

**UNIVERSIDADE SANTO AMARO**  
**Curso de Ciências Biológicas**

**Letícia Marques Do Nascimento**

**METODOLOGIAS APLICADAS NO ENSINO DE GENÉTICA**

**São Paulo**  
**2021**

**Letícia Marques Do Nascimento**

**METODOLOGIAS APLICADAS NO ENSINO DE GENÉTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do título Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Nicolas de Lavor Albuquerque.

**São Paulo**

**2021**

**Letícia Marques do Nascimento**

**METODOLOGIAS APLICADAS NO ENSINO DE GENÉTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do título Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Nicolas de Lavor Albuquerque.

Cidade de São Paulo, .. de novembro 2021.

**Banca Examinadora**

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. ....

\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. ....

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. ....

**Conceito final:** \_\_\_\_\_

Aos meus familiares, por serem minha maior e principal inspiração e a mais sagrada.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, e por ter me sustentado aqui mesmo diante de tantos obstáculos, chegar a esta etapa somente foi possível por sua Santíssima vontade.

Agradeço também aos meus pais, Patrícia Marques e Alexandre do Nascimento, por serem meus principais pilares desde o meu nascimento, e me proporcionarem todo o apoio necessário. Aos meus avós, que também me motivaram desde o início para que eu possa lhes proporcionar tamanho orgulho, e também a minha irmã Júlia Marques por sempre estar ao meu lado não me deixando desistir.

E a Profa. Me. Maria do Socorro da Silva Pereira Lippi, por nunca desistir dos seus alunos e por sempre dar o seu melhor para nos ajudar no que for preciso, fazendo jus ao apelido carinhoso de “mãe da biologia”.

*“Só se pode alcançar um grande êxito  
quando nos mantemos fiéis a nós  
mesmos.”*

*Friedrich Nietzsche*

## RESUMO

O ensino é uma importante ferramenta sistemática para se transmitir conhecimentos, e é usada para instruir e educar, e passa por diversas mudanças com o decorrer do tempo sempre buscando melhorias para a aprendizagem. Por esta razão este trabalho visa revisar literaturas voltadas a importantes metodologias pedagógicas que possam facilitar o processo do ensino de genética. Foram feitas pesquisas com base em materiais bibliográficos com abordagens para o ensino de genética no ensino médio, tais como: livros, teses, artigos e internet. Após a revisão destes materiais, o conteúdo levantado foi descrito no trabalho de maneira sistematizada, buscando constituir procedimentos pedagógicos que podem direcionar as práticas no ensino de genética. Permitindo assim a elaboração de um material que apoie, no sentido de auxiliar o professor na sua prática pedagógica e o aluno em seu ensino-aprendizagem.

**Palavras-chave:** Ensino-aprendizagem. Metodologias de ensino. Genética.

## **ABSTRACT**

Teaching is an important systematic tool to transmit knowledge, and it is used to instruct and educate, and it undergoes several changes over time, always seeking to improve learning. For this reason, this work aims to review literature aimed at important pedagogical methodologies that can facilitate the process of teaching genetics. Research was carried out based on bibliographic materials with approaches to teaching genetics in high school, such as: books, theses, articles and the internet. After reviewing these materials, the content raised was described in the work in a systematic way, seeking to establish pedagogical procedures that can guide the practices in teaching genetics. Thus, allowing the elaboration of a material that supports, in the sense of helping the teacher in his pedagogical practice and the student in his teaching-learning.

**Keywords:** Teaching-learning. Teaching methodologies. Genetics.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo Geral.....	12
2.2 Objetivos Específicos.....	12
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
4. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	14
4.1 DNA.....	14
4.1.1 Replicação do DNA.....	15
4.2 RNA.....	15
4.3 Transcrição, tradução e código genético.....	16
4.3.1 Tradução.....	16
4.3.2 Transcrição.....	16
4.3.3 Código genético.....	17
4.4 Regulação gênica.....	18
4.5 Núcleo e cromossomos.....	19
4.5.1 Membrana nuclear.....	20
4.5.2 Compactação do DNA.....	20
4.5.3 Cromossomos.....	21
4.5.4 Cromatina.....	22
4.5.5 Cromossomos sexuais.....	22
4.5.6 Cromatina sexual.....	23
4.6 Divisão celular.....	23
4.6.1 Ciclo celular.....	23
4.6.2 Mitose.....	24
4.6.3 Meiose.....	25
4.7 Genética mendelianas.....	27
4.7.1 Primeira Lei de Mendel.....	29

4.7.1.1 Heredogramas.....	29
4.7.1.2 Cruzamento-teste.....	30
4.7.1.3 Polialelia.....	30
4.7.2 Segunda Lei de Mendel.....	31
4.7.2.1 Probabilidade e as leis de Mendel.....	31
5. ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS.....	33
6. PLANO DE AULA.....	36
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
REFERÊNCIAS	

## 1. INTRODUÇÃO

A educação escolar é um método pautado na transmissão de aprendizados utilizado para esclarecer e educar, o qual sofre mudanças constantes com o tempo com o desígnio de aprimorar a aprendizagem. O ensino brasileiro é redigido pela Lei de Diretrizes e Bases de Educação Nacional (Lei Nº 9394/96).<sup>6 2</sup>

Discorrer conceitos de genética em sala de aula é algo imprescindível, uma vez que colabora para que os educandos possam assimilar aspectos básicos para a manutenção da vida, por exemplo a hereditariedade, mutações, reprodução, dentre outras manifestações biológicas. A maior parte dos estudantes tem alcance a esses temas por meio da internet. Tais portadores indicativos eventualmente propagam as informações de maneira equivocada, impedindo a compreensão dos educandos e cooperando para um panorama retrógrado da ciência por parte destes.<sup>2</sup>

Nos dias atuais, conteúdos sobre genética são contemplados em etapas diferentes da educação básica. Evidencia-se que os conteúdos ligados a esse assunto são abordados nas séries concluintes do Ensino Fundamental, e também durante o Ensino Médio. Neste âmbito, observa-se que o ensino de genética é declarado aos alunos com base no sistema tradicional de ensino, neste sentido a utilização de distintos procedimentos didáticos pode contribuir para uma produção de conhecimentos implícitos, que podem ser introduzidos para responder questões e resolver problemas.<sup>2</sup>

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Apresentar metodologias de ensino visando a compreensão do estudo de genética.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Analisar os métodos de aplicação do ensino de genética;
- Fazer análises de livros didáticos sobre o assunto;
- Produzir um plano de aula visando métodos que facilitem a compreensão de conteúdo por parte dos alunos.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A revisão bibliográfica foi feita a partir de livros didáticos e teses dissertativas com relação ao tema abrangido.

