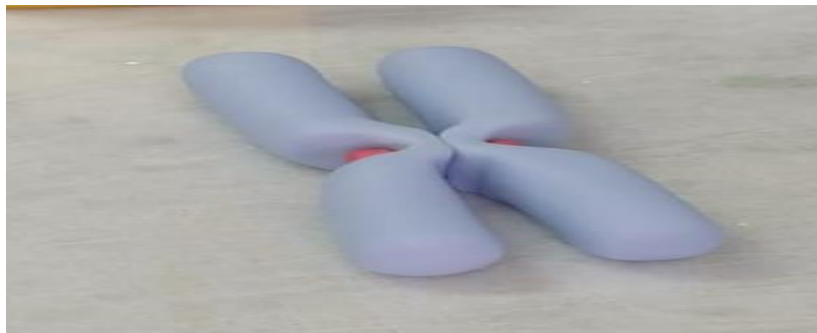
Figura 1 - Extrusora - equipamento utilizado para trabalhar com massa de biscoit



Fonte: <https://www.ateliemapadarte.com.br/>

- ✓ Todo o modelo é feito em biscoit e colado com cola branca nos formatos em que estarão nas fases de metáfase e anáfase (Figura 2);

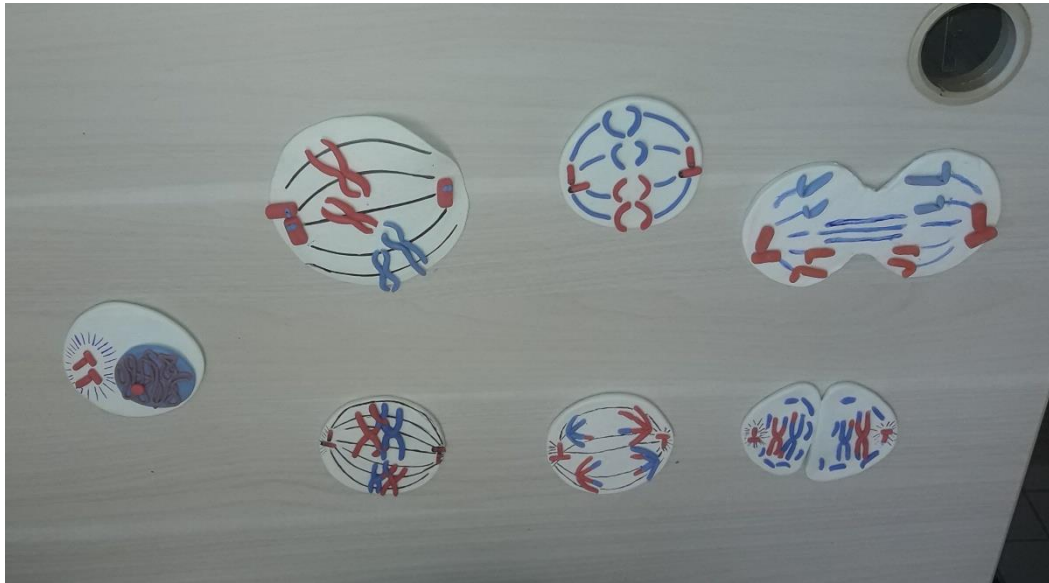
Figura 2 - Modelo didático do Cromossomo



Fonte: Próprio autor

- ✓ Com as mãos ou extrusora de biscoit, escolher o bico para reproduzir os “fios” que representarão a cromatina presente nas fases de intérfase, prófase e telófase;
- ✓ Utilizando a extrusora ou as mãos, reproduzir os centríolos;
- ✓ Com as mãos, modelar a base onde serão colados os pares de centríolos e onde serão fixados as fibras de biscoit, representando o fuso de divisão celular;
- ✓ Com massa de biscoit, reproduzir as fibras do fuso em tamanhos diferentes, presentes nas fases de prófase, metáfase e anáfase (Figura 3);

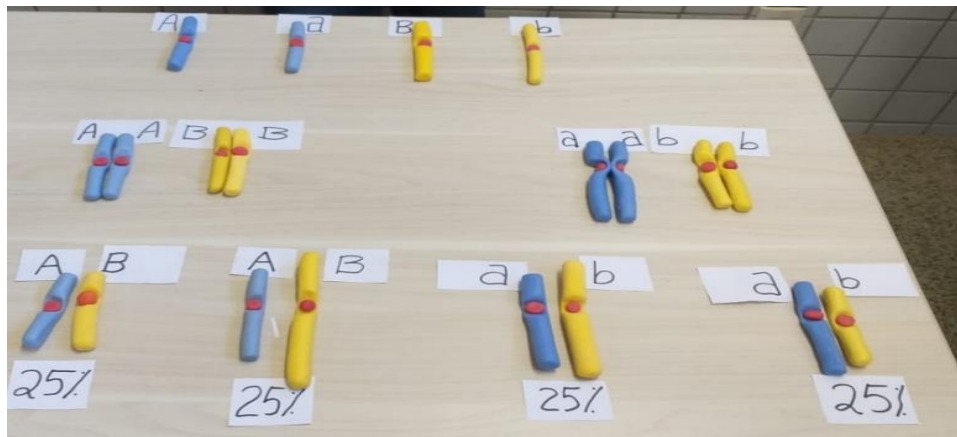
Figura 3 - Modelo didático de Citogenética.



Fonte: Próprio autor

- ✓ Após a secagem das peças (período que dura em média, uma semana) colar os papéis com descrições dos Genes (representados por letras) – Figura 4.

Figura 4– Modelos dos cromossomos.



Fonte: Próprio autor

## COMO APLICAR O MODELO DIDÁTICO EM GENÉTICA

As turmas devem ser divididas em grupos. Os alunos devem ser indagados sobre os conteúdos de forma a serem estimulados a participarem nas discussões

em sala de aula. Cada grupo fica encarregado de montar e explicar um modelo didático.

As peças de cada modelo (primeiramente em desenho) devem ficar dispostas de forma aleatória na mesa. A partir das discussões em grupos, os alunos devem analisar, identificar e relacionar as peças com os respectivos conteúdos (a estrutura e duplicação do DNA e composição do cromossomo, citogenética e as Leis Mendelianas). Em seguida, solicita-se aos alunos a montagem (em biscuit) de cada um dos modelos e posterior apresentação para os outros grupos.