Para a escolha dos materiais utilizados, foram consultados os seguintes livros didáticos de biologia do ensino médio:

1. Biologia: o ser humano, genética e evolução. Volume 3: ensino médio. Vivian L. Mendonça, 3ªed. São Paulo: Editora: AJS, 2016.
2. Genética: a continuidade da vida, módulo 4. Bobato, V. Curitiba: Positivo, 2021.
3. Biologia, vol.2. Bobato, V. Curitiba: Positivo, 2021.

Foram analisados e avaliados três livros didáticos de ensino médio para o ensino de biologia, com foco no tema: Genética. Os livros foram analisados pelos seguintes critérios: o uso de imagens e ilustrações; atividades propostas; linguagem utilizada para a série em questão.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A genética é a área da biologia onde podemos estudar sobre os genes, os mecanismos de transmissões das características de hereditariedade dos pais para seus filhos, e também a engenharia genética, conhecida por manipular os genes.<sup>7</sup>

A sociedade sempre procurou saber o motivo pelo qual os filhos herdavam as características dos pais. Os conhecimentos sobre a hereditariedade vindos do senso comum são antigos, porém as determinações científicas que explicam o fenômeno da hereditariedade foram declaradas pelo monge Gregor Mendel em 1865.<sup>1</sup>

No início do século XX, mesmo sem que o DNA tivesse sido descoberto, os conceitos genéticos já obtinham influência sobre a vida das pessoas. A seleção genética possibilitou auferir linhagens de animais e de plantas que fossem melhores em diversos aspectos. A fabricação mundial de alimentos apontou aumento significativo e qualitativo desde a aplicação das novas tecnologias embasadas em conceitos genéticos.<sup>1</sup>

Através da genética, podemos estudar as formas de transmissões de doenças ao decorrer das gerações, podendo estimarmos a probabilidade de o filho de um casal ser afligido por uma enfermidade genética presente na família. Recentemente a genética se destacou substancialmente com a identificação de pessoas por meio do DNA, sequenciamento de genoma humano, transgênicos e toda a engenharia genética.<sup>1</sup>

### 4.1 DNA

Os cromossomos humanos são constituídos por DNA (ácido desoxirribonucleico). No decurso de cada filamento de DNA, estão centenas de fragmentos conectados, cada fragmento desses é o que chamamos de gene que formaram uma proteína.<sup>8</sup>

A composição química do DNA é a mesma em todas as espécies e por essa razão podemos dizer que o DNA é um código genético universal.<sup>4</sup>

Podemos diferenciar as espécies entre si pois o conjunto de nucleotídeos diferentes, o que resulta em codificações genéticas distintas para que sejam formadas as proteínas, podendo esses genes serem variáveis.<sup>4</sup>

O DNA é composto por nucleotídeos, cada nucleotídeo é uma composição química de fosfato, desoxirribose, e uma base nitrogenada que pode ser adenina, timina, citosina e guanina.<sup>8</sup>

A execução do processo onde as características de uma espécie são propagadas de uma geração à outra, assegurando a síntese de proteínas, é imprescindível que o DNA seja passado de um indivíduo para o outro, processo esse que chamamos de hereditariedade, e dois pontos cruciais para esse processo são: a replicação (duplicação) e transcrição.<sup>4</sup>

#### **4.1.1 Replicação do DNA**

A replicação é o ato pelo qual o DNA formar uma cópia do próprio, isto é, o DNA original (molécula mãe) dá origem a duas moléculas-filhas idênticas.<sup>4</sup>

Uma enzima rompe as pontes de hidrogênio que já existem por entre as bases nitrogenadas dos nucleotídeos, o que separa as duas fitas do DNA. Conservando as duas fitas separadas e as utilizando como molde, outra enzima que chamamos de DNA polimerase vai agrupando novos nucleotídeos aos moldes das fitas originais por meio de ligações de hidrogênio. Este processo antecede a interfase e é designado como semiconservativo, pelo motivo que cada filamento original do DNA exemplifica um molde para a síntese de um novo filamento.<sup>8,4</sup>

O arranjo das duas fitas que constituem a molécula de DNA é antiparalelo, isto é, as duas cadeias do DNA têm sentido oposto. A distribuição dos nucleotídeos determina o sentido do processo de replicação de cadeia de DNA: de 5' a 3'. Já na cadeia molde de DNA no sentido 3' a 5', acontece a replicação contínua, que dá origem a uma nova molécula no sentido 5' a 3'. Nesta cadeia molde acontece a replicação descontínua em curtos fragmentos, que dá origem ao fragmento de Okazaki.<sup>4</sup>

#### **4.2 RNA**

Denominamos por RNA a molécula que são produzidas por meio de transcrição dos genes, sua pentose é chamada de Ribose. Existem três tipos de RNA: o RNAm (mensageiro) que é responsável por transmitir a informação do DNA do núcleo até o

citoplasma, que é onde a proteína será produzida, o RNAr (ribossômico) é o responsável pela síntese de proteínas, o RNAt (transportador) é responsável por se unir com um códon de RNAm com o aminoácido que ele irá codificar, interligando os dois e cada RNAt possui um conjunto de três nucleotídeos que chamamos de anticódon.<sup>4</sup>

### **4.3 Transcrição, tradução e código genético**

#### **4.3.1 Tradução**

A tradução genética coincide à estruturação da proteína. Para que isso ocorra, o RNAm chega ao citoplasma e se prende aos ribossomos, estes ribossomos são organelos citoplasmáticos que fazem a leitura do RNAm e ao extrair as informações encontradas, que são os códons, começam a dar origem as proteínas.<sup>4</sup>

O DNA conduz as informações para que aconteça a síntese de proteínas, e a cada parte de DNA que condiz a um gene que é responsável pela síntese de determinada proteína, porém esse gene não se converte diretamente na proteína. Por essa razão, entre o DNA e a formação da proteína de uma célula, faz-se uma nova molécula intermediária, o RNAm, em um processo denominado transcrição gênica.<sup>5</sup>

#### **4.3.2 Transcrição**

A transcrição gênica acontece por meio de uma das cadeias de DNA, que servirá como molde para a formação do RNA. O novo RNA produzido dispõe de bases nitrogenadas complementares ao segmento de DNA que o originou. Visto que a timina é uma base nitrogenada exclusiva do DNA, durante a transcrição gênica, a mesma será substituída pela base nitrogenada uracila, que irá se ligar à adenina.<sup>4</sup>

As informações presentes em nucleotídeos do DNA, são passadas ao RNAm, porém essas informações precisam ser transformadas em uma proteína. As informações incluídas em nucleotídeos do RNAm são decodificadas em 20 diferentes tipos de aminoácidos, estruturas essas que em diversos conjuntos e

sequências, produzem as proteínas, e é esse posicionamento dos aminoácidos durante a síntese proteica que determinamos por código genético.<sup>4</sup>

### 4.3.3 Código genético

Sabemos que o código genético é universal, portanto, a tabela que contém todos os códons do DNA ou RNA, é válida para todos os organismos.<sup>8</sup> A cada três bases consecutivas de RNAm há um código correspondente que determina a posição do aminoácido na proteína, denominamos este trio de bases nitrogenadas por códon. Existem 64 composições possíveis de bases nitrogenadas em cada códon do RNAm, e os aminoácidos competentes se ligam a eles.<sup>4</sup>

Essas sequências acontecem, pois, as quatro bases nitrogenadas do RNA (A, G, U e C) se ordenam em trinças, originando um códon. De forma geral, o códon de iniciação (AUG) aponta o início da cadeia polipeptídica. Os códons terminais podem ter três variações (UGA, UAA e UAG) e apontam o fim da cadeia de aminoácidos, isto é, o local onde se finaliza a proteína. Por este motivo, existem 61 códons ativos no sequenciamento destes aminoácidos, porque os três códons terminais não possuem correspondência com nenhum dos 20 tipos de aminoácidos.<sup>4</sup>

Para que a síntese de uma proteína ocorra, é preciso que os aminoácidos sejam colocados em uma sequência específica, determinada pelo RNAm. Na célula, cada aminoácido é encontrado conectado ao RNAt ao anticódon, e cada um deles complementares ao códon, tal como uma extremidade ligada a um aminoácido e a outra ligada a um códon, o RNAt modifica a sequência de bases nitrogenadas na sequência de aminoácidos da proteína. Por essa razão o mecanismo de pareamento códon-anticódon define o local certo em que o aminoácido é colocado em uma cadeia proteica crescente, que denominamos cadeia polipeptídica.<sup>4</sup>

Para que o RNAt possa mover o aminoácido próprio e se introduzir temporariamente no códon correspondente do RNAm, é preciso a cooperação dos ribossomos. Essas organelas são responsáveis pela síntese proteica e para manter-se ligadas ao RNAm no decorrer todo o processo de tradução.<sup>4</sup>

Ao fim da tradução, o espaço da síntese proteica do ribossomo é preenchido por uma proteína denominada fator a proteína sintetizada no processo.<sup>4</sup>

Nas células eucariontes, os genes são constituídos por regiões codificadoras, que chamamos de éxons, e as regiões não codificadoras denominadas íntrons. Após o processo de transcrição de uma molécula de RNAm, acontece um mecanismo chamado *splicing*, que consiste na remoção de fragmentos de íntrons de um RNA recém-sintetizados, que denominamos por pré-RNA. Desta forma, permanecem somente os fragmentos de éxons, que são traduzidos para a produção de uma proteína.<sup>4</sup>

#### 4.4 Regulação gênica

Nosso corpo possui diversos tipos de células, desde células imunológicas até neurônios. Quase todas as suas células têm o mesmo arranjo de instruções do DNA, portanto a regulação desses genes a permitem ser diferente e atuar em funções diferentes.<sup>9</sup>

A regulação gênica é a forma como a célula conduz quais genes, dentre os inúmeros genes que estão inclusos no genoma, serão expressos. Devido à regulação gênica, cada tipo de célula do corpo possui um arranjo diferente de genes ativados, apesar de que quase todas as células do corpo possuem precisamente o mesmo DNA. Os diversos padrões de expressão gênica autorizam que seus vários tipos celulares tenham arranjos diferentes de proteínas, tornando cada célula especificamente capacitados em realizar sua função.<sup>9 5</sup>

Uma das funções do fígado é extrair substâncias tóxicas como o álcool da corrente sanguínea, por esse motivo, as células hepáticas expressam genes que codificam subunidades de uma enzima denominada álcool desidrogenase, que ria descompor o álcool em uma molécula não tóxica. Já os neurônios do cérebro não removem toxinas do corpo, por isso eles mantêm os seus genes desativados, da mesma forma que as células hepáticas não transmitem sinais usando os neurotransmissores, portanto elas mantêm seus genes que codificam neurotransmissores desativados.<sup>9 5</sup>

Diversos fatores podem influenciar em quais genes uma célula irá expressar, muitas células expressam vários arranjos de genes, entretanto duas células diferentes de um mesmo tipo podem apresentar padrões de expressão gênica diferentes, conforme seu estado interno e ambiente.<sup>9 5</sup>

Em tese, podemos dizer que o padrão de expressão gênica é definido tanto pelas suas informações internas, como por exemplo as proteínas que herdou da célula-mãe, danos do seu DNA, e quanto ATP armazena, quanto pelas externas à célula, como sinais químicos de outras células, sinais mecânicos da matriz extracelular e os níveis de nutrientes.<sup>9</sup>

As células têm vias moleculares que modificam informações em uma alteração da expressão gênica, por exemplo a ligação de um sinal químico ao seu receptor.<sup>9</sup>

Se considerarmos as células que são correspondentes à fatores de crescimento, que é um sinal químico decorrente de células vizinhas que condiciona a célula alvo a crescer e dividir. A célula nota o fator de crescimento através de uma ligação física entre o fator de crescimento e o receptor proteico na superfície da célula, a ligação do fator de crescimento permite que o receptor altere seu formato, desencadeando um conjunto de eventos químicos na célula que ativam as proteínas chamadas de fatores de transcrição. Os fatores de crescimento se conectam diretamente com específicas sequências do DNA no núcleo e promovem a transcrição de genes relacionados com a divisão celular e os produtos desses genes são diversos tipos de proteínas que orientam as células ao crescimento celular e/ou movimentar a célula adiante no ciclo celular.<sup>9</sup>

#### **4.5 Núcleo e cromossomos**

O momento em que a célula não está de dividindo, sua atividade metabólica é intensa, no decorrer desta etapa da vida celular que chamamos de interfase, um dos principais aspectos da célula eucarionte é a existência do núcleo individualizado, de forma variável e aparente, isolado do citoplasma pela presença do envoltório nuclear. Nesta fase, o núcleo chamado núcleo interfásico, é composto pelo nucléolo e pela cromatina, que se encontram imersos em nucleoplasma, parecido com o citoplasma. Quando uma célula se divide, a cromatina, que é o material genético, perde a aparência homogênea que caracteriza as células em interfase e se reduz em um arranjo de estruturas filamentosas e compactadas, chamadas de cromossomos.<sup>3</sup>

#### **4.5.1 Membrana nuclear**

É composto por uma dupla camada lipoproteica, a região interna está ligada à cromatina e apresenta a lâmina nuclear, rede de filamentos proteicos que sustentam e dão forma ao núcleo e a parte externa está relacionada aos canais do retículo endoplasmático granuloso, que mostra ribossomos aderidos. O deslocamento de macromoléculas entre o citoplasma e o núcleo, como a saída do RNA do núcleo para o citoplasma e a entrada de proteínas no núcleo, ocorre através de poros presentes na membrana nuclear. A quantidade de poros depende da atividade metabólica feita pela célula, as nervosas, hepáticas e as musculares são exemplos de células que fazem uma intensa síntese de proteínas e atividade mitocondrial acentuada. Por este motivo, o núcleo destas células é mais ativo e sua membrana nuclear dispõe de mais poros para a passagem das moléculas.<sup>3</sup>

Ao início do processo de divisão celular, a membrana nuclear desaparece, sendo restabelecido apenas ao final deste processo.<sup>3</sup>

#### **4.5.2 Compactação do DNA**

Cada célula humana apresenta 46 filamentos de DNA, ao decorrer da divisão celular, a membrana nuclear e o nucléolo desaparecem por determinado tempo e a estrutura organizada de cromatina se reduz para formar filamentos compactos em formato de bastonetes, visíveis ao microscópio óptico, chamados cromossomos. A molécula de DNA está associada a proteínas chamadas histonas, responsável em manter sua estrutura organizacional e controlar a atividade dos genes. Ao decorrer do processo de compactação do material genético, cada filamento de DNA começa a espiralar ao agrupamento de histonas, dando origem aos nucleossomos, estes se organizam em grupo de seis ou sete e se dobram para originar fibras que se relacionam com outras proteínas não histonas. Esta estrutura compactada é chamada de solenoide. Após esta fase de enovelamento do DNA, os cromossomos começam a aparecer. Se esticássemos o filamento do DNA de cada cromossomo de uma célula humana, mediria aproximadamente 4cm de diâmetro, sendo assim maior que o diâmetro da célula eucarionte, desta maneira o empacotamento de fibras de

cromatina e a produção dos cromossomos permitem seu armazenamento no núcleo celular.<sup>3</sup>

### 4.5.3 Cromossomos

Antes da divisão celular, acontece a replicação do DNA, que permite que cada cromossomo seja formado por dois filamentos idênticos, chamados de cromátides-irmãs. As cromátides permanecem ligadas entre si por um meio de um pequeno estrangulamento que denominamos centrômero, que divide o cromossomo em dois braços, a extremidade desses braços são chamados de telômeros e se relaciona ao envelhecimento celular, isso acontece pois o telômero funciona como uma capa protetora das extremidades cromossômicas, impedindo a fusão de terminais de diferentes cromossomos e de sua degradação por enzimas. Em alguns cromossomos, pode acontecer um estrangulamento na extremidade, dando origem ao satélite, a qual a função está associada à reconstituição do nucléolo ao fim da divisão celular.<sup>3</sup>

De maneira geral, os cromossomos existem aos pares no interior das células, e cada um deles apresenta os mesmos tamanhos e formas e a mesma estrutura genética, os cromossomos de cada par são chamados homólogos, e resultam do processo de fecundação porque cada célula reprodutiva (ovulo e espermatozoide) colabora com a metade dos cromossomos, isto é, no par homólogo, um cromossomo vem da mãe e o outro do pai. Assim, a primeira célula, chamada de zigoto, apresenta cromossomos homólogos e, por meio de sucessivas divisões celulares, da origem as células do corpo. Chamadas de células somáticas, apresentam em sua constituição o número cromossômico chamado diploide, que é representado por  $2n$ . Já nas células sexuais, denominadas gametas, existe somente um cromossomo de cada par, por esta razão são chamadas de células haploides, representadas pela letra  $n$ . O total de genes contidos em um arranjo haploide de cromossomos é chamado de genoma.<sup>3</sup>

Os cromossomos são classificados de acordo com a posição do centrômero: telocêntrico, acrocêntrico, submetacêntrico e metacêntrico. O telocêntrico mostra o centrômero na parte terminal e não existe na espécie humana, o acrocêntrico mostra o centrômero próximo à extremidade, dando forma a braços curtos e podem

apresentar satélites, já no submetacêntrico o centrômero se encontra deslocado e dá origem a braços de tamanhos diferentes, e por fim no metacêntrico o centrômero se localiza no centro dando forma a dois braços iguais.<sup>3</sup>

#### **4.5.4 Cromatina**

A cromatina se refere às porções do núcleo que se coram e são visíveis ao microscópio óptico, é constituída por filamentos de DNA, sendo vista na célula ao decorrer a interfase. Conforme a compactação que acontece no DNA, é possível diferenciar dois tipos: a heterocromatina, constituída por locais da cromatina que aparecem condensadas no núcleo interfásico, e a eucromatina maior parte da cromatina que se mostra esticada. Visto à atividade, a eucromatina mostra ação gênica, isto é, seu DNA forma os genes que são expressos na produção do RNA no decorrer do processo de transcrição, portanto ela se encontra desenrolada, permitindo que os genes possuam maior superfície de contato com as enzimas e o material preciso à formação do RNA. A heterocromatina é geneticamente desativada e mostra-se intercalada na cromatina do núcleo. Essa desativação se refere aos genes desligados, pois nessa situação, o DNA não mostra boa superfície de contato com as substâncias dissolvidas no núcleo.<sup>3</sup>

#### **4.5.5 Cromossomos sexuais**

Dentro dos padrões de cromossomos de mamíferos, há uma exceção que são os cromossomos X e Y, responsáveis pela determinação do sexo dos indivíduos e chamamos de cromossomos sexuais. Se notarmos na espécie humana, o sexo feminino é definido biologicamente pelos cromossomos XX e o masculino definido pelos cromossomos XY. O par de cromossomos X e Y são os únicos que se diferem entre si, que chamamos de cromossomos heterólogos. Pequenos fragmentos entre estes dois cromossomos são iguais, porque a maior parte dos genes existentes no cromossomo X não é encontrada no cromossomo Y.<sup>3</sup>

#### **4.5.6 Cromatina sexual**

Um exemplo de heterocromatina existente em algumas células é a cromatina sexual que denominamos de corpúsculo de Barr, que acontece em fêmeas de mamíferos e corresponde a um dos cromossomos X, reduzido e desativado. Essa cromatina pode ser vista ao microscópio óptico ao decorrer da interfase como uma mancha dentro do núcleo, encontrada próximo à membrana nuclear. A explicação para este acontecimento é de que as fêmeas de mamíferos mostram dois cromossomos X, porém um deles permanece reduzido, dando origem a cromatina sexual. Os machos têm apenas um cromossomo sexual X que se mantém desenrolado, e o outro Y. Por este motivo a cromatina sexual não está presente nos homens.<sup>3</sup>

#### **4.6 Divisão celular**

Todas as células apresentam um ciclo de vida, que é a junção de processos que acontecem no seu interior desde a sua formação até a divisão celular, e é através de divisões celulares em que uma célula se divide em duas células-filhas, que os organismos unicelulares se reproduzem e os multicelulares se desenvolvem e formam seus gametas.<sup>4</sup>

##### **4.6.1 Ciclo celular**

O ciclo da vida celular pode variar de uma célula para a outra e envolve dois estágios: a interfase e a divisão celular. Muitas células mostram um ciclo curto, como por exemplo as hemácias e as células de crescimento das raízes e dos caules das plantas, que vivem por alguns meses. Já outras dispõem de um ciclo vital médio, como por exemplo os osteócitos e os miócitos não estriados, que vivem alguns anos. E ainda existem aquelas com ciclo longo e que praticamente não se renovam, como por exemplo os neurônios.<sup>4</sup>

Na maioria do seu tempo de vida, as células estão em interfase, que diz respeito ao período entre as duas divisões celulares consecutivas e em que o DNA

se encontra em intensa atividade, orientando a formação de proteínas e o metabolismo celular. É também neste estágio que acontece a preparação da célula para a divisão celular, importante para o desenvolvimento dos organismos.<sup>4</sup>

Dentro da divisão celular existem algumas fases: a  $G_1$  é o período de duração variável que se caracteriza pelo crescimento das células e pela preparação para a duplicação do DNA, é neste período que acontece uma intensa síntese proteica para a formação de estruturas que darão origem a uma nova célula; Já a fase S é aquela que compreende o momento em que acontece a replicação do DNA, ao fim desse período a célula mostra o DNA e os centríolos duplicados para que sejam passados para as células-filhas que serão produzidas; E a fase  $G_2$  é o período que antecede a divisão celular em que a cromatina se encontra duplicada e acontecem os preparativos concluintes para que se inicie a divisão da célula e representa um tempo adicional para a síntese proteica e o crescimento celular; Por fim a fase  $G_0$  acontece apenas em células muito específicas que se mantêm constantemente em interfase desempenhando suas funções sem se dividir, como por exemplo as hemácias e os neurônios.<sup>4</sup>

A quantia de DNA pode variar nas diferentes fases do ciclo celular, em  $G_1$  a quantidade de DNA é X, já na fase S há a replicação do DNA 2X. Por esta razão, cada cromossomo formado mostra duas cromátides-irmãs, possibilitando a divisão celular. Garantindo assim que, depois da divisão, a quantia de DNA seja a mesma nas duas novas células produzidas.<sup>4</sup>

#### **4.6.2 Mitose**

A mitose é o tipo de divisão celular no qual a célula se prepara para produzir duas novas células-filhas iguais à original. Esta divisão mantém a carga genética da célula, representando uma das propriedades celulares mais importantes, porque permite que a manutenção do material genético do organismo. A mitose acontece em células diploides, mas também pode acontecer de em células haploides, como em determinados estágios da vida de algumas plantas.<sup>4</sup>

Existem quatro fases fundamentais na mitose: a prófase, metáfase, anáfase e a telófase. Na metáfase, os cromossomos mais condensados se alinham em localidades medianas da célula, dando origem a placa equatorial. A maior

condensação dos cromossomos permite uma melhor visualização em microscopia, por isso a análise do cariótipo é feita nessa fase e também alguns filamentos do fuso se conectam aos centrômeros dos cromossomos para dar início a separação das cromátides-irmãs. Já a prófase é a fase mais longa da mitose, no qual os filamentos da cromatina iniciam a condensação ficando mais visíveis ao microscópio óptico no formato de cromossomos, sendo cada um deles constituído por duas cromátides-irmãs, no citoplasma os centríolos já replicados na interfase passam para polos opostos da célula, dando início a produção do fuso acromático, inclusive o áster, caracterizado pelo arranjo de microtúbulos ao redor dos centríolos, e quando estes atingem os polos, o envoltório nuclear se quebra e o nucléolo desaparece, porque o material que o constitui se mistura ao citoplasma. Quanto à anáfase se caracteriza principalmente pela separação dos centrômeros e por isso, das cromátides-irmãs que passam para polos opostos da célula, isso ocorre, pois, as fibras do fuso, que puxam cada cromátide para um lado, se condensam em razão das mudanças das proteínas tubulinas, caracterizando o movimento anáfase. A posição ocupada anteriormente pelos cromossomos replicados garante que aconteça uma distribuição idêntica do material genético nos dois polos, cada um desses cromossomos que foi constituído por dois filamentos reduzidos de DNA, passa a ser produzido por um filamento simples que chamamos de cromátide. E por fim na telófase acontece a desespiralização dos cromossomos e a produção do núcleo a partir da reorganização do envoltório nuclear, o nucléolo reaparece surgindo da região organizadora dos nucléolos presente em alguns cromossomos, os acrocêntricos. Após a telófase ocorre a citocinese, que é a divisão do citoplasma, originando duas novas células-filhas com a mesma quantidade de cromossomos da célula original. Organelas membranosas grandes, como por exemplo o complexo de Golgi e os retículos endoplasmáticos, são quebradas em pedaços menores ao decorrer da mitose, o que permite sua distribuição equivalente entre as duas células-filhas produzidas.<sup>4</sup>

#### **4.6.3 Meiose**

Já a meiose é a divisão celular em que acontece a diminuição do número de cromossomos das células-filhas pela metade, impedindo assim a variação na

quantidade de material genético de uma espécie ao decorrer do processo de reprodução sexuada, por este motivo, a meiose permite a produção de células sexuais com a metade do número cromossômico em relação com às células somáticas.<sup>4</sup>

As etapas da meiose são mais longas e complexas comparadas com as etapas da mitose, visto que ao final do processo são produzidas quatro células-filhas haploides, essa divisão celular acontece em dois estágios: a meiose I e meiose II, sendo estas as que dispõem de subdivisões, acontecendo processos específicos em cada uma delas. Assim como na mitose, antes de se iniciar a meiose, acontece a replicação do DNA ao decorrer da interfase e, por consequência, os cromossomos se mantêm duplicados em todo o decorrer da meiose I.<sup>4</sup>

Na meiose I, existem as seguintes etapas: a prófase I é a mais longa fase da meiose, é nela que os cromossomos adquirem vários aspectos característicos que são evidenciados em cinco subfases: leptóteno, que é onde acontece a espiralização dos filamentos de cromatina produzindo cromossomos com duas cromátides-irmãs; o zigóteno é onde os cromossomos homólogos se apresentam lado a lado em um emparelhamento físico que chamamos de sinapse cromossômica e cada par unido é denominado tétrade, porque mostra quatro cromátides bem visíveis; o paquíteno é onde o emparelhamento de cromossomos homólogos permite o *crossing-over* entre as cromátides unidas, essa troca aumenta a variabilidade genética das espécies; Já no diplóteno, as regiões onde acontecem a permutação entre os genes são vistos com maior clareza, produzindo os pontos de troca, denominado quiasmas; por fim a diacinese acontece o aumento da espiralização cromossômica, os centríolos atingem os polos opostos da célula, a produção do fuso acromático se completa e o nucléolo desaparece. Na metáfase I os cromossomos homólogos, no seu máximo de condensação se centralizam na célula, originando a placa equatorial, e se mantêm conectados às fibras do fuso; Em seguida na anáfase I, por virtude da condensação das fibras do fuso, os cromossomos homólogos se separam e são movimentados para polos opostos da célula; Já na telófase I o citoplasma se divide em duas células-filhas haploides, que mostram a metade do número cromossômico da célula original, visto isso, os envoltórios nucleares se regeneram e os cromossomos se tornam menos espiralizados. Vemos então, um

breve intervalo, chamado de intercinese, o qual não acontece a replicação do DNA, já que nesta fase, os cromossomos são produzidos por duas cromátides.<sup>4</sup>

O *crossing over* se trata da troca de fragmentos equivalentes entre as cromátides unidas e acontece ao acaso, sem que se possa prever em quais locais e em que cromossomos irá ocorrer, este processo promove a troca de informações genéticas entre o material de origem materna e paterna, o que aumenta a variabilidade genética da espécie pelo rearranjo do material genético, sendo assim um fator imprescindível no mecanismo da evolução.<sup>4</sup>

Na meiose II também há subdivisões em fases, porém ela se torna mais simples e rápida, como ocorre a redução do número cromossômico, esse número se mantém e os cromossomos não se mantêm mais duplicados. A prófase II é uma fase rápida onde o envoltório nuclear é retirado e se forma um novo fuso acromático; Em seguida na metáfase II os cromossomos se apresentam no máximo de condensação centralizados na célula; Já na anáfase II acontece a separação das cromátides-irmãs para os polos da célula, vale destacar que esse processo é diferente da anáfase I, no que os cromossomos replicados se separam; Por fim, na telófase II nos polos celulares, os cromossomos se desespiralizam e são envolvidos por uma nova membrana nuclear, cada célula se divide em duas, produzindo assim quatro novas células-filhas haploides no processo de citocinese, sendo assim o fim da meiose.<sup>4</sup>

#### **4.7 Genética mendelianas**

A ciência que estuda a genética, se iniciou com trabalhos realizados por Gregor Mendel, um monge austríaco que viveu entre 1822 e 1884. Desde 1860, Mendel realizou uma série de cruzamentos entre plantas de ervilhas e analisou minuciosamente os resultados adquiridos. Estes estudos possibilitou a elaboração de leis sobre a transmissão dos caracteres hereditários, sendo essas leis base dos estudos de genética.<sup>7 1</sup>

Ao escolher as ervilhas para serem estudadas, Mendel analisou especificamente sete características: forma da semente (lisa ou rugosa), cor dos cotilédones da semente (amarela ou verde), cor do tegumento da semente (cinza ou branca), cor da flor (púrpura ou branca), posição da flor (axilar ou terminal), forma do

fruto (liso e estofado ou ondulado e achatado), cor do fruto (verde ou amarelo), e a altura do caule (alto ou baixo). Mendel começou seus trabalhos com plantas de linhagens puras, isto é, plantas que formavam descendentes com o aspecto exato, quando realizavam autofecundação.<sup>7</sup>

Logo após, Mendel fez cruzamentos entre plantas de linhagens puras produtoras de sementes lisas e as plantas de linhagens puras produtoras de sementes rugosas. As duas metodologias estariam certas, é indiferente usar pólen de qualquer uma das linhagens para polinizar as flores de outra linhagem, chamamos este procedimento de fecundação cruzada, ou seja, o gameta masculino de um indivíduo fecunda o gameta feminino contido na flor de outro indivíduo.<sup>7</sup>

Como resultado do cruzamento entre plantas puras de ervilhas que por autofecundação resultariam em sementes lisas e plantas puras de ervilhas que por autofecundação resultariam em sementes rugosas, todas as plantas polinizadas formam frutos com sementes lisas, constituindo a geração  $F_1$ . A geração  $F_1$  não é pura, porque é formada pelo cruzamento de plantas que formam sementes rugosas, por esta razão os indivíduos da geração  $F_1$  são chamados de híbridos. A característica que se manifesta nas gerações que não produzem linhagens puras é denominado dominante, de forma que a característica não manifestada é recessiva, mas isso não significa que as características recessivas irão desaparecer, desde que a característica exista, ela virá a reaparecer em  $F_2$ .<sup>7</sup>

Visto que as células das ervilhas são diploides, ou seja, têm cromossomos homólogos, que mostram os mesmos locos gênicos: se um determinado lugar de um cromossomo é ocupado por um gene, no cromossomo homólogo terá o alelo ocupando a mesma posição.<sup>7</sup>

Em ervilhas, a característica lisa é determinada por um alelo dominante em relação com o alelo que determina a característica rugosa. Portanto, o aspecto rugoso só se manifesta quando o alelo dominante não está presente, representamos por R o alelo para liso e por r o alelo para rugoso, e assim obtemos três possibilidades: RR, Rr e rr. As células que dispõem do genótipo RR, são pertencentes a uma linhagem pura e formam sementes lisas, quando autofecundados; já os que possuem o genótipo rr também são pertencentes a uma linhagem pura e produzirá sementes rugosas quando autofecundados; já os que

possuem o genótipo Rr são pertencentes a uma linhagem híbrida e produzirá por autofecundação 75% sementes lisas e 25% sementes rugosas.<sup>7</sup>

A característica que se manifesta no indivíduo é o fenótipo, se considerarmos a forma de semente de ervilha, por mais que sejam três genótipos, há apenas dois fenótipos a serem condicionado por eles: RR e Rr somente condicionam o fenótipo de semente lisa, e o genótipo rr condiciona o fenótipo de semente rugosa.<sup>7</sup>

#### **4.7.1 Primeira Lei de Mendel**

“Cada caráter é determinado por um par de fatores e estes se separam na formação dos gametas, que são sempre puros.” (MENDEL, 1865)

Atualmente a partir de novos conceitos, podemos entender a Primeira Lei de Mendel da seguinte maneira, cada caráter é determinado por um par de alelos, mas os gametas têm apenas um desses alelos, isto é, podem transmitir apenas uma informação genética para esse caráter.<sup>7</sup>

Ao compreender as explicações dadas por Mendel sobre os cruzamentos, podemos prever qual será a proporção esperada de descendentes com genótipos ou fenótipos específicos a partir de um cruzamento. Mendel também forneceu um modelo matemático que possibilita calcular a probabilidade de ocorrência de certos aspectos, nos casos de presença de uma relação de dominância entre os alelos determinantes destes aspectos.<sup>7</sup>

##### **4.7.1.1 Heredogramas**

Por diversas vezes em um cruzamento e a descendência gerada são representados pela forma de um heredograma, como um diagrama especial, usado para facilitar a observação e a compreensão de uma genealogia, isto é, dos padrões de herança de uma característica em uma família. Nestes heredogramas existem símbolos para os sexos e para a ocorrência da característica em análise. Na maior parte das vezes o sexo feminino é representado por círculo e o masculino por quadrado. Quando destacamos uma característica recessiva ou dominante em um indivíduo, é representado com o símbolo cheio ou vazado.<sup>7</sup>

#### **4.7.1.2 Cruzamento-teste**

Para sabermos se o indivíduo porta um fenótipo dominante para uma característica é homozigótico ou heterozigótico, se realiza um cruzamento-teste, que consiste em cruzar o indivíduo em estudo com o outro fenótipo recessivo para aquela característica. Se pegarmos ervilhas as quais sementes amarelas são de caráter dominante, seu genótipo pode ser RR ou Rr, e analisando apenas com o olhar não notamos quais são heterozigóticas e homozigóticas, porque o fenótipo é o mesmo, mas fazemos com que a semente germine e cruze com a planta resultante com uma planta vinda de uma semente verde, que é sempre homozigótica, se todas as sementes desde cruzamento forem amarelas, significa que todas receberam o alelo que condiciona essa característica, concluímos que a planta é homozigótica. Se também forem feitas sementes verdes, concluímos que a planta é heterozigótica. A Primeira Lei de Mendel estuda os casos de monoibridismo, ou seja, uma característica de cada vez.<sup>7</sup>

#### **4.7.1.3 Polialelia**

Podem existir dois ou mais alelos em cada loco, dependendo da característica considerada, se considerarmos três alelos para um determinado loco gênico de um par de cromossomos homólogos, estes não podem acontecer em uma célula diploide, porque ela possui pares de cromossomos homólogos, portanto na célula diploide só podem existir dois alelos para cada loco, um para cada cromossomo homólogo. Embora sejam seis as possibilidades genóticas, apenas uma delas poderá acontecer nas células de um indivíduo diploide. A expressão do fenótipo com relação ao loco gênico dependerá da relação entre os dois alelos herdados pela célula, que poderá ser de dominância ou ausência de dominância.<sup>7</sup>

Um exemplo de polialelia é a herança da cor da pelagem em coelhos, os coelhos podem dispor de quatro fenótipos, quanto à cor dos pelos. Assim para

compreender a relação entre os fenótipos e genótipos na determinação da cor de pelos em coelhos, é preciso saber a ordem de dominância desses alelos entre si.<sup>7</sup>

Outro exemplo é a herança de grupos sanguíneos do sistema ABO. A presença ou ausência de proteínas denominadas A e B, possibilita a classificação de indivíduos da espécie humana em grupos sanguíneos. O sistema ABO é condicionado por três alelos de um mesmo loco gênico, sendo assim um caso de polialelia. De acordo com o sistema as pessoas são distribuídas em quatro grupos sanguíneos, A, B, AB e O. A distribuição é feita de acordo com a presença ou não de proteínas na membrana plasmática das hemácias, sendo que em cada hemácia pode haver a presença dos dois tipos de proteína, apenas uma ou nenhuma.<sup>7</sup>

A análise do grupo sanguíneo é feita a partir de substâncias que indicam a presença de uma ou das duas proteínas nas hemácias. A determinação do grupo sanguíneo do qual a pessoa é pertencente é feita em laboratórios especializados por meio de reação de aglutinação, que acontece quando um antígeno por ação de um anticorpo. Quando uma substância estranha é introduzida em um organismo, acontece uma reação de defesa característica, ou seja, o organismo produz, desde que não a tenha, uma proteína que reagirá diretamente com essa substância. A reação que acontece entre o antígeno e o anticorpo é o que chamamos de aglutinação, onde as hemácias que portam antígenos são aglutinadas, formando grumos por ação dos anticorpos presentes no plasma sanguíneo.<sup>7</sup>

#### **4.7.2 Segunda Lei de Mendel**

No caso de dois alelos diferentes determinarem a forma da semente de ervilha em determinado par de cromossomos homólogos, e outros dois alelos que determinam a cor das sementes se encontram em outro par de cromossomos homólogos, assim para analisarmos essas duas características de maneira simultânea, será necessário considerar os dois pares de cromossomos homólogos. Se considerarmos uma planta de ervilha que origine sementes lisas e amarelas, sendo homozigótica para esse caráter, sabemos que o genótipo dela será RR para o formato liso, e VV para a coloração amarela, portando um genótipo RRVV, da mesma maneira que se considerarmos uma planta de ervilha que produza sementes rugosas e verdes, e sendo homozigótica, sendo as características consideradas

recessivas, e indivíduos recessivos serão sempre de linhagem pura, seu genótipo será, portanto, rrvv. Ao realizar o cruzamento entre estas duas plantas, resultarão em uma geração F<sub>1</sub> heterozigótica (RrVv), sendo esta geração híbrida para as duas características analisadas, podendo serem chamados de di-híbridos.<sup>7</sup>

“Na formação dos gametas, os alelos existentes em um par de cromossomos homólogos separam-se independentemente de qualquer outro par de alelos existente em outro par de homólogos.” (MENDEL, 1865)

Esta lei somente é válida para os di-híbridos, ou para os poli-híbridos, levando em consideração os alelos para diferentes características apresentadas em diferentes pares de cromossomos homólogos.<sup>7</sup>

#### **4.7.2.1 Probabilidade e leis de Mendel**

Para solucionarmos uma questão que se trata de duas características determinadas por dois pares de alelos diferentes e encontrados em diferentes cromossomos, notamos que precisamos identificar os gametas produzidos pela geração e depois montar um quadro com as possibilidades de cruzamento. E também podemos considerar as duas características individualmente, como se fossem casos diferentes de monohibridismo e calcular as possibilidades de transmissão para cada característica e multiplicar os resultados.<sup>7</sup>

## 5. ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS

O primeiro livro analisado foi o de Mendonça (2016) cujo foram abordados temas dos capítulos da unidade dois intitulada “Genética”, e foram usados os capítulos seis, sete, oito, e dez, respectivamente nomeados “Primeira Lei de Mendel”, “Polialelia”, “Segunda Lei de Mendel” e “Biologia molecular do gene: síntese proteica e engenharia genética”. Podendo ser encontrados com facilidade no sumário do livro, discorrendo sobre os conceitos básicos de determinadas organelas, conceitos básicos sobre as leis de Mendel e suas aplicações, de forma clara e direta para melhor assimilação dos alunos, utilizando linguagens tangíveis para o público-alvo, é fácil compreensão dos quadros explicativos e tabelas, sendo estas tabelas bem elaboradas para a compreensão da diferenciação feita por Mendel quanto às ervilhas e outros aspectos abordados, questões elaboradas para fixação retiradas de vestibulares e avaliações de grandes universidades públicas e privadas. E ao fim, referências bibliográficas extensas de renomados autores de materiais didáticos usados para a aplicação dos conteúdos.

**Tabela 1** – Análise do tema abordado no livro didático de Mendonça (2016).

Crítérios analisados	Ruim	Regular	Excelente
Sumário			X
Termos técnicos			X
Imagens e ilustrações		X	
Conteúdo			X
Linguagem			X
Exercícios			X
Relevância			X

O segundo livro analisado foi o de Bobato (2021) cujos temas abordados se encontram no capítulo sete e oito, sendo respectivamente denominados de “ação gênica e divisão celular” e “genética e biotecnologia”, onde se discorre sobre os princípios da divisão celular, conceitos básicos de síntese proteica, tradução e transcrição, além de tratar também dos conceitos de hereditariedade e as aplicações das leis de Mendel, sendo sempre claros e objetivos, em uma linguagem de fácil compreensão dos alunos, mesmo com termos técnicos e o uso de glossários, curiosidades, lembretes de pontos importantes do conteúdo, e questões comuns em avaliações e vestibulares de universidades públicas, com ênfase ao vestibular do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), o uso de quadros e tabelas são simplificados, porém objetivos em destacar o que é necessário.

**Tabela 2** – Análise do tema abordado no livro didático de Bobato (2021)

Crítérios analisados	Ruim	Regular	Excelente
Sumário			X
Termos técnicos			X
Imagens e ilustrações			X
Conteúdo			X
Linguagem			X
Exercícios			X
Relevância			X

O terceiro livro analisado foi o de Bobato (2021 vol.2) onde encontramos os assuntos abordados no capítulo três, intitulado de “Citoplasma, organelas celulares e núcleo”, onde foi discutido todas as estruturas e funções de cada organela presente nas células, de maneira prática para que facilite a assimilação pelos alunos, abordando todas os princípios necessários para a aplicação do conteúdo, deixando claros quaisquer tópicos. Também dispõe de glossário, curiosidades, tabelas objetivas, pontos importantes e questões retirada dos principais vestibulares das universidades públicas. Sendo assim, um livro didático com metodologias

práticas e objetivas, de fácil aplicação por parte do docente e, da mesma maneira, de fácil compreensão por parte do estudante.

**Tabela 3** – Análise do tema abordado no livro didático de Bobato (2021 vol.2)

Crítérios analisados	Ruim	Regular	Excelente
Sumário			X
Termos técnicos		X	
Imagens e ilustrações			X
Conteúdo			X
Linguagem			X
Exercícios			X
Relevância			X

## 6. PLANO DE AULA

**Tema:** Genética

**Ano:** 3º - Ensino Médio

**Objetivo:**

- Compreender sobre a interação dos genes;
- Compreender e adotar conceitos genéticos simples e reconhecer a importância da genética;
- Entender as Leis de Mendel e suas resoluções.

**Materiais e Métodos:**

- Aula expositiva e uso de DataShow, com apresentação de slides.

**Conteúdo Programático:**

- DNA;
- RNA;
- Tradução, transcrição e código genético;
- Noções de regulação gênica;
- Núcleo e cromossomos;
- Divisão celular;
- Genética Mendeliana.

**Avaliação:**

Após a aula teórica serão aplicadas questões alternativas sobre o tema aplicado para fixação do conteúdo.

**Referências:**

- Genética: a continuidade da vida; módulo 4. Bobato, V. Curitiba: Positivo, 2021.
- Biologia: o ser humano, genética e evolução. Volume 3: ensino médio. Vivian L. Mendonça, 3ªed. São Paulo: Editora: AJS, 2016.
- Biologia, vol.2. Bobato, V. Curitiba: Positivo, 2021.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao fim da análise dos livros didáticos, é perceptível que cada autor dispõe de elementos característicos que se diferenciam entre si, destacando assim pontualidades positivas em cada obra. Entretanto os livros didáticos de Bobato (2021) se destacam em pontos criteriosos como dispor de conteúdos recentes e claros, uma linguagem acessível aos alunos em questão, além dispor de exemplos simples para assimilação e figuras coloridas e atrativas. Além disso, a obra dispõe de lembretes resumidos de partes do conteúdo e pontos importantes, glossário, atividades de fixação, atividades interativas, e curiosidades. Se destacando assim por apresentar conteúdos que são de fácil assimilação durante o dia a dia, e instigar nos alunos a vontade de aprender e pesquisar mais sobre os assuntos cooperando para que a aplicação do ensino de genética mais dinâmica e interessante.

## REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup> AMABIS, José M.; MARTHO, Gilberto. Fundamentos da Biologia Moderna. Volume único, 4. ed. São Paulo: Moderna, 2006.
- <sup>2</sup> BARROS, D. G.; RIBEIRO, A. M.; SILVA, D. M. S. “O Uso de Recursos Didáticos no Ensino de Genética: Investigando as Produções Acadêmicas Nacionais”. Santa Catarina, 2017. Disponível em: < <http://abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1784-1.pdf> > Acesso em 29 de agosto de 2021.
- <sup>3</sup> BOBATO, V. Biologia. Vol. 2. Curitiba: Positivo, 2021.
- <sup>4</sup> BOBATO, V. Genética: a continuidade da vida, módulo 4. Curitiba: Positivo, 2021.
- <sup>5</sup> BORGES, J. C. “Controle de Expressão Gênica”. Disponível em: [http://graduacao.iqsc.usp.br/files/Aula06BioqII-Qui\\_ContExpressaoGenica.pdf](http://graduacao.iqsc.usp.br/files/Aula06BioqII-Qui_ContExpressaoGenica.pdf). Acesso em 28 de outubro de 2021.
- <sup>6</sup> BRASIL, Lei n. 9.394, de 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 dez. 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm). Acesso em 29 de agosto de 2021.
- <sup>7</sup> MENDONÇA, Vivian L. **Biologia**. Volume 1. 3. ed. São Paulo: AJS, 2016.
- <sup>8</sup> PRAZERES, L.C; FILHO, P.O; MELLO R.L; ALMEIDA W.C. Memorex: ensino médio. vol. único. Curitiba: Positivo, 2021;
- <sup>9</sup> “VISÃO GERAL: regulação gênica em eucariontes” Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/gene-regulation/gene-regulation-in-eukaryotes/a/overview-of-eukaryotic-gene-regulation>. Acesso em 28 de outubro de 2021.